



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES CEMENTOS DE IONÓMERO DE
VIDRIO AUTOPOLIMERIZABLE DE ALTA DENSIDAD ENVEJECIDOS
ARTIFICIALMENTE: IN VITRO

Línea de investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora:

Zavaleta Loaiza, Magdalena Marleni

Asesora:

Medina y Mendoza, Julia Elbia
(ORCID: 0000-0002-7176-4417)

Jurado:

Mendoza Murillo, Paul Orestes
Mejía Ticona, Lourdes Alicia
Chávez Díaz, César Humberto

Lima - Perú

2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES CEMENTOS DE IONÓMERO DE VIDRIO AUTOPOLIMERIZABLE DE ALTA DENSIDAD ENVEJECIDOS ARTIFICIALMENTE: IN VITRO

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	1%
5	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	multimedia.3m.com Fuente de Internet	1%
7	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	1%
8	iadr-cs.org.do Fuente de Internet	1%



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES CEMENTOS DE IONÓMERO DE
VIDRIO AUTOPOLIMERIZABLE DE ALTA DENSIDAD ENVEJECIDOS**

ARTIFICIALMENTE: IN VITRO

Línea de investigación: Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora

Zavaleta Loaiza, Magdalena Marleni

Asesor(a)

Medina y Mendoza, Julia Elbia

(ORCID: 0000-0002-7176-4417)

Jurado

Mendoza Murillo Paul Orestes

Mejía Ticona Lourdes Alicia

Chávez Díaz, César Humberto

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A Dios quien ha sido mi guía mi fortaleza y su mano me ha sostenido en todo momento a su fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis padres Margarita y Daniel quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido que cumpla este sueño, gracias padres por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y de valentía, de no tener miedo a las adversidades de la vida porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Daniela, Ruth y Cesar por su cariño y apoyo incondicional. A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra manera me acompañan en todos los proyectos trazados.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a la Mg. Medina y Mendoza, Julia Elbia por apoyarme en el avance de mi proyecto de investigación quien me guio me oriento incondicionalmente para que este proyecto pueda hacerse realidad muchas gracias.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición está presente en mi vida y a toda mi familia por estar siempre en cada momento decisivo.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal de la universidad, por abrirme las puertas y permitirme realizar el proceso de ejecución de la investigación dentro del establecimiento universitario.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Nacional Federico Villareal, a toda la Facultad de Odontología, a mis profesores quienes con la enseñanza sus valiosos conocimientos hicieron que pueda obtener conocimiento y poder desenvolverme profesionalmente, gracias a cada uno de ustedes.

ÍNDICE

Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.Descripción y Formulación del Problema	3
1.2 Antecedentes	4
1.3 Objetivos	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
1.4 Justificación	12
1.5 Hipótesis	13
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación	14
III. MÉTODO	21
3.1.Tipo de investigación	21
3.2 Ámbito temporal y espacial	21
3.3.Variables	21
3.4 Población y Muestra	23
3.5.Instrumentos	24
3.6 Procedimientos	24
3.7.Análisis de Datos	26
3.8.Consideraciones éticas	26

IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
VI. CONCLUSIONES	36
VII. RECOMENDACIONES	37
VIII. REFERENCIAS	38
IX. ANEXOS	45

RESUMEN

Objetivo: fue evaluar la resistencia a la compresión de tres cementos de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad envejecidos artificialmente por termociclaje. **Metodología:** se evaluaron especímenes de ionómero de vidrio de alta densidad autopolimerizable de tres marcas divididos en tres grupos cada uno (control, 5000, 10000 ciclos); todos los especímenes fueron sometidos a ensayos de esfuerzo con la máquina de prueba universal con una carga de 500 N a una velocidad de 1 mm/min hasta la fractura del espécimen. **Resultados:** En el grupo de Ketac Universal™, el mayor promedio de resistencia a la compresión se encuentra en el grupo control ($115,18 \pm 21,73$ MPa) seguido del grupo con 10 000 ciclos de termociclado ($115,18 \pm 21,73$ MPa), se encontró diferencias estadísticamente significativas entre estos grupos ($p < 0,001$). En el grupo Fuji IX™, el mayor promedio de resistencia a la compresión se encuentra en el grupo control ($115,57 \pm 5,89$ MPa) seguido del grupo con 5 000 ciclos de termociclado ($110,68 \pm 6,05$ MPa), se encontró diferencias estadísticamente significativas entre estos grupos ($p < 0,001$). Ketac Molar Easymix™, el mayor promedio de resistencia a la compresión se encuentra en el grupo control ($100,52 \pm 9,90$ MPa) seguido del grupo con 5 000 ciclos de termociclado ($91,05 \pm 7,77$ MPa), se encontró diferencias estadísticamente significativas entre estos grupos ($p < 0,001$). Se concluye que los ionómeros de vidrio evaluados no presentaron diferencias estadísticamente significativas en lo que respecta a su resistencia a la compresión en los grupos sin termociclado y con termociclado.

Palabras clave: ionómero de vidrio, resistencia a la compresión, envejecimiento.

ABSTRACT

Objective: Evaluate the compressive strength of three high-density self-curing glass ionomer cements artificially aged by thermocycling. **Methodology:** Self-curing high-density glass ionomer specimens of three brands divided into three groups each (control, 5,000, 10,000 cycles) were evaluated; all the specimens were subjected to stress tests with the universal testing machine with a load of 500 N at a speed of 1 mm/min until the specimen fractured. **Results:** In the Ketac Universal™ group, the highest average compressive strength is found in the control group (115.18 ± 21.73 MPa) followed by the group with 10,000 thermocycling cycles (115.18 ± 21.73 MPa), statistically significant differences were found between these groups ($p < 0.001$). In the Fuji IX™ group, the highest average compressive strength is found in the control group (115.57 ± 5.89 MPa) followed by the group with 5,000 thermocycling cycles (110.68 ± 6.05 MPa), statistically significant differences were found between these groups ($p < 0.001$). Ketac Molar Easymix™, the highest average compressive strength is found in the control group (100.52 ± 9.90 MPa) followed by the group with 5,000 thermocycling cycles (91.05 ± 7.77 MPa), found statistically significant differences between these groups ($p < 0.001$). It is concluded that the glass ionomers evaluated did not present statistically significant differences in terms of their resistance to compression in the groups without thermocycling and with thermocycling.

Keywords: glass ionomer, compressive strength, ageing

I. INTRODUCCIÓN

La caries dental tiene características epidemiológicas y su prevalencia es alta. En las denticiones permanentes, ocupó el primer lugar entre 328 enfermedades. Aproximadamente 2300 millones de personas en todo el mundo, tienen caries en los dientes permanentes (Global Burden of Disease, 2018).

La evidencia previa sugiere que la prevalencia de caries dental en niños de 12 años es de moderada a alta en la mayoría de los países de América Latina. Además, la prevalencia de necesidades de tratamiento y caries dental en la población adulta y anciana también puede considerarse alta en esta región. Aunque los programas de prevención con el uso de sal fluorada, fluoración y el agua fluorada se implementan en muchos países. Existe la necesidad de implementar una política de vigilancia, también hay un margen de mejora con respecto a la introducción de técnicas de mínima intervención en la práctica y los programas de salud pública (Sampaio et al., 2021).

Perú es uno de los países con alta prevalencia de caries dental no tratada en América del Sur. Las tasas extremadamente altas de caries dental en Perú y disparidades significativas en la salud oral estuvieron relacionadas con la pobreza, el alto consumo de azúcar y la baja alfabetización en salud oral. Sin embargo, existe un número de estudios limitado por lo que se observa que la salud bucal no ha recibido una alta prioridad de salud pública en el Perú porque a pesar de su alta incidencia no pone en riesgo la vida del ser humano (Castillo et al., 2019).

Los tratamientos que se realizan para restaurar las piezas dentarias utiliza tecnología de punta. Estas unidades dentales funcionan con agua potable y luz eléctrica. Existen zonas rurales en todo el país en donde estos elementos básicos no lo tienen, siendo una alternativa para métodos restauradores el Tratamiento Restaurativo Atraumático (TRA).

Este tratamiento alternativo consiste en la remoción total o parcial del tejido cariado, éste es un procedimiento mínimamente invasivo que consiste en extraer considerablemente esmalte y la dentina afectada reblandecida, utilizando solo instrumentos manuales y detector de caries para verificar si retiro toda la caries dental o no , la cavidad resultante es obturada con un material restaurador adhesivo con el fin de controlar la progresión de la caries a través de la propiedad de liberación de flúor que tienen dicho material. Esta técnica ha tenido un interés creciente en los últimos años ya que se utiliza en los casos en que hay obstáculos para llegar a las unidades de atención dental y se ha demostrado que tiene altas tasas de éxito en la dentición temporal como en la dentición permanente. (Saber et al., 2019).

En la actualidad el TRA sería una alternativa para realizar restauraciones dentales en época de pandemia (COVID -19) por estar libre de aerosoles el cual no utiliza fresas diamantadas y pieza de mano. Ante la pandemia del COVID-19 nace la necesidad de reducir la emisión de aerosoles siendo está técnica altamente efectiva cuando es combinado con materiales de restauración con buenas propiedades mecánicas como lo es el ionómero de vidrio de alta viscosidad. Este ionómero tiene adhesión química con la estructura dentaria disminuyendo la micro filtración debido a que posee una mejor estabilidad dimensional en comparación con las resinas compuestas y también tiene un efecto de liberación de flúor, lo cual reduce el riesgo de aparición y el progreso de la caries dental (Pesaressi, 2020).

Los cementos de ionómero de vidrio de alta densidad son indicados en el TRA ya que nos permiten tener mejor tiempo para poder realizar la manipulación del cemento y así obtener un óptimo resultado debido a que tiene las siguientes características: presenta una mejor resistencia compresiva, mejor resistencia a la flexura, una mejor resistencia mecánica, presenta una mínima solubilidad, mejores resultados en cuanto a la abrasión y a la resistencia al desgaste (Cedillo, 2010).

La resistencia a la compresión se puede definir como el esfuerzo máximo de compresión soportado por una muestra de ensayo durante la compresión, se expresa en megapascuales (MPa) (ISO 604,2002).

Estudios previos investigaron materiales de restauración usando varios modelos de biodegradación para el envejecimiento: por ejemplo, se eligieron solventes como agua destilada, saliva artificial o sustancias metabólicas de microorganismos (Zhou et al., 2018; Gorning et al., 2021).

Sin embargo, no hay mucha información sobre esto. Por lo cual el propósito de la presente investigación será evaluar la resistencia a la compresión de cementos ionómero de ionómero de vidrio de alta densidad usados para el tratamiento restaurador atraumático y su comportamiento debido al envejecimiento artificial.

1.1. Descripción y Formulación del Problema

En zonas urbanas existe el mayor acceso a las tecnologías para la salud, sin embargo, existen zonas alejadas en las cuales no se cuentan con estas tecnologías, en el caso de odontología pasa frecuentemente por lo cual no se pueden realizar tratamientos adecuados con materiales estéticos debido a que no cuentan con agua y luz eléctrica que conlleva al uso de sillones dentales, unidades de foto polimerización y otros equipos e insumos.

Teniendo en cuenta que muchas de estas personas que pertenecen a zonas rurales no tengan acceso a estos tratamientos, pero existe una alternativa de tratamiento restaurativos que se pueden realizar y esto es el tratamiento restaurativo atraumático (Pesaressi, 2020).

Actualmente en el mercado encontramos diversas marcas de cemento ionómero de vidrio de alta viscosidad para el TRA, disponibles en las casas dentales, las cuales pueden variar sus propiedades físico-mecánicas.

En este estudio se investigará la resistencia a la compresión de tres cementos de alta densidad indicados para el tratamiento TRA para evaluar cuál de ellos tiene un mejor rendimiento clínico ante la propiedad mecánica mencionada.

La presente investigación tiene el objetivo de evaluar la resistencia a la compresión de cementos ionómero de ionómero de vidrio de alta densidad usados para el tratamiento restaurador atraumático.

Por lo cual nos formulamos la siguiente pregunta ¿Cuál será la resistencia a la compresión de tres cementos de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad envejecidos artificialmente en un estudio in vitro?

1.2 Antecedentes

Sherief et al. (2021) realizó un estudio con el objetivo de investigar las propiedades antimicrobianas, la resistencia a la compresión y la capacidad de liberación de fluoruro de cementos de ionómero de vidrio de alta viscosidad después de la incorporación de aceites esenciales de canela y tomillo. Se prepararon experimentalmente modificándolos mediante la incorporación de aceites esenciales de tomillo y canela en la fase líquida del cemento al 5 y 10% v/v. La actividad antimicrobiana frente a microorganismos seleccionados (*Streptococcus mutans* y *Candida albicans*) se realizó mediante la prueba de contacto directo. La resistencia a la compresión de las cuatro nuevas formulaciones y grupo control se probó con una máquina de prueba universal, mientras que la liberación de iones de fluoruro se midió con un electrodo selectivo de iones a los días 1, 7, 14 y 28. Los resultados exhibieron efectos inhibidores significativamente más altos contra *Streptococcus mutans* y el crecimiento de *Candida albicans* en comparación con ionómero convencional. La resistencia a la compresión del 5% con canela modificada no mostró diferencia significativa en comparación con ionómero convencional. En conclusión, la incorporación de aceite de canela al 5% en ionómero de vidrio resultó en mejores

efectos antimicrobianos contra *S. mutans* y *C. albicans* y una mayor capacidad de liberación de fluoruro sin poner en peligro su resistencia a la compresión.

Ivanisevic et al. (2021) realizó un estudio con el objetivo de investigar las siguientes propiedades: resistencia a la compresión, módulo de compresión y la resistencia a la rotura de un cemento de ionómero de vidrio Fuji IX GP Extra y del mismo cemento ionómero de vidrio modificado con TiO_2 nanopartículas, macropartículas de hidroxiapatita de origen marino (md-HAp) y una mezcla de TiO_2 partículas NP y md-HAp. Se realizó la siguiente preparación el polvo de vidrio de fluoroaluminosilicato del ionómero de vidrio Fuji IX GP Extra, polvo de HAp y TiO_2 el polvo se mezcló manualmente para ello se utilizó un mortero durante un tiempo de 10 minutos para poder obtener una distribución lo más homogénea posible de HAp y/o TiO_2 en el polvo de vidrio de fluoroaluminosilicato Fuji IX. Luego los polvos preparados se mezclaron con el componente líquido mediante una espátula de plástico, según las indicaciones del fabricante. Se prepararon cuatro grupos: un grupo de control sin ninguna partícula añadida y tres grupos experimentales en los que el polvo del ionómero de vidrio se modificó con 3% en peso de TiO_2 , 3% en peso de HAp y 1,5% en peso de TiO_2 + 1,5% en peso de HAp. Las mezclas se colocaron en dispositivos de silicona luego se mantuvieron en agua desionizada por una semana después de pulió las imperfecciones quedando como molde final de 4mm de diámetro y 6mm de altura Fuji IX GP Extra. Las mediciones se realizaron en una máquina de prueba universal y se calcularon resistencia a la compresión, módulo de compresión, resistencia a la rotura. Los resultados del presente estudio revelaron que la modificación del polvo del cemento de ionómero de vidrio Fuji IX GP Extra con nano partículas de TiO_2 y micropartículas de md-HAp no mejora la resistencia a la compresión, el módulo de compresión ni la resistencia a la rotura. Por el contrario, las propiedades mecánicas probadas empeoraron, y en algunos casos de manera significativa.

Al-Tae et al. (2020) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar sistemáticamente el efecto de los modos de mezcla y la presencia de aditivos de vidrio reactivo en las propiedades físicas de varios ionómeros de vidrio. Evaluaron las propiedades físicas de ocho ionómeros de vidrio restauradores después de 1 día y 30 días del proceso de envejecimiento; los ionómeros fueron Fuji IX GP Extra (CyH), Ketac TM Fill Plus Applicap (C&H), Fuji II LC (C&H), Glass Carbomer Cement y Equia® Forte Fil, encapsulados versus mezclados manualmente. Se prepararon 256 probetas cilíndricas para resistencia a compresión y microdureza, mientras que 128 probetas en forma de disco se prepararon para ensayos de resistencia a flexión biaxial. Como resultados encontraron que los ionómeros de vidrio encapsulados tenían mejores propiedades significativas que los preparados manualmente. Concluyeron que el modo de mezcla de los cementos tuvo un efecto estadísticamente significativo en las propiedades físicas de los ionómeros de vidrio seleccionados

Bao et al. (2020) realizaron un estudio con el objetivo de estudiar la influencia de la concentración de 3-aminopropyltriethoxysilane en las propiedades mecánicas. Los resultados que encontraron fueron que la sorción de agua de cada ionómero de vidrio tenía una tendencia creciente con el aumento del tiempo de inmersión en agua. Después de un mes de inmersión en agua, el ionómero de vidrio reforzado tuvo la mayor sorción de agua ($p < 0,05$), mientras que el ionómero de vidrio tuvo la menor sorción de agua ($p < 0,05$). La solubilidad en agua del ionómero de vidrio alcanzó el valor máximo en una semana de inmersión en agua y no tuvo cambios después de prolongar más el tiempo de inmersión. Después de un mes de inmersión en agua, todos los grupos tenían una solubilidad en agua similar ($p > 0,05$). Concluyeron que en comparación con el ionómero de vidrio solo y el ionómero de vidrio reforzado, el ionómero

de vidrio reforzado con 5% en peso de fibras de basalto silanizado mostró mejores propiedades mecánicas integradas y resistencia al envejecimiento por agua.

Zhang et al. (2020) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la capacidad de reparación de siete cementos de ionómero de vidrio (CIV) Se utilizaron seis materiales comerciales de cemento de ionómero de vidrio (GIC) y un cemento de ionómero de vidrio modificado con resina (RMGIC), los materiales utilizados son los siguiente: Ketac® Universal Aplicap® (KU) (Neuss, 3M Alemania), EQUIA Forte® (EQF) (Lovaina, GC ,Bélgica), Fuji® II LC GIC modificado con resina (FII) (Lovaina, GC,Bélgica), ChemFil Rock (CFR) (Constanza, Dentsply Sirona, Alemania),Fuji® IX GP Capsule (FIX) (Lovaina, GC, Bélgica), IonoStar Plus (ISP)(Cuxhaven, VOCO, Alemania) y Riva Self Cure (RSC) (Victoria, SDI,Australia).Se empleó un modelo de prueba de compresión de bordes in vitro. Se prepararon un total de 448 especímenes cilíndricos normales y 192 reparados (6 × 4 mm). Las muestras reparadas se elaboraron en una base envejecida durante 1 mes antes de ser reparada al colocarle por una capa superior de material. Todas las muestras se hicieron madurar durante 1 día, 1 semana, 1 mes o 3 meses antes de ser sometidas a la prueba de resistencia a la compresión(CS) y a la prueba de estabilidad del borde(ES)usando una máquina de prueba universal. Para los especímenes normales, Ketac Universal(KU) obtuvo un CS significativamente más alto en todos los tiempos establecidos. ES de KU fue más débil que EQUIA Forte (EQF), FIX (Fuji IX) y RSC (Riva Self Cure). Los especímenes reparados mostraron CS comparable a los especímenes normales KU reparado mejoró significativamente CS en comparación con EQF reparado y Fuji II (FII) después de 1 día. No se encontraron diferencias estadísticas en ES entre estos grupos, se concluye que KU proporcionó la maduración más rápida y la mayor CS y ES en los modelos normales y de reparación después del envejecimiento a corto plazo.

Brzović et al. (2019) realizaron un estudio con el objetivo de comparar las resistencias a la compresión de dos materiales basados en ionómero de vidrio, materiales, con y sin un revestimiento de nanorrelleno fotopolimerizable, después de la carga cíclica y el termociclado. Se analizaron cuatro grupos de muestras (1) Equia Fil (GC, Tokio, Japón) sin recubrimiento; (2) Revestimiento Equia Fil con Equia Coat (GC, Tokio, Japón); (3) Equia Forte Fil (GC, Tokio, Japón) sin recubrimiento; y (4) Equia Forte Fil revestido con Equia Forte coat (GC, Tokio, Japón) fueron sometidos a carga cíclica (240.000 ciclos) utilizando un simulador de masticación (MOD, Esetron Smart Robototechnologies, Ankara, Turquía). Las mediciones de resistencia a la compresión se realizaron de acuerdo con la norma ISO 9917-1:2007, utilizando la máquina universal de ensayos mecánicos (Instron, Lloyd, Reino Unido). Se realizó un análisis de microscopio electrónico de barrido (SEM) después del termociclado. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre Equia Fil y Equia Forte Fil independientemente del recubrimiento ($p < 0,05$), pero una tendencia de aumento de la compresión se observó resistencia en las muestras recubiertas. En conclusión, el recubrimiento aumenta la fuerza de compresión de Equia Fil y Equia Forte Fil, pero no significativamente.

Arjomand et al. (2019) Para este estudio se seleccionaron dos Ionómeros de vidrio (Fuji IX GP Fast, GC, Japón y Ketac Universal, 3M, EE. UU.) y una resina compuesta que será empleada como grupo control (control; Filtek P60, 3M, EE.UU.). Los Ionómeros de vidrio se encapsularon y mezclaron usando un amalgamador y se aplicaron usando un aplicador apropiado. Se encapsularon ambos Ionómeros de vidrio. En total se prepararon 120 ejemplares (40 ejemplares de cada material). Estas muestras se fabricaron utilizando un molde cilíndrico de polieteretercetona (PEEK) con un diámetro de 4 mm y una altura de 6 mm Se hicieron cuarenta muestras cilíndricas ($4 \times 6 \text{ mm}^2$) de cada material y posteriormente se incubaron a

37°C con 95±5% de humedad. Luego se seleccionaron aleatoriamente veinte muestras de cada material para someterlas a envejecimiento en una máquina de termociclado utilizando 1000 ciclos (entre 5 y 55 °C). A continuación, se midió la resistencia a la compresión de las muestras utilizando una máquina de ensayo universal. Resultados (Santam 20, Teherán, Irán) a una velocidad de cruceta de 1 mm/minuto. El proceso de envejecimiento (termociclado) ocasiono un aumento significativo en la resistencia a la compresión de los tres materiales empleados. En general, Ketac Universal mostró una mayor resistencia a la compresión con un valor promedio de $271,1120 \pm 15,4387$ MPa y $248,6910 \pm 15,10716$ MPa con y sin envejecimiento, respectivamente, en comparación con Fuji IX GP y Filtek P60. Se concluye que el proceso de envejecimiento acrecenta la resistencia a la compresión de los Ionómeros y compuestos de vidrio; sin embargo, incluso con el envejecimiento, los Ionómeros de vidrios que actualmente están en el mercado todavía lidian por alcanzar valores próximos de resistencia a la compresión como el de la resina compuesta.

Dawood, et al. (2007) realizaron un estudio del efecto del envejecimiento sobre la resistencia a la compresión; sorción de agua; liberación de flúor; y solubilidad de Ionómeros de vidrio reforzados con cerámica (amalgomer CR), modificados con resina (Fuji VIII) y de alta viscosidad (Equia fill). Se prepararon un total de 141 muestras, 47 muestras por cada material de restauración. Para realizar las pruebas de resistencia a la compresión, se elaboraron muestras cilíndricas (4 mm de diámetro y 6 mm de espesor) después de 24 horas y 6 meses de almacenamiento en agua desionizada (n=10). Se prepararon muestras en forma de disco con 6 mm de diámetro y 3 mm de espesor para la liberación de fluoruro (n=7) y medido a las 24, 48 horas, 7 días, 1, 3 y 6 meses. Se prepararon muestras en forma de disco (15 mm de diámetro y 1 mm de espesor) para pruebas de sorción y solubilidad en agua y se midieron a los 7 días, 1, 3 y 6 meses (n=5). Las muestras fueron elaboradas de acuerdo con la norma IS 9917-1:2007.

Los materiales fueron elaborados según la indicación del fabricante, se colocó el material en un molde de teflón de dimensiones de 4 mm de diámetro y 6 mm de espesor. Se colocó todas las muestras obtenidas en una incubadora (Titanox, TITANOX art. A3-213 Picenardi (CR), Italia) y se mantuvo a 37°C durante 1 hora. Luego se desmoldó, se terminó con papel w y se aplicó el barniz. Se colocó en agua desionizada de la muestra a 37°C en la incubadora según el período de almacenamiento: 24 horas o 6 meses (n=10) para las pruebas de resistencia a la compresión, las muestras se cargaron u hasta la fractura usando una máquina de prueba universal (Instron™ 3365, Massachusetts, Reino Unido) la cual tiene una velocidad de la cruceta de 1 mm/minuto hasta la fractura. Para los grupos de 24 horas, amalgomer CR y Fuji VIII mostraron la mayor resistencia a la compresión sin diferencias significativas entre ellos. Para los grupos de 6 meses, la resistencia a la compresión del amalgomero CR disminuyó significativamente. Se descubrió que Amalgomer CR tenía la mayor capacidad de liberación de fluoruro después de 24 horas de almacenamiento en agua desionizada, seguido del llenado de Fuji VIII y Equia. Para los grupos de los 7 días, el relleno Equia mostró la menor cantidad de sorción y solubilidad, seguido por el amalgómero CR y Fuji VIII. El patrón de sorción y solubilidad en agua de todos los materiales probados reveló un aumento con el envejecimiento en agua.

Blanco (2017) realizó un estudio con el objetivo de evaluar la resistencia a la compresión en restauraciones de ionómero de vidrio y de resina compuesta en cavidades clase I en premolares. Un estudio experimental *in vitro*, para evaluar la resistencia a la compresión de dos tipos de materiales restaurador estomatológico, utilizando como objeto de estudio 52 dientes premolares birradiculares. Las muestras fueron distribuidas en cuatro grupos con diferencias en sus características, como fueron el material restaurador y la profundidad de la cavidad (2-4 mm). Se empleó como material restaurador ionómero de vidrio y resina

compuesta. Las muestras grupales fueron sometidas a una fuerza vertical compresiva utilizando un texturómetro EZ-SSHIMADZU hasta lograr producir la fractura del material. Los resultados obtenidos al evaluar la dureza superficial de los diferentes materiales restauradores, muestran que existen diferencias estadísticas a favor de la resina compuesta en comparación con el ionómero de vidrio en ambas profundidades ($p = 6.908 \times 10^{-11}$ y $p = 0.000$), y en la comparación intragrupal se aprecia una diferencia significativa entre los dos grupos de resina e ionómeros a distinta profundidad ($p = 0.000155887$ y $p = 0.00257443$). En conclusión, al evaluar las cavidades de los órganos dentarios de 4 mm de profundidad, que fueron restaurados con resina Tetric N-Ceram, éstas presentan mayor dureza en comparación con los que fueron restaurados con resina Vitremer™ a 2 y 4 mm y que la misma resina a 2 mm de profundidad.

Mallmann, et al. (2007) realizó un estudio con el propósito de evaluar la resistencia a la compresión de cementos de ionómero de vidrio, uno convencional (Vitro Fil - DFL) y otro de resina modificada (Vitro Fil LC - DFL). Se fabricaron diez especímenes con cada material y en un total de 40 ejemplares. Se sometieron a un ensayo de resistencia a la compresión en una máquina de ensayo universal (EMIC), dando como resultados los valores medios de resistencia a la compresión (MPa), fueron: $54,00 \pm 6,6$ y $105,10 \pm 17,3$ para la muestra de 12 mm x 6 mm usando Vitro Fil y Vitro Fil LC, respectivamente, y $46,00 \pm 3,8$ y $91,10 \pm 8,2$ para la muestra de 6 mm x 4 mm usando Vitro Fil y Vitro Fil LC, respectivamente. El cemento de ionómero de vidrio modificado con resina obtuvo los mejores resultados, independientemente de las dimensiones de la muestra. Para ambos materiales de ionómero de vidrio, el 12 mm x 6 mm matriz condujo a resultados de mayor resistencia a la compresión que la matriz de 6 mm x 4 mm. Una mayor se observó variabilidad en los resultados cuando los cementos de ionómero de vidrio se usaron en los arreglos.

1.3 Objetivos

Objetivo general

Evaluar la resistencia a la compresión de tres cementos de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad envejecidos artificialmente.

Objetivos específicos

- Determinar la resistencia a la compresión del cemento del ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad Ketac Universal™ evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje.

-Determinar la resistencia a la compresión del cemento de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad Fuji IX™ evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje.

- Determinar la resistencia a la compresión del cemento del ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad Ketac Molar Easymix™ evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje.

1.4 Justificación

Teórica

Los resultados del presente trabajo de investigación permitirán aumentar la evidencia frente a la temática de la resistencia a la compresión de los cementos de Ionómeros de vidrio de alta densidad y observar cuál de ellos es que presenta una mejor propiedad mecánica (resistencia a la compresión).

Práctica

La difusión de este tipo de investigación nos ayudará a que el odontólogo tenga más conocimiento sobre las propiedades mecánicas y físicas de los nuevos Ionómeros de vidrio de alta densidad y de tal manera que puedan ser utilizados.

Social

Los resultados de esta investigación beneficiarán a las pacientes que no cuenten con un acceso a tratamientos de odontología restauradora moderna por un tema de localización o económico. Es así que en poblaciones que no tengan accesos a procedimientos restauradores modernos, sería una alternativa el uso de ionómeros de vidrio de alta densidad. Además, el uso del ionómero de vidrio de alta densidad nos va a permitir realizar tratamientos restaurativos atraumáticos, el cual es muy beneficioso para pacientes que tienen problemas psicológicos, o con habilidades especiales motoras, e incluso en circunstancias de pandemia como la del COVID que involucren un mayor contagio de esta enfermedad con el uso de aerosoles, ya que el uso de estos ionómeros de alta densidad autopolimerizable no necesita equipos que emitan aerosoles.

Metodológico

El presente estudio dará información sobre la resistencia a la compresión de los Ionómeros en diferentes tiempos de 24 horas ,5000 ciclos y 10000 ciclos de termociclaje, información que ha sido poco investigada. Además, no hay información que compare los tres Ionómeros Ketac Universal™, Fuji IX™ y Ketac Molar Easymix™, de este estudio sometida a termociclaje específicamente y después evaluada su resistencia a la compresión, Solo existe información aislada de cada uno lo cual limitado para el clínico ya que se debería comparar, para saber cuál es el mejor al ser sometidos al ensayo mecánico de resistencia a la compresión después del termociclaje.

1.5 Hipótesis

Existe diferencia significativa entre la resistencia a la compresión del cemento de ionómero de vidrio Ketac Universal™, Fuji IX™ y Ketac Molar Easymix™ autopolimerizables de alta densidad envejecidos artificialmente evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1 *La caries*

La caries dental es una enfermedad multifactorial, la cual sigue siendo una problemática a nivel mundial, las lesiones cariosas, en muchas ocasiones presenta genera dolor y molestias en los pacientes, sobre todo en la comunidad infantil, donde la falta de higiene y desbalance de la dieta contribuyen al desarrollo de más lesiones cariosas; es por ello que se buscó la realización de las restauraciones de una forma menos traumática, para así poder tratar mucho mejor a la población infantil (Medina et al., 2021).

En las restauraciones de los dientes en dentición decidua se debe completar tanto la función y estética hasta la erupción de los dientes permanentes, por lo que es necesario la implementación de las técnicas menos invasivas y atraumático (Zúñiga et al., 2020).

2.1.2 *Tratamiento restaurador atraumático*

El tratamiento restaurador atraumático (TRA) es considerado una alternativa de tratamiento de eliminación de lesión cariosa , rápida, confiable y eficaz; usualmente para la realización de restauraciones, se realizaba con la técnica convencional, sin embargo, en la actualidad se ha complementado con una técnica referida a la odontología mínimamente invasiva, denominada TRA, la cual consiste en la eliminación del tejido descalcificado y desmineralizado mediante instrumentales manuales, siendo las curetas el instrumento de elección primaria; el retiro de todo el tejido se realiza sin el uso del instrumental rotatorio, y la obturación de la cavidad realizada con los Ionómeros de vidrio (Vicente da Silva et al., 2022; Costa et al.,2021).

El Tratamiento Restaurador Atraumático, se basa en el retiro de tejido en malas condiciones utilizando un instrumento manual de ahí prosigue la aplicación de un material de restauración adherente, está amparado por la Organización Mundial de la Salud

prioritariamente en zonas de bajos recursos económicos y para personas miedosas también están incluidas las personas con alguna deficiencia (Wang et al., 2009).

Esta técnica fue desarrollada alrededor de los años 80s., debido a que había una buena atención a la población de Tanzania, siendo el tratamiento de exodoncias el indicado para las lesiones profundas, debido a la escasez de material; paralelo a esta problemática se estuvo evolucionando los materiales dentales y la técnica TRA, siendo incluida en el “Paquete básico de Salud Bucal” de la OMS. La difusión global de esta nueva técnica cambio paradigmas en el manejo de las lesiones de caries, específicamente en relación con los principios de remoción total de tejido cariado para ser reemplazada por la hoy difundida remoción selectiva de tejido cariado utilizando exclusivamente instrumentos manuales (Cabello et al., 2022).

A nivel nacional, el MINSA en el 2006, se publicó el Procedimiento de Restauración Atraumática (TRA) con la finalidad de impulsar las atenciones odontológicas y prevenir la propagación de las lesiones cariosas en la población con limitaciones económicas, debido a que no pueden acceder a las restauraciones convencionales (Minsa, 2006).

La realización de la técnica TRA, se basa en la eliminación de la dentina infectada con una cureta dental, una vez verificado todo el retiro del tejido afectado, se acondiciona con ácido durante unos segundos, para que posterior se introduzca el ionómero de vidrio (Soriano- Blanco et al., 2019; Medina et al., 2021).

Las indicaciones para la elección de la técnica TRA, es priorizada en la dentición decidua de los pacientes pediátricos, pacientes con ansiedad adultos y/o niños, pacientes con enfermedades especiales y hospitalizados. Por otro lado, no está indicado cuando se encuentra compromiso pulpar, exposición pulpar, abscesos dentales y caries muy profundas; debido a que estos tienen un tratamiento diferente sea endodoncia o exodoncia (Pfeffer et al., 2020; Saber et al., 2019).

Algunas ventajas de la utilización de la técnica TRA, es una técnica sencilla, se puede realizar de manera ambulatoria sin la necesidad de una caja control o un sillón dental, usando solo instrumentos esenciales y accesibles, otra ventaja es que solo elimina el tejido descalcificado, sin necesidad de la eliminación de tejido sano; lo cual permite dejar de lado la utilización de fresas diamantadas y una pieza de mano, el cual genera vibraciones y aerosoles, además el uso del ionómero de vidrio favorece a la liberación de flúor, previniendo el desarrollo de caries dental; además debido que pertenece a la odontología mínimamente invasiva, disminuye la ansiedad y el temor en los pacientes, ya que no se usa anestesia dental y hay una reducción del dolor. Por lo tanto, la elaboración de la cavidad con instrumentos manuales preserva la mayor cantidad de tejido dentario sano y con potencial de remineralización, lo cual otorga menos trauma al diente tratado (Costa et al., 2021; Medina et al., 2021; Fuck et al., 2022).

En la pandemia del COVID-19, se sugirió la realización y abordaje de esa técnica, para la eliminación y reducción de la emisión de aerosoles, debido a que con la mezcla de saliva y sangre se atribuía como propagación del virus SARS-CoV-2; por lo que el TRA estuvo indicado como técnica ideal a lo largo de la pandemia, debido a que no esparcía el riesgo de contagio a las demás personas en la consulta (Vicente et al., 2022).

2.1.3 Ionómero de vidrio

Desde hace varios años, uno de los materiales más utilizados en las restauraciones es el ionómero de vidrio, además de haberse implementado como base cavitaria y cementos en tratamientos de rehabilitación protésica. Es un material a base de agua producto entre un polvo de vidrio de fluoroaluminosilicato y una solución acuosa de poliácido. Entre las propiedades fundamentales de los materiales se encuentra la dureza superficial, la cual quiere decir que no será deformado, y será resistente al desgaste; sin embargo, el fraguado es lento, lo cual lo hace susceptible a la humedad (Cabello et al., 2020; Torres et al., 2015).

El ionómero de vidrio autopolimerizable es un material comúnmente utilizado en la odontología actualmente debido a sus propiedades que hacen que el ionómero sea muy útil y por ende muy utilizado no solamente para la obturación sino también para la cementación, sus principales usos son para restauración de muñones como base para restauraciones. El ionómero de vidrio se considera un buen material de elección prioritario para ser usado en la técnica de Restauración Atraumático ya que se colocará en la cavidad realizada de forma manual por el operador, de la misma manera se han obtenido resultados muy similares en cuanto a la permanencia en el tiempo adicionándole resina al ionómero de vidrio , es por ello de su vital importancia del ionómero de vidrio autopolimerizable ser utilizado en lugares en las cuales se hace difícil el acceso de tener materiales adicionales para la colocación del ionómero de vidrio como por ejemplo una lámpara de luz alógena, es por ellos de su vital importancia y es por eso que merece un estudio detallado (Hernández et al., 2013).

Debido a las diferentes investigaciones a lo largo del tiempo, se fue mejorando las propiedades y factores del ionómero de vidrio, por lo que ha sido acondicionado como un adecuado material para la técnica TRA; debido a su reconocida liberación de flúor, realizando su acción remineralizante; considerado como una excelente opción de supervivencia en la cavidad oral (Almuhaiza, 2016).

Es utilizado como material de restauración, sobre todo en lesiones cariosas de una superficie en dentición primaria, a su vez, también se puede emplear como un material de restauración temporal. En la Técnica TRA, es utilizado para la inactivación de caries abiertas o rampantes (Cedillo, 2010; Caso y Campos, 2021).

Se puede otorgar la denominación de material ideal al momento de la detección de caries radicular (Cabello et al., 2022).

Por otro lado, está contraindicado cuando se indica una restauración en el esmalte vestibular, ya que es menos estéticos que las resinas, y en restauraciones que van a estar

sometidas a grandes fuerzas oclusales; otra situación en la cual no estaría indicado es cuando el paciente presenta un bruxismo no controlado; además de los casos de comunicación pulpar y obturación de conductos (Cabello et al., 2022; Caso y Campos, 2021).

Se clasificó al ionómero de vidrio de una manera sencilla, basada en su composición, siendo Ionómeros convencionales o tradicionales, donde se subdivide en dos subgrupos, alta densidad y remineralizantes; Ionómeros modificados, donde están incluidos los Ionómeros vítreos modificados con resinas fotopolimerizables y modificados con resinas autopolimerizables. Se describe a los Ionómeros de vidrio de alta densidad, a los que tienen un tiempo de trabajo reducido, por lo que endurecen más rápido; además tienden a liberar altas y sostenidas cantidades de fluoruros, así como por presentar mejores propiedades mecánicas; especialmente resistencia al desgaste y a la abrasión; por lo general, se asocian a los tratamientos de mínima invasión (Cedillo, 2010).

El ionómero de vidrio es un material que ha estado en constante evolución, debido a las investigaciones a lo largo del tiempo, se ha ido implementando su composición para beneficiar y complementar el material, actualmente presenta las siguientes características, tales como liberación de flúor que le da propiedades anticariógenas, adhesión química al esmalte y dentina y un coeficiente de expansión térmica igual a la que presenta la estructura dentaria (Caso y campos, 2021).

Los ionómeros presentan distintas ventajas siendo su gran capacidad adhesiva a los tejidos dentarios, quedando sellado y protegido, evitando así las filtraciones y extensiones de caries secundarias; tienen un coeficiente de expansión térmica proporcionando adaptación al margen de las restauraciones, cariostático debido a que la cavidad es menos descalcificada por su liberación de flúor, el cual puede ser liberado en una cantidad de hasta 5 años posteriores a la restauración, a su vez actúa como un depósito, es decir, absorbe los iones flúor del fluoruro tópico, haciendo a los dientes menos susceptibles a las lesiones cariosas y teniendo la capacidad

de remineralizar; alta biocompatibilidad debido a que este material cuando entra en contacto con la cavidad bucal produce estabilidad biológica y estructural, esta ventaja se da cuanto entra en contacto con el esmalte y la dentina únicamente (De la Paz, 2016).

Por lo tanto, presenta, alta biocompatibilidad, buenas propiedades físico-mecánicas, buena adherencia a sustratos dentarios, Mínima contracción al polimerizar, Propiedades aislantes, térmicas y eléctricas, buen sellado marginal, facilidad de aplicación, anticariogénico por liberación de flúor y por su actividad antimicrobiana (Caso y Campos, 2021).

Algunas causas de los fracasos de las restauraciones con ionómero de vidrio son la microfiltración, la cual se define como la mala adaptación; la falta de una buena adhesión del material a la dentina, lo que podría desencadenar una posible contaminación por los fluidos orales, y la falta de destreza o experiencia en el manejo del material lo cual dificultaría su colocación y podría desencadenar en fracasos (Ghandehari et al., 2012).

2.1.4 Resistencia a la compresión

La resistencia compresiva es la tensión máxima que puede soportar un cuerpo sin fracturarse, es causada por la acción de dos fuerzas de igual dirección, actuando sobre una misma recta, y en sentido contrario buscando acercar sus puntos de aplicación y, por ello, generando una tendencia a reducir la longitud del cuerpo, estas tensiones que se inducen son llamadas compresivas. Esta tensión se induce en un cuerpo apoyado sobre una superficie, si bien aparentemente la fuerza actuante es una, no debe olvidarse la presencia de la reacción de la superficie que lo sostiene (Machi, 2007).

Aquel esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento, la resistencia a la compresión de un material indica la fuerza necesaria para lograr la ruptura del cuerpo (Toledano et al., 2003).

Las resistencias a la compresión y a la tracción son muy similares a la dentina. Está relacionada con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor resistencia a la compresión y a la tracción (Rodríguez y Pereira, 2008).

Los cementos de ionómero de vidrio convencionales se someten a pruebas de resistencia a la compresión y tienen un requisito mínimo de 100 MPa para uso restaurador en pacientes. Por otro lado, los Ionómeros de vidrio modificados con resina están especificados para probar la resistencia a la flexión y deben tener una resistencia mínima de 20 MPa para uso clínico (Nicholson et al., 2020).

Desde entonces, se han desarrollado cementos ionómero de vidrio de alta resistencia/alta viscosidad para abordar las propiedades físicas y mecánicas relativamente pobres de los cementos ionómero de vidrio convencionales y para usarse como materiales de restauración en dientes posteriores que soportan mayor tensión. Sin embargo, estos materiales aún pueden experimentar fallas en la restauración, por ejemplo, en restauraciones con técnica de restauración atraumática (TRA) de múltiples superficies, restauraciones en sitios que soportan mucha tensión, lo que indica la necesidad de mejorar aún más sus propiedades físicas y mecánicas (Pereira et al., 2002).

2.1.5 Envejecimiento

El envejecimiento cambia las propiedades mecánicas de los materiales dentales con el tiempo. Además, la temperatura influye en los procesos de envejecimiento a través del aumento de la velocidad de reacción, lo que acelera la degradación química. Este envejecimiento químico también se da debido a sustancias metabólicas generadas por microorganismos, el ácido láctico es un ejemplo de productos metabólicos de bacterias de la placa como *Lactobacilis sp.* y *Streptococcus mutans*, que descomponen la glucosa en lactato por fermentación para su propia generación de energía (Gorning et al., 2021).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Experimental, longitudinal, comparativo, prospectivo.

3.2. Ámbito temporal y espacial

La elaboración de los especímenes se realizó en el laboratorio de Operatoria Dental de la Universidad Nacional Federico Villareal.

La prueba de resistencia a la compresión se realizó en el Laboratorios High Technology Laboratory Certificate S.A.C. ubicado en la Av. Lurigancho N° 1063, San Juan de Lurigancho, en el año 2023.

3.3. Variables

Variable dependiente

Resistencia a la compresión

Variable independiente

Tipo de material de restauración de los especímenes de Cementos Ionómeros de vidrio autopolimerizable de alta densidad Ketac Universal™, Fuji IX™ y Ketac Molar Easymix™

Variable interviniente

Envejecimiento Artificial

Variables	Definición operacional	Indicador	Tipo	Escala	Valores
Variable interviniente Envejecimiento artificial	Simulación del envejecimiento del ionómero de vidrio a través de ciclos de termociclado.	Número de ciclos de envejecimiento	Cualitativa	Ordinal	1=24 horas sin termociclado (Control) 2=5000 ciclos de envejecimiento 3=10000 ciclos de envejecimiento
Variable dependiente Resistencia a la compresión	Capacidad para soportar una carga por unidad de área	Maquina Universal	Cuantitativa	Razón Continua	Mpa
Variable independiente Ionómeros de vidrio de alta densidad autopolimerizable.	Tipo de material de restauración.	Marca comercial	Cualitativa	Nominal	-Ketac Universal™ - Fuji IX™. -Ketac Molar Easymix™

3.4. Población y muestra

La población de estudio fueron todos los especímenes de ionómero de vidrio de alta densidad autopolimerizable de las marcas Ketac Universal™, Fuji IX™ y Ketac Molar Easymix™.

La muestra para cada grupo de evaluación fue constituida por siete especímenes de acuerdo al ISO 3597-3:2003(E) para cada grupo. Siendo la distribución de los grupos de la siguiente manera:

Grupo A: Ketac Universal™ en agua destilada durante 24 horas (control).

Grupo B: Ketac Universal™ envejecido en 5000 ciclos.

Grupo C: Ketac Universal™ envejecido en 10000 ciclos.

Grupo D: Fuji IX™ en agua destilada durante 24 horas (control).

Grupo E: Fuji IX™ envejecido en 5000 ciclos.

Grupo F: Fuji IX™ envejecido en 10000 ciclos.

Grupo G: Ketac Molar Easymix™ en agua destilada durante 24 horas (control).

Grupo H: Ketac Molar Easymix™ envejecido en 5000 ciclos.

Grupo I: Ketac Molar Easymix™ envejecido en 10000 ciclos.

Criterios de selección se divide en dos criterios tanto incluyente como excluyente

Criterios de inclusión. Son aquellos que no serán empleados en el grupo experimental

- Especímenes de CIV de alta densidad autopolimerizable preparados según las indicaciones de los fabricantes.

- Especímenes de CIV de alta densidad autopolimerizable sin cuerpos extraños.

- Especímenes de CIV de alta densidad autopolimerizable sin burbujas.

- Especímenes de CIV de alta densidad autopolimerizable sin fracturas y sin fisuras.

Criterio de exclusión. Son aquellos que forman parte del grupo experimental

- Especímenes de CIV de alta densidad autopolimerizable que no son preparados según las indicaciones de los fabricantes.

- Especímenes de CIV de alta densidad autopolimerizable con cuerpos extraños.
- Especímenes de CIV de alta densidad autopolimerizable con burbujas.
- Especímenes de CIV de alta densidad autopolimerizable con fracturas y fisuras.

3.5. Instrumentos

- Ficha de recolección de datos (Anexo B)
- Máquina de prueba universal Instron ®

Las máquinas de pruebas universales, también conocidas como máquinas de pruebas de tracción, incluyen sistemas electromecánicos e hidráulicos para realizar pruebas de tracción, compresión, flexión, pelado, desgarrado, cizallamiento, fricción y otros tipos de pruebas mecánicas de acuerdo con las normas ISO.

El uso de este equipo permitirá eliminar un sesgo de medición ya que esta máquina debe estar calibrada.

3.6. Procedimientos

Capacitación

La investigadora fue capacitada por un especialista del área de operatoria dental en la preparación de las muestras utilizadas, siendo solo ella la que realizó el mezclado de los materiales según las indicaciones del fabricante.

Preparación de especímenes

El procedimiento para realizar el espécimen se tomó en cuenta el ISO9917-1 que indica que las medidas deben ser de 4 mm de diámetro por 6 mm de longitud de acuerdo a la especificación N° 30 de la Asociación Dental Americana (ADA), "tal como están moldeadas o pre-tratadas". Se prepararon 07 moldes de acuerdo a las especificaciones de ISO 9917-1.

La preparación y manipulación de los cementos se realizó según indicación del fabricante. La manipulación se llevó a cabo sobre el block de mezcla se separó en dos partes iguales, la botella que contiene el líquido se inclinó sobre un costado y se apretó suavemente para permitir que caiga una gota clara libre de burbujas la mitad del polvo, se mezcló durante un tiempo de 10 segundos, mientras que el polvo restante se mezcló durante unos 25 segundos (Al-Tae et al., 2014). La masa resultante de la mezcla se insertó utilizando la pistola aplicadora con una punta aplicadora tipo Centrix se colocó lentamente en moldes cilíndricos previamente lubricados, dicho molde se colocó entre dos tiras de poliéster, una colocada superiormente y otra inferiormente; también se colocó una placa de vidrio superior e inferior respectivamente y luego se realizó una ligera presión para hacer fluir el exceso de cemento. Después de media hora las muestras fueron retiradas de los moldes y los excesos que queden fueron retirados con una hoja de bisturí número 12 (Wang, et al., 2014). Los especímenes fueron almacenados en frascos estériles con agua destilada durante 24 horas.

Los especímenes se dividieron y fueron distribuidos aleatoriamente por el personal del laboratorio en grupos de igual tamaño que estuvieron conformados por un grupo control y los otros de grupos experimentales para cada cemento, esta división fue en frascos rotulados; de los cuales el personal de laboratorio no supo a qué marcas pertenecían.

Envejecimiento artificial

Los especímenes que serán sometidos a envejecimiento artificial se colocaron en viales de vidrio con 5 ml de solución de agua destilada, tapados con algodón hidrófobo para protegerlos, fueron colocados en recipientes para cada grupo previamente rotulados es decir se les realizó el etiquetado de diferentes tipos de envase de acuerdo a la marca del ionómero y fueron almacenados en una con una temperatura de 37°C. Se realizó el termociclado a 5000 ciclos y 10 000 ciclos de 5°C y 55°C, con 100 segundos por ciclo y un intervalo de 5s para eliminar el agua de las cámaras (Brzović et al., 2019).

Medición de la resistencia a la compresión

Todos los especímenes fueron sometidos a ensayos de esfuerzo con la máquina de prueba universal con una carga de compresión de 500 N a una velocidad de 1 mm/1min hasta que el espécimen se fractura (Brzović et al., 2019). Estas mediciones fueron realizadas sistemáticamente por la máquina de prueba universal Instron® la cual es manejada por un profesional del laboratorio, por lo cual no fue necesaria la capacitación ni calibración del investigador. Los resultados obtenidos fueron registrados en la ficha de recolección de datos (Anexo B).

3.7. Análisis de Datos

Se creó una base de datos en el programa Microsoft Excel para que luego sean procesadas en el paquete estadístico SPSS Versión. 27.0. Para comparar la medida de resistencia a la compresión entre los tipos de ionómero de vidrio de alta densidad primero se aplicó la prueba de Prueba de Shapiro Wilk, en donde se evaluó que los datos presentaban distribución normal. Por ello se utilizó la prueba estadística paramétricas de ANOVA para muestras independientes, con un nivel de significancia de $p < 0,05$ y un nivel de confianza del 95%. Los resultados fueron presentados en tablas y figuras.

3.8. Consideraciones éticas

Esta investigación no presenta alguna implicancia ética ya que se comparó la resistencia a la compresión mediante especímenes en forma cilíndrica de 4mm de diámetro y 6mm de longitud de dos tipos diferentes de cementos de Ionómeros de vidrio auto curado de alta densidad tales como Ketac Universal™, Fuji IX™ y Ketac Molar Easymix™, en la cual no hubo contacto directo con alguna persona. Siendo financiado los materiales de investigación por mis propios recursos económicos. Los equipos fueron manejados por profesionales expertos bajo las medidas actuales de bioseguridad y cuyos profesionales no tienen ningún

tipo de relación con las empresas de las marcas de Ionómeros que se utilizaron en esta investigación, por lo que no hay ningún tipo de conflictos de interés en esta investigación.

IV. RESULTADOS

En esta investigación realizada con ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad, se evaluó la resistencia a la compresión de tres cementos de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad envejecidos artificialmente evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje, mediante un estudio in vitro.

Tabla 1

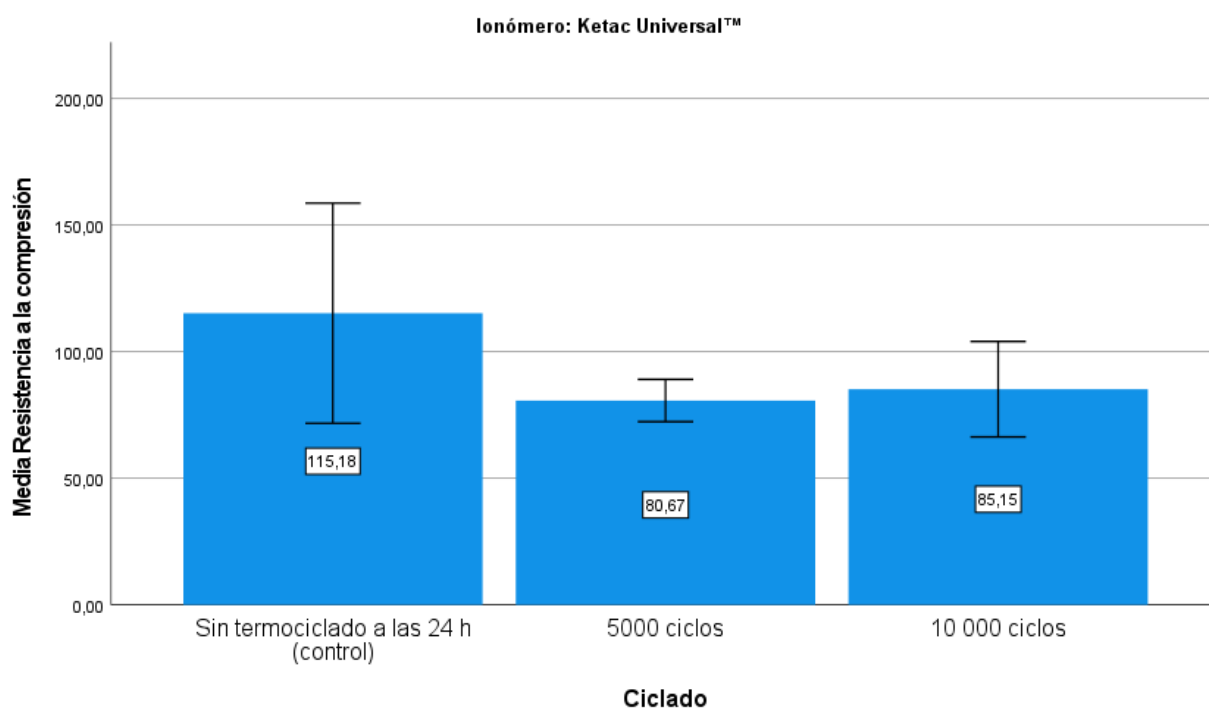
Resistencia a la compresión del cemento del ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad Ketac Universal™ evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje.

		Resistencia a la compresión (MPa)						
		Sin termociclado a las 24 h (control)		5000 ciclos		10 000 ciclos		Valor p*
		x	D.E.	x	D.E.	x	D.E.	
Ionómero	Ketac	115,18	21,73	80,67	4,18	85,15	9,44	<0,001
	Universal™							

Nota. Prueba ANOVA; x, promedio; D.E., desviación estándar.

Figura 1

Resistencia a la compresión del cemento del ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad Ketac Universal™ evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje.



Nota. En la tabla 1 y figura 1 se observa que el mayor promedio de resistencia a la compresión se encuentra en el grupo control ($115,18 \pm 21,73$ MPa) seguido del grupo con 10 000 ciclos de termociclado ($115,18 \pm 21,73$ MPa). Además, se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados ($p < 0,001$).

Tabla 2

Resistencia a la compresión del cemento de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad Fuji IX™ evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje.

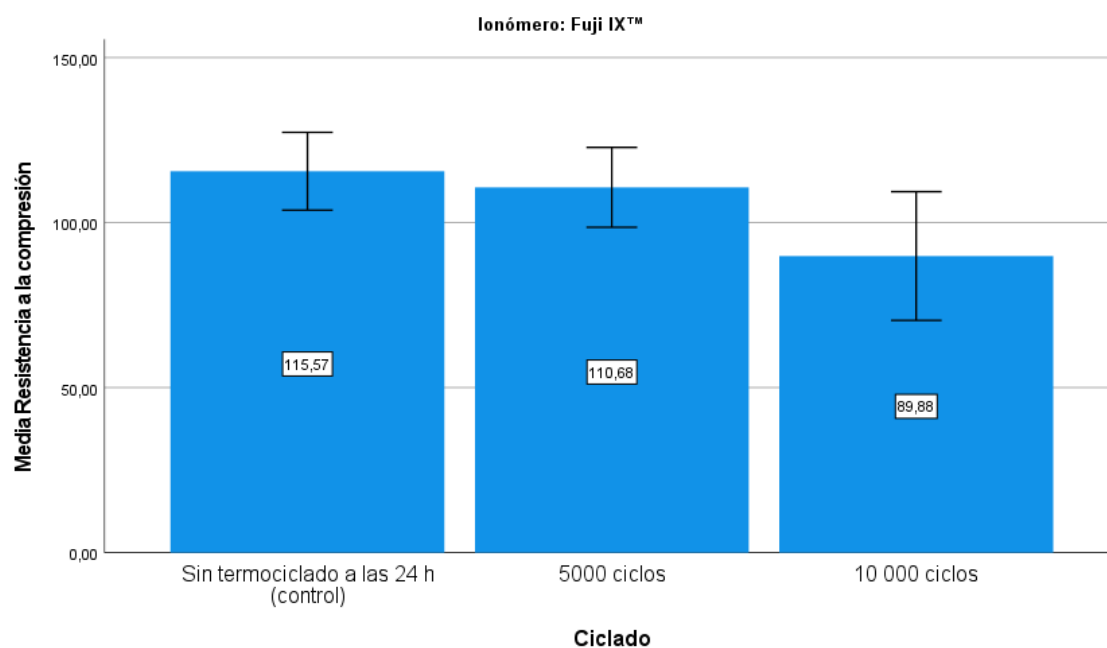
Resistencia a la compresión (MPa)

		Sin termociclado a las 24 h (control)						Valor p*
		5000 ciclos		10 000 ciclos				
	Fuji IX™	x	D.E.	x	D.E.	x	D.E.	
Ionómero	Fuji IX™	115,57	5,89	110,68	6,05	89,88	9,75	<0,001

Nota. Prueba ANOVA; x, promedio; D.E., desviación estándar.

Figura 2

Resistencia a la compresión del cemento de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad Fuji IX™ evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje.



Nota. En la tabla 2 y figura 2 se observa que el mayor promedio de resistencia a la compresión se encuentra en el grupo control ($115,57 \pm 5,89$ MPa) seguido del grupo con 5 000 ciclos de termociclado ($110,68 \pm 6,05$ MPa). Además, se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados ($p < 0,001$).

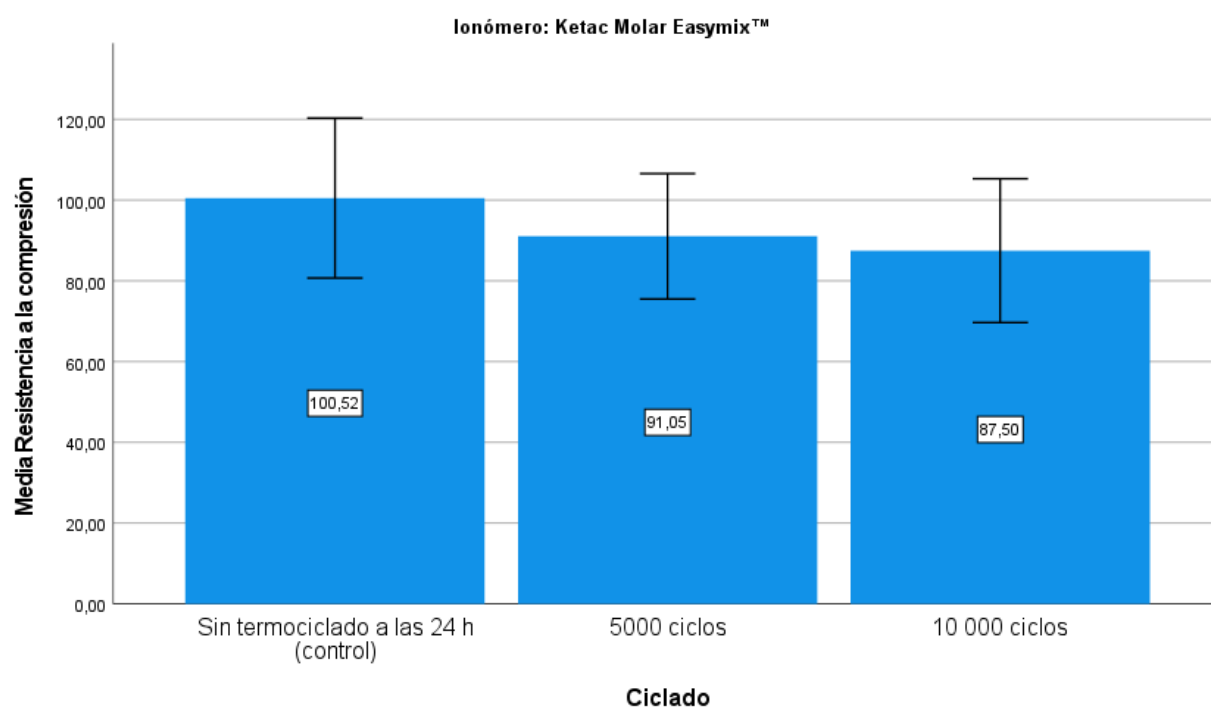
Tabla 3

		Resistencia a la compresión (MPa)						Valor p*
		Sin termociclado a las 24 h (control)		5000 ciclos		10 000 ciclos		
		x	D.E.	x	D.E.	x	D.E.	
Ionómero	Ketac Molar	100,52	9,90	91,05	7,77	87,50	8,90	<0,001
	Easymix™							

Nota. Prueba ANOVA; x, promedio; D.E., desviación estándar.

Figura 3

Resistencia a la compresión del cemento del ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad Ketac Molar Easymix™ evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje.



Nota. En la tabla 3 y figura 3 se observa que el mayor promedio de resistencia a la compresión se encuentra en el grupo control ($100,52 \pm 9,90$ MPa) seguido del grupo con 5 000 ciclos de termociclado ($91,05 \pm 7,77$ MPa). Además, se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados ($p < 0,001$).

Tabla 4

Resistencia a la compresión de tres cementos de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad envejecidos artificialmente evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje.

		Resistencia a la compresión (MPa)						Valor p*
		Ketac		Fuji IX™		Ketac Molar Easymix™		
		Universal™						
		x	D.E.	x	D.E.	x	D.E.	
Ciclado	Sin termociclado a las 24 h (control)	115,18	21,73	115,57	5,89	100,52	9,90	0,106
	5000 ciclos	80,67	4,18	110,68	6,05	91,05	7,77	0,114
	10 000 ciclos	85,15	9,44	89,88	9,75	87,50	8,90	0,853

Nota. Prueba ANOVA; x, promedio; D.E., desviación estándar. En la tabla 4 se observa que a las 24 horas sin termociclado (control) se encontró mayor promedio de resistencia a la compresión en el Fuji IX™ ($115,57 \pm 5,89$ MPa), seguido del Ketac Universal™ ($115,57 \pm 5,89$ MPa). A los 5000 ciclos de termociclado se encontró mayor promedio de resistencia a la compresión en el Fuji IX™ ($110,68 \pm 6,05$ MPa), seguido del Ketac Molar Easymix™ ($91,05 \pm 7,77$ MPa). A los 10 000 ciclos se encontró mayor promedio de resistencia a la compresión en el Fuji IX™ ($89,88 \pm 9,75$ MPa), seguido del Ketac Molar Easymix™ ($87,50 \pm 8,90$ MPa).

Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los grupos evaluados.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación se tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión de tres cementos de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad envejecidos artificialmente evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10 000 ciclos por termociclaje.

En los resultados sobre la resistencia a la compresión del cemento del ionómero de vidrio Ketac Universal™ encontramos mayor resistencia en el grupo a las 24 horas sin termociclado de $115,57 \pm 5,89$ MPa, que luego disminuyó en el grupo de 5000 y aumentó a los 10 000 ciclos de termociclado. Arjomand et al. (2019) encontró valores del ionómero de vidrio Ketac Universal™ para el grupo a las 24 sin termociclado de $248,69 \pm 15,10$ MPa y para el grupo con termociclado de 1000 ciclos un valor de $271,11 \pm 15,43$ MPa, resultados que no concuerdan con los nuestros y que puede variar debido al número de ciclos aplicados y a la metodología de preparación del ionómero en esta investigación. Zhang et al. (2020) encontraron una resistencia a la compresión de ionómero de vidrio Ketac® Universal Aplicap® de 262 ± 12 , 288 ± 19 , 320 ± 25 y 352 ± 11 MPa a 1 día, 1 semana, 1 mes y 3 meses respectivamente. Esta diferencia en el resultado se puede deber a que este es un ionómero mejorado y también su forma de preparación es diferente porque viene en cápsula.

En los resultados sobre la resistencia a la compresión del cemento del ionómero de vidrio Fuji IX™ encontramos mayor resistencia en el grupo a las 24 horas sin termociclado de $115,57 \pm 5,89$, que luego fue disminuyendo en los grupos de 5000 y 10 000 ciclos de termociclado. Arjomand et al. (2019) encontró valores del ionómero de vidrio Fuji IX GP Fast para el grupo a las 24 sin termociclado de $141,56 \pm 19,07$ MPa y para el grupo con termociclado de 1000 ciclos aumentó a un valor de $155,28 \pm 15,92$ MPa, resultados que no concuerdan con los nuestros porque en nuestro el Fuji IX GP Fast es una presentación en cápsula que utiliza una máquina amalgadora. Ivanišević et al. (2021) al evaluar al Fuji IX GP Extra encontró

valores $172,71 \pm 17,15$ MPa, lo cual discrepa con nuestros resultados y esto puede deberse a que el Fuji IX GP Extra viene en presentación de cápsulas y necesita una preparación con máquina, además de ser un ionómero mejorado de la versión Fuji IX GP Fast. Al-Tae et al. (2020) encontraron una resistencia a la compresión del Fuji IX preparado manualmente de $153,8 \pm 11,2$; $141,8 \pm 7,4$ MPa a 1 día y 30 días respectivamente; mientras que el Fuji IX en presentación de cápsulas y preparado en amalgamador presentó los siguientes valores $205,2 \pm 14,6$; $191,9 \pm 13,3$ MPa a 1 día y 30 días respectivamente.

La resistencia a la compresión podría considerarse un indicador crítico del éxito porque los materiales con alta resistencia a la compresión pueden soportar fuerzas masticatorias y parafuncionales. La resistencia a la compresión de los ionómeros de vidrio se ve afectada principalmente por la composición química, la microestructura del vidrio, la naturaleza del ácido poliacrílico y la proporción de polvo a líquido (Dawood et al., 2019). Estos factores también pueden ser responsables de las variaciones observadas en las distintas investigaciones.

VI. CONCLUSIONES

- La mayor resistencia a la compresión del ionómero Ketac Universal™ fue mayor en el grupo sin termociclado evaluado a las 24 horas, disminuyendo a los 5000 ciclos y aumentando a los 10 000 ciclos.
- La mayor resistencia a la compresión del ionómero Fuji IX™ fue mayor en el grupo sin termociclado evaluado a las 24 horas, disminuyendo a los 5000 ciclos y continuando disminuyendo a los 10 000 ciclos.
- La mayor resistencia a la compresión del ionómero Ketac Molar Easymix™ fue mayor en el grupo sin termociclado evaluado a las 24 horas, disminuyendo a los 5000 ciclos y continuando disminuyendo a los 10 000 ciclos.
- Los ionómeros de vidrio evaluados no presentaron diferencias estadísticamente significativas en lo que respecta a su resistencia a la compresión en los grupos sin termociclado y con termociclado.

VII. RECOMENDACIONES

- Elaborar más estudios sobre la resistencia a la compresión en otros materiales ionoméricos de distinto modo de presentación como cápsulas que se vendan en el mercado nacional.
- Llevar a cabo más estudios sobre la resistencia a la compresión en otros materiales ionomérico y con distintos modos de termociclado.
- Efectuar más estudios sobre la resistencia a la compresión en otros materiales ionoméricos y otras propiedades como su eficacia antibacteriana o la cantidad de liberación de flúor.
- Ejercer más estudios sobre la resistencia a la compresión sobre otras propiedades la cantidad de liberación de flúor.

VIII. REFERENCIAS

- Almuhaiza, M. (2016). Glass-ionomer cements in restorative dentistry: A critical appraisal. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(4), 331–6.
- Al-Tae, L., Deb, S. y Banerjee, A. (2020). An in vitro assessment of the physical properties of manually-mixed and encapsulated glass-ionomer cements. *BDJ open*, 6, 12. <https://doi.org/10.1038/s41405-020-0040-x>
- Arjomand, M., Eghlim, M., Jalalian, S., Mirzakhani, A. y Mahavi, A. (2019). Effects of Aging on Compressive Strength of Two Resin-Reinforced Glass Ionomers: An In-Vitro Study. *Journal of Research in dental and maxillofacial sciences*, 4(3), 15-20. <https://jrdms.dentaliau.ac.ir/article-1-252-en.pdf>
- Bao, X., Liu, F. y He, J. (2021). Mechanical properties and water-aging resistance of glass ionomer cements reinforced with 3-aminopropyltriethoxysilane treated basalt fibers. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 116, 1-8. doi:10.1016/j.jmbbm.2021.104369
- Blanco, L.S., Frías, T.S., y Tarón, D.A. (2017). Resistencia a la compresión del ionómero de vidrio y de la resina compuesta. Estudio in vitro. *Revista Odontológica Mexicana*, 21(2), 109-113.
- Brzović, V., Ivanišević, A., Bilge, Z., Gurgan, S., Jukić, S. y Miletić, I. (2019). Compressive Strength of New Glass Ionomer Cement Technology based Restorative Materials after Thermocycling and Cyclic Loading. *Acta stomatologica Croatica*, 53(4), 318–325. <https://doi.org/10.15644/asc53/4/2>
- Cabello, I., Cánovas, B., Martínez, E., Serna-Muñoz, C., Pérez-Silva, A. y Ortiz-Ruiz, A. (2022). Analysis Of The Porosity And Microhardness Of Glass Ionomer Cements. *Materials Science (Medžiagotyra)*, 28(1).

- Caso, R. M. y Campos, K. J. (2021). Propiedades y aplicación clínica de los ionómeros de vidrio de alta densidad disponibles en Lima-Perú. *Odontología Sanmarquina*, 24(4), 351–356. <https://doi.org/10.15381/os.v24i4.19854>
- Castillo, J. L., Palma, C. y Cabrera-Matta, A. (2019). Early Childhood Caries in Peru. *Frontiers in public health*, 7, 337. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00337>
- Cedillo, J. (2010). Ionómero de Vidrio de alta densidad como base en la técnica restauradora de Sandwich. *Revista ADM*, 68(1), 39-47.
- Costa, A. da S., Silva, C. F. da, Frank, D., Moraes, N. C. V. de, Rodrigues, T. K. A., Pacheco, A. de B. N. D. y Cavazana, T. P. (2021). Tratamiento Restaurador Atraumático: Técnica Mínimamente Invasiva Para Lesiones De Caries En La Primera Infancia. *Archivos De Investigación En Salud*, 11 (2), 297–303. <https://doi.org/10.21270/Archi.V11i2.5591>
- Dawood, S.H., Kandil, M.M. y El-Korashy, D.I (2019). Effect of Aging on Compressive Strength, Fluoride Release, Water Sorption, and Solubility of Ceramic-reinforced Glass Ionomers: An In Vitro Study. *Journal of Contemporary Dentistry*, 9(2),78–84. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10031-1260>
- De la Paz Suárez, T., Alguacil, García, C. y Ureña, M. (2016). Ionómero de vidrio: el cemento dental de este siglo. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta*, 41(7).
- Douat, N.,Schultze, M., y Condeixa, C. (2020). Effect Of Heat On The Hardness Of Glass Carbomer Cement Used In Atraumatic Restorative Treatment. *Revista Sul-Brasileira de Odontologia*, 17(1), 6-11
- Dülgergil, C. T., Soyman, M. y Civelek, A. (2005). Atraumatic restorative treatment with resin-modified glass ionomer material: short-term results of a pilot study. *Medical principles and practice: international journal of the Kuwait University, Health Science Centre*, 14(4), 277–280. <https://doi.org/10.1159/000085750>

- El-Dosoky, A. y Elbahrawy, E. (2018). Efficacy Of Atraumatic Restorative Treatment Using Glass Ionomer Containig Chlorohexidine. *Egyptian Dental Journal*, 64. 1691-1698. doi:10.21608/edj.2018.78410.
- Fuck, R. S. G., Oliveira, M. B., Reis, A. F., Loureiro, M. R. y Pereira, I. C. (2022). Revisão De Literatura: Tratamento Restaurador Atráumatico E Suas Aplicações. *Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação*, 8(3), 833-845. <https://doi.org/10.51891/rease.v8i3.4651>
- GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators (2018). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet (London, England)*, 392(10159), 1789-1858. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32279-7)
- Ghandehari, M., Mighani, G., Shahabi, S., Chiniforush, N. y Shirmohammadi, Z. (2012). Comparison of Microleakage of Glass Ionomer Restoration in Primary Teeth Prepared by Er: YAG Laser and the Conventional Method. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 9(3), 215-220.
- Gornig, D. C., Maletz, R., Ottl, P. y Warkentin, M. (2021). *Influencia del envejecimiento artificial: propiedades mecánicas y fisicoquímicas de composites dentales bajo compresión estática y dinámica. Investigaciones Clínicas Orales*. doi:10.1007/s00784-021-04122-0
- Hernández , R., Moraga , R., Velásquez, M. y Gutiérrez , F. (2013). Resistencia compresiva vidrio ionómero Ionofil Molar® y Vitremer® según tiempo de exposición en saliva artificial. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 6(2), 75-77. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072013000200005>

- Hershkovitz, F., Cohen, O. y Zilberman, U. (2020). Microhardness of three glass-ionomer cements during setting and up to 15 days in vitro, and after 5 to 10 years in vivo. *Quintessence international*, 51(6), 440–446. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a44372>
- International Organization for Standardization. (2003). ISO 3597-3:2003(en). Textile-glass-reinforced plastics — Determination of mechanical properties on rods made of roving-reinforced resin — Part 3: Determination of compressive strength. <https://www.iso.org/standard/31286.html>
- Ivanišević, A., Rajić, V. B., Pilipović, A., Par, M., Ivanković, H. y Baraba, A. (2021). Compressive Strength of Conventional Glass Ionomer Cement Modified with TiO₂ Nano-Powder and Marine-Derived HAp Micro-Powder. *Materials (Basel, Switzerland)*, 14(17), 4964. <https://doi.org/10.3390/ma14174964>
- Machi, R. (2007). *Materiales dentales*. Panamerica.
- Mallmann, A., Ataíde, J. C., Amoedo, R., Rocha, P. V. y Jacques, L. B. (2007). Compressive strength of glass ionomer cements using different specimen dimensions. *Brazilian oral research*, 21(3), 204–208. <https://doi.org/10.1590/s1806-83242007000300003>
- Massara, M.D.L.D.A., Alves, J.B. y Brandão, P.R. (2002). Atraumatic restorative treatment: clinical, ultrastructural and chemical analysis. *Caries research*, 36(6), 430-436.
- Medina, K. L., Pachas, F. De M., & Álvarez, E. O. (2021). Supervivencia De Restauraciones Con Tratamiento Restaurador Atraumático En Niños Menores De 6 Años. *Revista De Odontopediatría Latinoamericana*, 11(Suplemento). <https://Revistaodontopediatria.Org/Index.Php/Alop/Article/View/424>
- MINSA (2006). Guía técnica: Práctica de Restauración Atraumática. Lima-Perú
- Nicholson, J. W., Sidhu, S. K. y Czarnecka, B. (2020). Enhancing the Mechanical Properties of Glass-Ionomer Dental Cements: A Review. *Materials (Basel, Switzerland)*, 13(11), 2510. <https://doi.org/10.3390/ma13112510>

- Pereira, L. C., Nunes, M. C., Dibb, R. G., Powers, J. M., Roulet, J. F. y Navarro, M. F. (2002). Mechanical properties and bond strength of glass-ionomer cements. *The journal of adhesive dentistry*, 4(1), 73–80.
- Pesaressi, E. (2020). Tratamiento Restaurador Atraumático (TRA): Una alternativa libre de aerosoles tras la pandemia por COVID-19. *3M Oral Care*. 12-14.
- Pfeffer, H., Nascimento, G., Monteiro de Melo, M., Berti, M. Marçal, M. y Pereira, D. (2020). Tratamiento restaurador atraumático en el control de caries en estudiantes de un municipio del Oeste de Paraná. *Revista Família, Ciclos de Vida e Saúde no Contexto Social*, 8(4), 857-864
- Rodriguez , D., y Pereira , N. (2007). Evolución y Tendencias Actuales en Resinas Compuestas . *Acta Odontologica Venezolana*, 19.
- Saber, A. M., El-Housseiny, Azza, A. y Alamoudi, N. M. (2019). Atraumatic Restorative Treatment and Interim Therapeutic Restoration: A Review of the Literature. *Dentistry journal*, 7(1), 28. <https://doi.org/10.3390/dj7010028>
- Sampaio, F. C., Bönecker, M., Paiva, S. M., Martignon, S., Ricomini Filho, A. P., Pozos-Guillen, A., Oliveira, B. H., Bullen, M., Naidu, R., Guarnizo-Herreño, C., Gomez, J., Malheiros, Z., Stewart, B., Ryan, M. y Pitts, N. (2021). Dental caries prevalence, prospects, and challenges for Latin America and Caribbean countries: a summary and final recommendations from a Regional Consensus. *Brazilian oral research*, 35(01), e056. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2021.vol35.0056>
- Sherief, D. I., Fathi, M. S. y Abou El Fadl, R. K. (2021). Antimicrobial properties, compressive strength and fluoride release capacity of essential oil-modified glass ionomer cements- an in vitro study. *Clinical oral investigations*, 25(4), 1879–1888. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03493-0>

- Soriano-Blanco, M. I., Martínez-Beneyto, Y., Serna-Muñoz, C., Pérez-Silva, A., Albert-Cifuentes, A. y Ortiz-Ruiz, A. J. (2019). Impacto De La Distracción Audiovisual En El Tratamiento Restaurador Atraumático En Niños: Estudio Piloto. *Odontología Pediátrica*, 27(3), 179-191.
- Toledano, M., Osorio, R., Sánchez, A. y Osorio, R. (2003). Arte y ciencia de los materiales odontológicos. 2nd ed. Ediciones Avances Médico-Dentale.
- Torres, M., Mendoza, T., Guerrero, I. y Yamamoto, N. (2015). Evaluación De La Resistencia A La Erosión Ácida De Dos Ionómeros De Vidrio Utilizados En La Técnica Restaurativa Atraumática (TRA), Modificados Con Un Antibiótico. *Revista Científica Odontológica*, 3(2),326-332.
- Vicente, R., Gulão, M., Da Silva, N., Massao, J., Alves Herdy Da Silva, L., Chevitarese, L., Cariús, F. y Andrade, D. (2022). Tratamiento Restaurador Atraumático En Odontopediatría: Revisión De La Literatura. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar* - *Issn* 2675-6218, 3 (6), E361549. <https://doi.org/10.47820/Recima21.V3i6.1549>
- Wang, L., Cefaly, D.F., Dos Santos, J.L., Dos Santos,J.R., Lauris, J.R., Mondelli, R.F. y Atta, M.T. (2009). In vitro interactions between lactic acid solution and art glass-ionomer cements. *J Appl Oral Sci.* Jul-Aug;17(4):274-9. doi: 10.1590/s1678-77572009000400002.
- Yip, H.K., Smales, R.J., Ngo, H.C., Tay, F.R. y Chu, F. (2001). Selection of restorative materials for the atraumatic restorative treatment (ART) approach: a review. *Special Care in Dentistry*, 21(6), 216-221.
- Zhang, J., Braun, P. y Banerjee, A. (2020). In vitro compressive strength and edge stability testing of directly repaired glass-ionomer cements. *Clinical oral investigations*, 24(9), 3029–3038. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-03170-x>

- Zhou, X., Wang, S., Peng, X., Hu, Y., Ren, B., Li, M., Hao, L., Feng, M., Cheng, L. y Zhou, X. (2018). Effects of water and microbial-based aging on the performance of three dental restorative materials. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 80, 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2018.01.023>
- Zúñiga, S., Moya-de-Calderón, Z. y Hualla, R. (2020). Sobrevida de los ionómeros de alta viscosidad en molares con tratamiento de restauración atraumática de pre escolares, un año de seguimiento. *VÉRITAS*, 21(2), 55-6.

IX. ANEXOS

ANEXO A: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cuál será la resistencia a la compresión de tres cementos de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad envejecidos artificialmente en un estudio in vitro?	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar la resistencia a la compresión de tres cementos de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad envejecidos artificialmente evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar la resistencia a la compresión del cemento del ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad Ketac Universal™ evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje. -Determinar la resistencia a la compresión del cemento de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad Fuji IX™ evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje. - Determinar la resistencia a la compresión del cemento del ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad Ketac Molar Easymix™ evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje. 	<p>Existe diferencia significativa entre la resistencia a la compresión del cemento de ionómero de vidrio Ketac Universal™, Fuji IX™ y Ketac Molar Easymix™ autopolimerizables de alta densidad envejecidos artificialmente evaluados a las 24 horas, 5000 ciclos y 10000 ciclos por termociclaje.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>-Resistencia a la compresión</p> <p>Variable Independiente</p> <p>- Envejecimiento Artificial</p>	<p>Tipo de investigación Experimental, longitudinal, comparativo, prospectivo.</p> <p>Ámbito temporal y espacial</p> <p>Laboratorio de Operatoria Dental de la Universidad Nacional Federico Villareal. Laboratorio High Technology Laboratory Certificate en el año 2023.</p> <p>Población y Muestra</p> <p>La muestra para cada grupo de evaluación será constituida por diez especímenes de acuerdo al ISO 3597-3:2003(E) para cada grupo. Siendo la distribución de los grupos de la siguiente manera:</p>

ANEXO C: Cartas de presentación



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA**

“Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo”

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 21 de junio de 2023

**Dr.
PAUL ORESTES MENDOZA MURILLO
DIRECTOR – DEPARTAMENTO ACADÉMICO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**ATENCIÓN: LABORATORIO DE OPERATORIA DENTAL
Presente.-**

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología Srta. Magdalena Marleni Zavaleta Loaiza, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES CEMENTOS DE IONÓMERO DE
VIDRIO AUTOPOLIMERIZABLE DE ALTA DENSIDAD ENVEJECIDOS
ARTIFICIALMENTE: IN VITRO»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Srta. Zavaleta quien realizará el siguiente trabajo:

✓ *Se realizará la preparación de las muestras de mi proyecto.*

Estas actividades, le permitirán a la bachiller, desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovar le los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente

**Dr. AMÉRICO A. MUNAYCO MAGALLANES
JEFE
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Se adjunta: Plan de Tesis

020-2023
NT: 042103 - 2023

AAMM/Luz V.

Calle San Marcos N°351 – Pueblo Libre
e-mail: ogt.fo@unfv.edu.pe

Telef.:7480888 -8335



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 21 de junio de 2023

Ingeniero Mecánico
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Presente.-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología Srta. Magdalena Marleni Zavaleta Loaiza, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES CEMENTOS DE IONOMERO DE
VIDRIO AUTOPOLIMERIZABLE DE ALTA DENSIDAD ENVEJECIDOS
ARTIFICIALMENTE: IN VITRO»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Srta. Zavaleta quien realizará el siguiente trabajo:

- *Se realizará el ensayo de resistencia a la compresión y termociclaje de los especímenes de ionomero de vidrio.*

Estas actividades, le permitirán a la bachiller, desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovar los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente

DR. FRANCO RAÚL MAURICIO VALENTÍN
DECANO



Dr. AMÉRICO A. MUNAYCO MAGALLANES
JEFE
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Se adjunta: Plan de Tesis

019-2023

NT: 042104 - 2023

AAMM/Luz V.

Calle San Marcos N°351 – Pueblo Libre
e-mail: ogt.fo@unfv.edu.pe

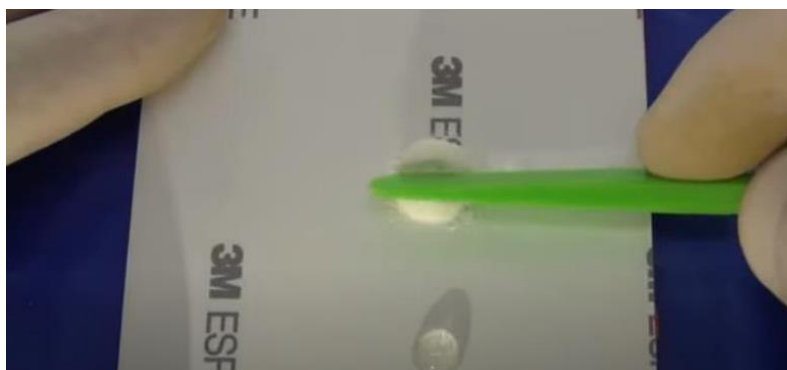
Telef.: 7480888 -8335

ANEXO D: Procedimiento

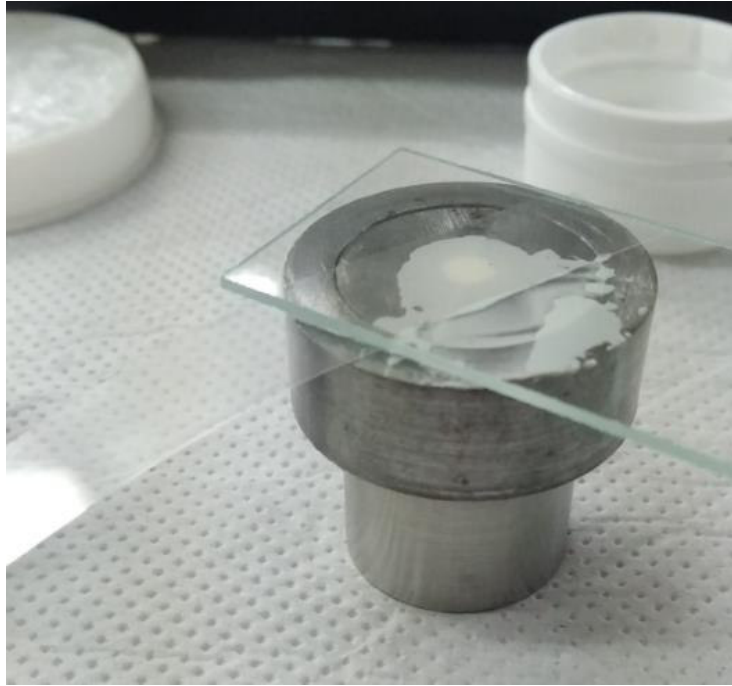
Materiales utilizados



Preparación



Colocación de ionómero en el molde de metal



Muestras separadas en tres grupos



Termociclado

Prueba de resistencia a la compresión

