



Facultad de Ciencias De La Salud

Tema:

Influencia Del Tipo De Cemento En La Resistencia Adhesiva De Resina Compuesta Sobre Láminas De Zirconia, Mediante Pruebas De Cizallamiento

Digital

Trabajo de titulación para la obtención del Título de Especialista en Rehabilitación Oral y Prótesis Implanto Asistida

Presentado por:

Dr. Anderson Marcelo Chiguano Velasco

Tutor:

Dr. Diego Laverde

Quito, Diciembre de 2025

Resumen

La fuerza adhesiva entre el zirconio y los cementos bioactivos y/o MDP con y sin acondicionamiento de la superficie dentales. La aplicación de imprimadoras para zirconia, cementos bioactivos buscan alcanzar resultados clínicos confiables. El objetivo fue evaluar la influencia del tipo de cemento en la resistencia adhesiva de resina compuesta sobre láminas de zirconia cuando se cementan con dos estrategias diferentes: cementos resinosos TheraCem MDP y cemento resinoso autoadhesivo RelyX U200. La metodología se basó en el estudio experimental y las muestras fueron 16 láminas de zirconia ($n = 8$ por grupo), la elaboración de los cilindros de resina de 2×2 mm, las mismas fueron cementadas en láminas de zirconia. Posteriormente, las muestras se dividieron aleatoriamente en dos grupos. Los materiales fueron fotopolimerizados con lámpara LED de alta potencia. Tras 24 horas de almacenamiento en agua destilada a 37°C , los especímenes fueron sometidos a ensayo de cizallamiento en una máquina universal de ensayos. El resultado determinó que la lámina de zirconia tratada con una capa de imprimador Z-Prime Plus y los cilindros de resina fueron fijados con cemento resinoso autoadhesivo RelyX U200, con $83,53$ MPa tuvo mayor resistencia adhesiva que el cemento resinoso dual TheraCem que alcanzó $69,64$ MPa. Posteriormente, se aplicó la prueba t de Student para comparar los dos grupos, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Con la prueba de Levene y la homogeneidad de las varianzas se evidenció que se pueden utilizar la zirconia con los tipos de cementos porque contienen monómeros MDP.

Palabras-clave: Zirconia, Cemento resinoso, Resistencia adhesiva, Estudio Experimental

Declaración de aceptación de norma ética y derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Anderson Marcelo Chiguano Velasco

C.I. 1725915225

Dedicatoria

Dedico el trabajo de Maestría A dios, Mis Padres y Familia.

Tabla de contenido

Resumen.....	9
Abstract.....	11
Introducción	12
Capítulo 1. Marco Referencial.....	15
Capítulo 2. Investigacion	18
Resultados.....	30
Capítulo 3. Discusión De los Datos	34
Conclusiones.....	36
Referencias.....	37

Índice De Tablas

Tabla 1. Propiedades de zirconia	15
Tabla 2. Ventajas y desventajas del zirconio	15
Tabla 3. Resultado del estudio in vitro	30
Tabla 4. Prueba T Student para los cementos resinosos	32

Índice De Figuras

Figura 1. Desarrollo del diseño CAD de las muestras de Zirconia.....	19
Figura 2. Proceso de las láminas de fresado	20
Figura 3. Manguera de 0.8mm de espesor	20
Figura 4. Calibración a 2 mm	21
Figura 5. Obtención de los cilindros de tygos que fueron cuatro por cada lamina y por grupo .	21
Figura 6. Calibración a 2mm de cada taygo	21
Figura 7. Empaquetado de la resina.....	22
Figura 8. Microarenador AZDENT	23
Figura 9. Proceso de arenado, cada lamina fue limpiada con un algodón con alcohol al 70 por ciento.....	23
Figura 10. Acondicionamiento de cada lámina con Z Prime.....	24
Figura 11. Arenados y acondicionados con z prime.....	24
Figura 12. Cementación de cilindros	25
Figura 13. Cemento RELY X U 200 - 3M	25
Figura 14. Cemento Thera Cem Bisco.....	26
Figura 15. Almacenamiento de las muestras	26
Figura 16. Adhesión de las láminas con la resina acrílica con cianocrilato	27

Figura 17. Cemento Rely X U 200	27
Figura 18. Cemento Therra Cem	28
Figura 19. Ensayo en la máquina universal	28
Figura 20. Estadística descriptiva con cemento resinoso autoadhesivo RelyX U200.	31
Figura 21. Estadística descriptiva con cemento resinoso autoadhesivo Thera Cem	31
Figura 22. Prueba de normalidad de los cementos resinosos.	32

Influencia Del Tipo De Cemento En La Resistencia Adhesiva De Resina Compuesta Sobre Láminas De Zirconia, Mediante Pruebas De Cizallamiento

Anderson Marcelo Chiguano Velasco

anderson@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

Resumen

La fuerza adhesiva entre el zirconio y los cementos bioactivos y/o MDP con y sin acondicionamiento de la superficie dentales. La aplicación de imprimadoras para zirconia, cementos bioactivos buscan alcanzar resultados clínicos confiables. El objetivo fue evaluar la influencia del tipo de cemento en la resistencia adhesiva de resina compuesta sobre láminas de zirconia cuando se cementan con dos estrategias diferentes: cementos resinosos TheraCem MDP y cemento resinoso autoadhesivo RelyX U200. La metodología se basó en el estudio experimental y las muestras fueron 16 láminas de zirconia (n = 8 por grupo), la elaboración de los cilindros de resina de 2x2 mm, las mismas fueron cementadas en láminas de zirconia. Posteriormente, las muestras se dividieron aleatoriamente en dos grupos. Los materiales fueron fotopolimerizados con lámpara LED de alta potencia. Tras 24 horas de almacenamiento en agua destilada a 37 °C, los especímenes fueron sometidos a ensayo de cizallamiento en una máquina universal de ensayos. El resultado determinó que la lámina de zirconia tratada con una capa de imprimador Z-Prime Plus y los cilindros de resina fueron fijados con cemento resinoso autoadhesivo RelyX U200, con 83, 53 MPa tuvo mayor resistencia adhesiva que el cemento resinoso dual TheraCem que alcanzó 69,64 MPa. Posteriormente, se aplicó la prueba t de Student para comparar los dos grupos, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Con la prueba de

Levene y la homogeneidad de las varianzas se evidenció que se pueden utilizar la zirconia con los tipos de cementos porque contienen monómeros MDP.

Palabras-clave: Zirconia, Cemento resinoso, Resistencia adhesiva, Estudio Experimental

Abstract

The bond strength between zirconia and bioactive cements and/or MDP with and without dental surface conditioning was studied. The application of zirconia primers and bioactive cements aims to achieve reliable clinical results. The objective was to evaluate the influence of cement type on the bond strength of composite resin on zirconia sheets when cemented using two different strategies: TheraCem MDP resin cements and RelyX U200 self-adhesive resin cement. The methodology was based on an experimental study, and the samples consisted of 16 zirconia sheets (n = 8 per group). 2x2 mm resin cylinders were fabricated and cemented onto the zirconia sheets. Subsequently, the samples were randomly divided into two groups. The materials were light-cured with a high-power LED lamp. After 24 hours of storage in distilled water at 37 °C, the specimens were subjected to a shear strength test in a universal testing machine. The results showed that the zirconia sheet treated with a layer of Z-Prime Plus primer and the resin cylinders were bonded with RelyX U200 self-adhesive resin cement, which achieved a bond strength of 83.53 MPa, exhibiting greater adhesive strength than the TheraCem dual-cure resin cement, which reached 69.64 MPa. Subsequently, Student's t-test was applied to compare the two groups, with a significance level of $p < 0.05$. Levene's test and the homogeneity of variances confirmed that zirconia can be used with these types of cement because they contain MDP monomers.

Keywords: Zirconia, Resin cement, Adhesive strength, Experimental study

Introducción

La rehabilitación oral devuelve la funcionalidad estética, armónica con la prótesis dental ante la pérdida de los dientes. La solución consiste en proporcionar la estabilidad estomatognática en pacientes que presentan patologías que alteraron los patrones oclusales (Huacon & Gálvez, 2019).

En los últimos años, la selección y el uso de los materiales compuestos de zirconia se ha incrementado por la composición como la biocompatibilidad, alta resistencia a la flexión con más de 1.000 MPa y la capacidad estética.(Li et al., 2014). El incremento de la demanda de las restauraciones cerámicas es por el interés a nivel estético y brindar soluciones ante la preocupación de aleaciones como la alergia o toxicidad por el uso de metal en los tratamientos ortodónticos. (Batista et al., 2018).

El rendimiento de las restauraciones y la eficiencia de la adhesión está relacionado con el proceso de la cementación, dado que, las resinas para la adhesión presentan una mejor resistencia y durabilidad (Alammar & Blatz, 2022). En la actualidad, los protocolos clínicos de cementación utilizan materiales en las restauraciones con zirconia. Aunque, el grabado con ácido y la sílice han sido utilizados para mejorar la adhesión cerámica feldespática a las resinas compuestas. Pero, las propiedades físicas y composición difieren con la cerámica de sílice (Seo et al., 2022)

Las restauraciones a base de óxido de zirconía es todo un proceso para alcanzar la unión efectiva entre la cerámica y adhesión en la cementación. La empleabilidad de las técnicas para el manejo de las resinas compuestas se relaciona con la preparación de la superficie cerámica, control y prevención de las microfiltraciones. La clave de las restauraciones es evitar las

microfiltraciones, en consecuencia, obstruir el paso del fluido y bacterias en las interfaces dentales; en caso de no hacerlo, favorecen a la presencia de caries de forma recurrente.

El problema mencionado debe ser resuelto con la optimización de las técnicas de adhesión, específicamente en la utilización de cementos que tienen monómeros de fosfato. La aplicación de los cementos requiere de la preparación adecuada de la superficie para alcanzar una unión del óxido de zirconio y el material de restauración. Las técnicas de adhesión más utilizadas han sido las partículas abrasivas en el aire, cobertura de sílice en la superficie dental que ayuda a la retención y sellado, este proceso evita la microfiltración.

El zirconio dental es uno de los materiales que ha aparecido en la odontología moderna, está compuesta por el mineral circón, entre las características que se han identificado es la dureza y resistencia. Su fiabilidad permite ser utilizado para la elaboración de prótesis porque es menos propenso a las facturas. A la vez, la coloración y translucidez generan una integración al resto de dientes, mejorando la estética del paciente.

La durabilidad, versatilidad, estética son algunas ventajas que consideran los especialistas de odontología como alternativa para las restauraciones con la zirconía. También, conocido como dióxido de zirconio (ZrO_2), se ha posicionado como un biomaterial compuesto con propiedades mecánicas y estética; la aplicación se centran en la elaboración de prótesis y restauración dental (Taboada & Farfan, 2025). La diferencia con otros materiales es su resistencia a la fractura por su durabilidad y biocompatibilidad que son una ventaja en la rehabilitación oral.

Los cementos que están compuestos con resina autoadhesiva tienen como propósito la unión química y mecánica, eso les hace diferente a los cementos convencionales. En este

contexto, la técnica denominada recubrimiento triboquímico de sílice incrementa la adherencia al facilitar más desactivación química de la superficie; y, crea un enlace favorable de la cerámica. La selección y utilización de los cementos compuestos, el tratamiento de la superficie influye en la intensidad de la unión y evita la microfiltración, estos parámetros garantizan el éxito y la durabilidad de las restauraciones de zirconio.

El objetivo de la investigación será evaluar la influencia del tipo de cemento en la resistencia adhesiva de resina compuesta sobre láminas de zirconia, mediante pruebas de cizallamiento

Capítulo 1. Marco Referencial

La zirconia es un material cerámico que se utiliza para las restauraciones dentales por las ventajas de las propiedades mecánicas, estética y biocompatibles (Petrauskas et al., 2018). Está compuesto por tres diferentes elementos como: el monoclinico (M), tetragonal (T)(Cura et al., 2012).

Tabla 1.

Propiedades de zirconia

Propiedades mecánicas	Cantidad
Densidad	6.05 g/cm ³
Dureza	1.200 HV
Resistencia a la flexión	900 a 1200 MPa
Resistencia a la compresión	2.000 MPa
Tenacidad a la fractura	7 a 10MPam ^{1/2}
Módulo de Young	210 GPa
Coefficiente de expansión térmica	11X10 ⁻⁶ 1/K

Nota. La tabla presentó las propiedades de la zirconia. Tomado de (Madfa et al., 2014)

Tabla 2.

Ventajas y desventajas del zirconio

Ventajas	Desventajas
Estética visual: Es muy parecido al tono del esmalte natural de los dientes por el color y traslucidez	Costo económico: Se debe a la integración tecnológica para su elaboración.
Biocompatible: Posee mínimas probabilidades para la presencia de alergias e inflamaciones, esto asegura el éxito del tratamiento	
Cero presencia de metal: Es más resistente a temperaturas altas y bajas, esto reduce la sensibilidad dental.	
Dureza: Resistente y dureza permanece en el tiempo	

Nota. Ventajas y desventajas de zirconia. (Cura et al., 2012)

Las láminas de zirconia son finas capas de cerámica que se utilizan para las restauraciones y mejora de la estética de las piezas dentales (Kumar et al., 2022). Es una opción para los tratamientos por la resistencia, durabilidad y apariencia natural. También es conocida como carillas que lucen por delgadez y personalización que se adhiere a la superficie frontal del diente (Salazar, 2013).

Resina compuesta

En el tratamiento odontológico existe varios materiales que son utilizados en las restauraciones libres de metal y muy estéticos como la resina compuesta. Este tipo de material restaurador estético que se utiliza para la reparación de piezas dentales dañadas por la caries, fracturas o desgastes, con la finalidad de alcanzar una mejor apariencia. Las resinas compuestas se clasifican por el tamaño de las partículas y la polimerización.

Cementos resinosos

Los cementos resinosos son iguales a las resinas compuestas, su composición integra la matriz orgánica y de relleno (unidos por silano). La clasificación está según la reacción a la polimerización en cementos: autopolimerización, fotopolimerización y curación dual (Maldonado & Porras, 2021). El uso de cementos resinosos está dada según las fórmulas químicas como el 10 MDP y convencionales (aquellos que no tienen moléculas). Otras de las características es que, tiene menos partículas de relleno, mejorando la viscosidad y espesor de película de forma adecuada.

Cemento resinoso con 10 MDP

La molécula 10 MDP está compuesta por 10 metacríloxi – decilo – dihidrógeno – fosfato), permite una alta capacidad de unión química y fortalece la adhesión a los tejidos

dentales, zirconia y metales. A todo esto, está formada por dos grupos funcionales terminales: fosfato ácido (PO_4 -Hidrofílico) y vinilo ($\text{CH}_3\text{-CH}_2$) está unido a 10 átomos de carbono que ayuda a una mejor resistencia a la degradación hidrolítica.

Cemento TheraCem MDP

Es un cemento dental de resina de curado dual, autoadhesivo y libera calcio, es el indicado para la cementación de restauraciones indirectas. Es especialmente para la unión a la zirconia y proporciona remineralización de la dentina. Los beneficios del cemento están

- Simplificación del proceso de cementación.
- Autoadhesivo y autograbante.
- No requiere de ácido ni adhesivo.
- Curado dual, la restauración es fuerte y duradero.
- Fácil limpieza.
- No requiere refrigeración.
- Alta fuerza de adhesión a la zirconia porque posee MDP.(Theracem, 2022)

Técnicas de adhesión

Las técnicas de adhesión se han desarrollado a nivel físico y químico:

- Método mecánico: Arenado con óxido de aluminio, arenado triboquímico, desgaste con fresas y discos de diamante, láser y tratamientos eléctricos (Kerrdental, 2018)..
- Métodos químicos: Cobertura de silicio (Rocatec Cojet, SIE, tratamiento de plasma) y moléculas adhesivas (10 MDP, Zirconia y metal primers)(Taboada & Farfán, 2025).

Las técnicas de adhesión están relacionadas con equipos y materiales con alto valor económico, eso ha limitado su accesibilidad (Ivoclar, 2023)..

Capítulo 2. Investigación

La investigación que se aplicó fue tipo experimental, comparativa, transversal y prospectiva. La evaluación de la influencia del tipo de cemento TheraCem MDP y RelyX U200 y una capa de imprimador Z-Prime Plus sobre láminas de zirconia, mediante pruebas de cizallamiento.

Se diseñaron y confeccionaron 16 láminas de zirconia (Superfect Zir SHTM) utilizando el software Exocad. Las dimensiones estandarizadas para cada muestra fueron de 12 mm de largo, 8 mm de ancho y 3 mm de espesor. Los archivos de diseño se exportaron en formato STL para su posterior fresado y sinterizado. Adicionalmente, se fabricaron cilindros de resina compuesta de 2 mm de altura por 0.8 mm de diámetro utilizando matrices de tubos de polivinilo (Tygon). Se cementaron cuatro micro-cilindros de resina sobre cada lámina de zirconia, obteniendo un total de 64 muestras (cilindros) que fueron divididas aleatoriamente en dos grupos experimentales. Las muestras estuvieron compuestas por:

Grupo 1 (G1): Sobre la lámina de zirconia tratada se aplicó una capa de imprimador Z-Prime Plus y los cilindros de resina fueron fijados con cemento resinoso autoadhesivo RelyX U200.

Grupo 2 (G2): Sobre la lámina de zirconia tratada se aplicó una capa de imprimador Z-Prime Plus y los cilindros de resina fueron fijados con cemento resinoso dual TheraCem.

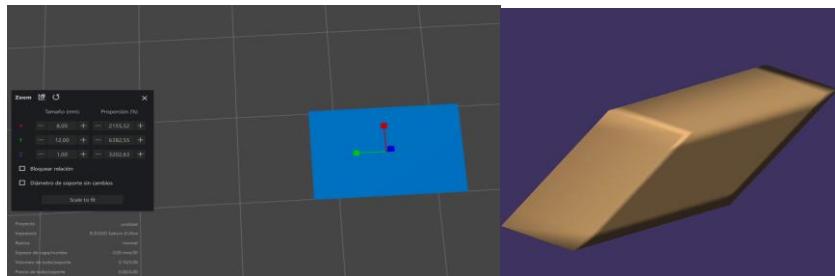
En ambos grupos los materiales fueron fotopolimerizados con una lámpara LED de alta potencia ($\geq 1000\text{ mW/cm}^2$) durante 20 segundos, siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante.

Diseño CAD de las muestras de Zirconia

Se procedió con el diseño digital de los cuerpos de prueba en el software Exocad, configurando bloques prismáticos con dimensiones de 12 mm (largo) x 8 mm (ancho) x 3 mm (alto). Una vez finalizado el modelado, se obtuvieron los archivos STL listos para la fase de manufactura.

Figura 1.

Desarrollo del diseño CAD de las muestras de Zirconia



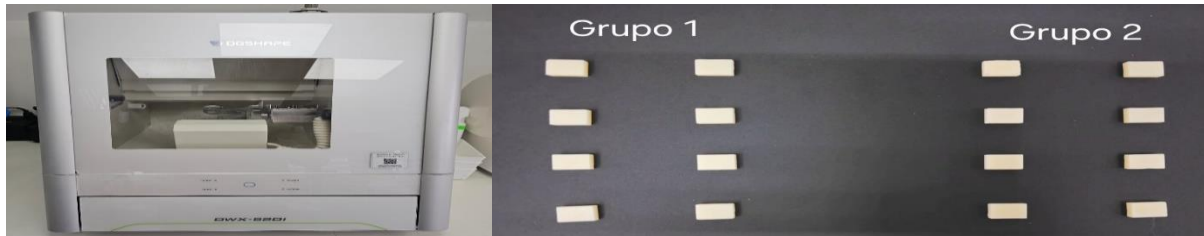
Fuente: Elaboración Propia

Fresado de las láminas de Zirconia

Tras la confirmación del diseño en Exocad con las dimensiones descritas ($12 \times 8 \times 3\text{ mm}$), se ejecutó el fresado de los bloques de zirconia utilizando una fresadora de 5 ejes Roland DWX-52Di. El material seleccionado fue zirconia de alta traslucidez (Superfect Zir SHTM, Aidite). Las láminas obtenidas se dividieron equitativamente en dos grupos de 8 láminas para cada tipo de cemento a evaluar.

Figura 2.

Proceso de las láminas de fresado



Fuente: Elaboración Propia

Confección de cilindros de resina (Método Tygon)

Para la obtención de los micro-cilindros, se utilizaron matrices confeccionadas a partir de una manguera de polivinilo (Tygon) de 0.8 mm de diámetro interno. La **calibración y corte** con ayuda de una regla milimetrada y un bisturí, la manguera fue seccionada cuidadosamente para obtener matrices calibradas a una altura estandarizada de 2 mm . Y el relleno de las matrices fueron rellenas con resina compuesta (Tetric N-Ceram, color BL) para conformar los cilindros de prueba. Se prepararon cuatro cilindros por cada lámina de zirconia en cada grupo.

Figura 3.

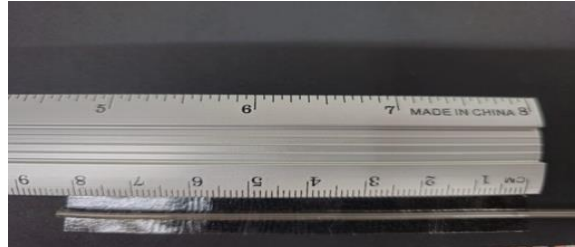
Manguera de 0.8mm de espesor



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.

Calibración a 2 mm



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.

Obtención de los cilindros de tygos que fueron cuatro por cada lamina y por grupo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.

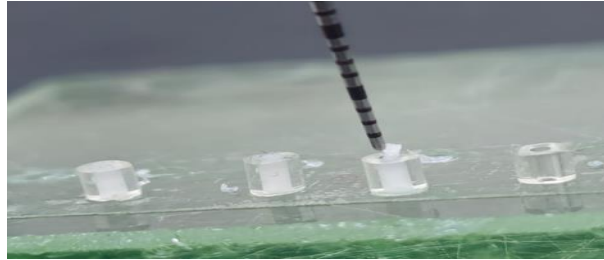
Calibración a 2 mm de cada Taygo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 7.

Empaquetado de la resina



Fuente: Elaboración Propia

Acondicionamiento de la Superficie (Microarenado)

Las superficies de las láminas de zirconia fueron sometidas a un tratamiento mecánico mediante microarenado:

Protocolo: Se utilizó un microarenador (Azdent) cargado con óxido de aluminio de 50 micras (Bio-Art). El procedimiento se realizó a una presión de 1.5 bares y a una distancia de 2 cm , empleando un recipiente protector para contener la dispersión de partículas.

Limpieza: Posterior al arenado, cada lámina fue limpiada minuciosamente con algodón impregnado en alcohol al 70% para eliminar residuos del abrasivo.

Imprimación: Se aplicó el agente de enlace Z-Prime Plus sobre la superficie de todas las muestras acondicionadas.

Figura 8.

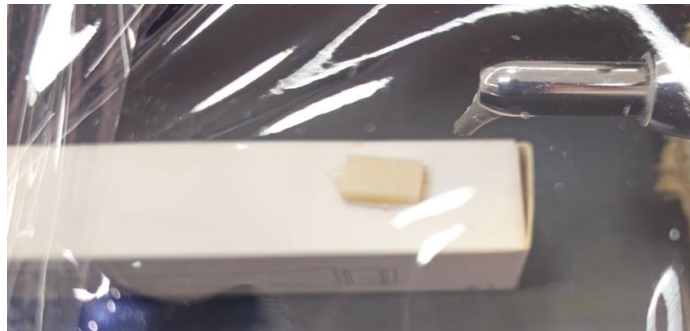
Microarenador AZDENT



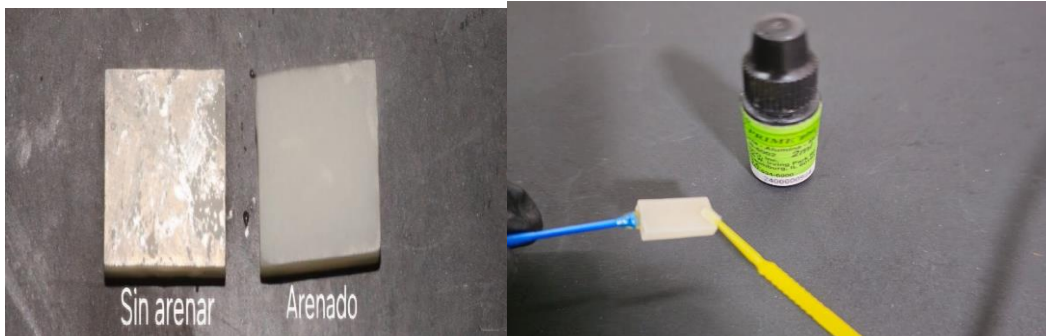
Fuente: Elaboración Propia

Figura 9.

Proceso de arenado, cada lamina fue limpiada con un algodón con alcohol al 70 por ciento



Fuente: Elaboración Propia

Figura 10.*Acondicionamiento de cada lámina con Z Prime*

Fuente: Elaboración Propia

Figura 11.*Arenados y acondicionados con z prime*

Fuente: Elaboración Propia

Cementación de los cilindros

Sobre cada lámina de zirconia se procedió a la cementación de 4 cilindros de resina, resultando en 32 muestras (cilindros) por cada grupo experimental.

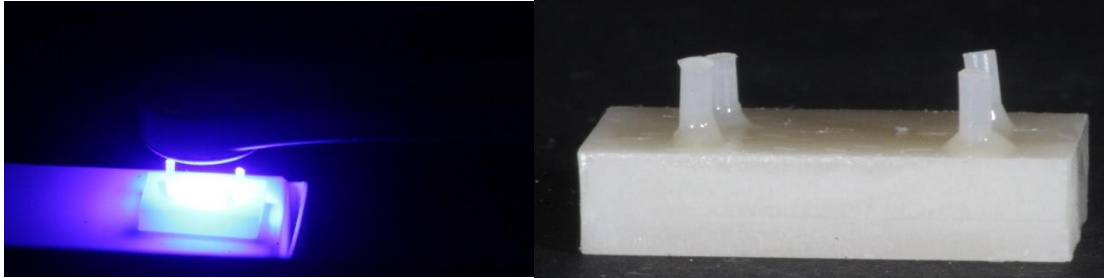
Fotopolimerización: En todos los casos se utilizó una unidad de curado LED de alta intensidad ($\geq 1000 \text{ mW/cm}^2$) por un tiempo de 20 segundos.

Grupo 1: Cementación realizada con RelyX U200 (3M).

Grupo 2: Cementación realizada con TheraCem (Bisco).

Figura 12.

Cementación de cilindros

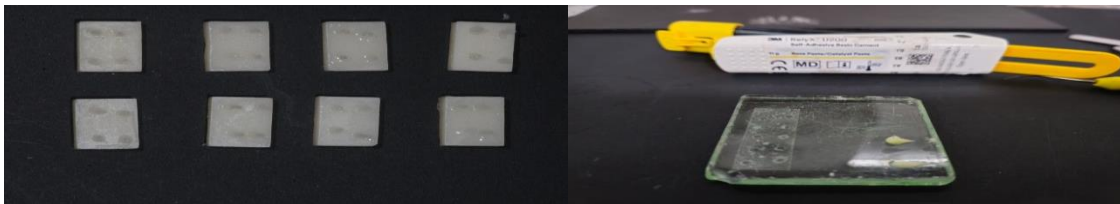


Fuente: Elaboración Propia

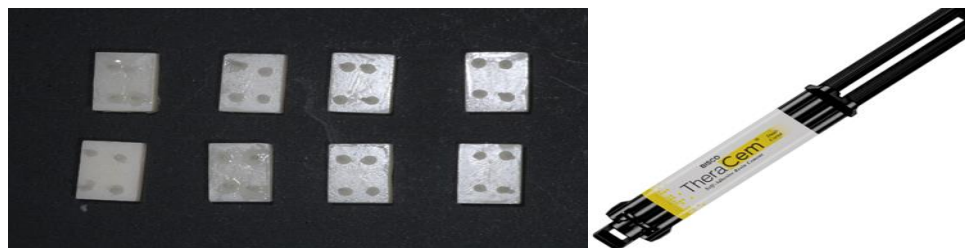
En ambos grupos, los materiales serán fotopolimerizados con lámpara LED de alta potencia ($\geq 1000 \text{ mW/cm}^2$) durante 20 segundos, según las recomendaciones del fabricante.

Cementados los Tygos

Figura 13. *Cemento RELY X U 200 - 3M*



Fuente: Elaboración Propia

Figura 14.*Cemento Thera Cem Bisco*

Fuente: Elaboración Propia

Almacenamiento

Una vez finalizada la cementación, cada grupo de muestras fue almacenado en tubos de ensayo estériles conteniendo agua destilada. Las muestras se mantuvieron en estas condiciones durante 24 horas previas al ensayo mecánico.

Figura 15.*Almacenamiento de las muestras*

Fuente: Elaboración Propia.

Montaje de las muestras

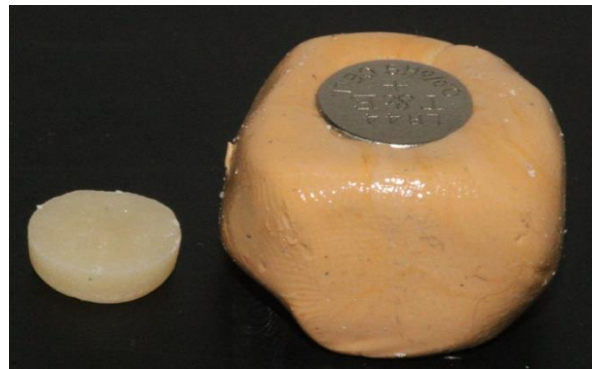
Para fijar las muestras en la máquina de ensayos, se confeccionaron bases de resina acrílica utilizando un molde de silicona.

Espaciador: Se colocó un espaciador metálico circular (tipo pila/batería) de 1\text{ cm} de diámetro en el interior del molde para crear el lecho de la muestra.

Fijación: Posteriormente, se agregó resina acrílica para formar la base. Las láminas de zirconia con los cilindros adheridos se fijaron a estas bases de acrílico utilizando adhesivo de cianoacrilato, asegurando su estabilidad para el ensayo.

Figura 16.

Adhesión de las láminas con la resina acrílica con cianocrilato



Fuente: Elaboración Propia

Figura 17.

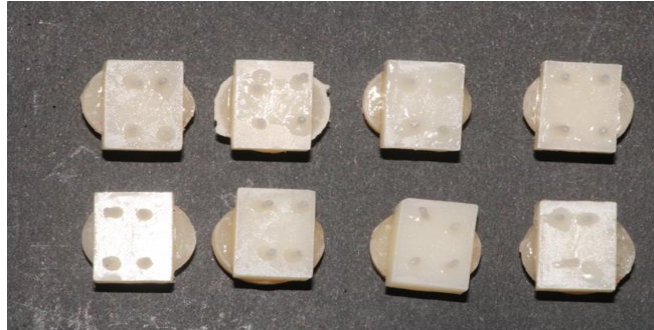
Cemento Rely X U 200



Fuente: Elaboración Propia

Figura 18.

Cemento Therra Cem



Fuente: Elaboración Propia

Ensayo en máquina universal

Finalmente, los dispositivos montados (Grupo 1 con RelyX U200 y Grupo 2 con TherraCem) fueron posicionados en la Máquina de Ensayo Universal para realizar la prueba de resistencia al cizallamiento (micro-shear bond strength), aplicando la carga directamente sobre la interfaz de unión.

Figura 19.

Ensayo en la máquina universal



Fuente: Elaboración Propia

Los datos obtenidos fueron analizados para verificar la normalidad de la distribución (prueba Shapiro-Wilk). Posteriormente, se aplicó la prueba t de Student para comparar los dos grupos, con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Resultados

Los resultados del estudio in vitro de las 16 láminas de zirconia con los tipos de cemento:

RelyX U200 y TheraCem

Tabla 3.

Resultado del estudio in vitro

Muestras	Láminas de zirconio + RelyX U200.	Láminas de zirconio + TheraCem
1	85,53	70,14
2	84,53	70,14
3	83,53	74,14
4	82,53	67,14
5	80,53	66,14
6	79,53	65,14
7	86,53	73,14
8	85,53	71,14
Promedio	83,53	69,64

Fuente: Elaboración Propia

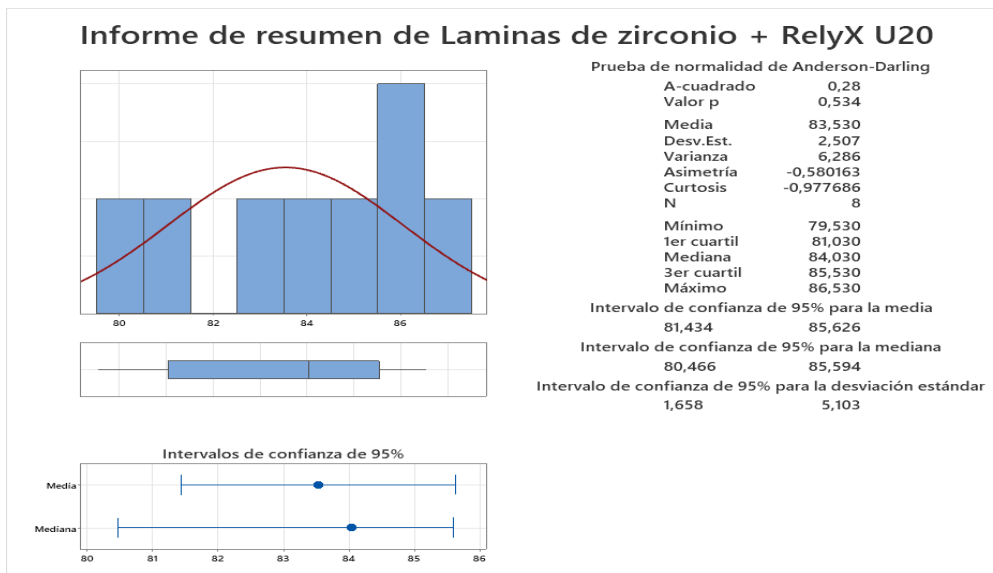
En la tabla 3, se evidenció que el promedio de la resistencia adhesiva fue para la lámina de zirconia tratada se aplicó una capa de imprimador Z-Prime Plus y los cilindros de resina fueron fijados con cemento resinoso autoadhesivo RelyX U200.

La prueba de normalidad que se aplicó a los dos grupos fue con la prueba Shapiro Wilk que se utiliza para muestras menores de 50. El resultado determinó que las muestras de los dos grupos tienen datos con una distribución normal. Además, se utilizó la prueba paramétrica para dos variables es T-Student.

En la figura 20 y 21 se presenta la estadística descriptiva como la media, desviación estándar y los rangos mínimo y máximo.

Figura 20.

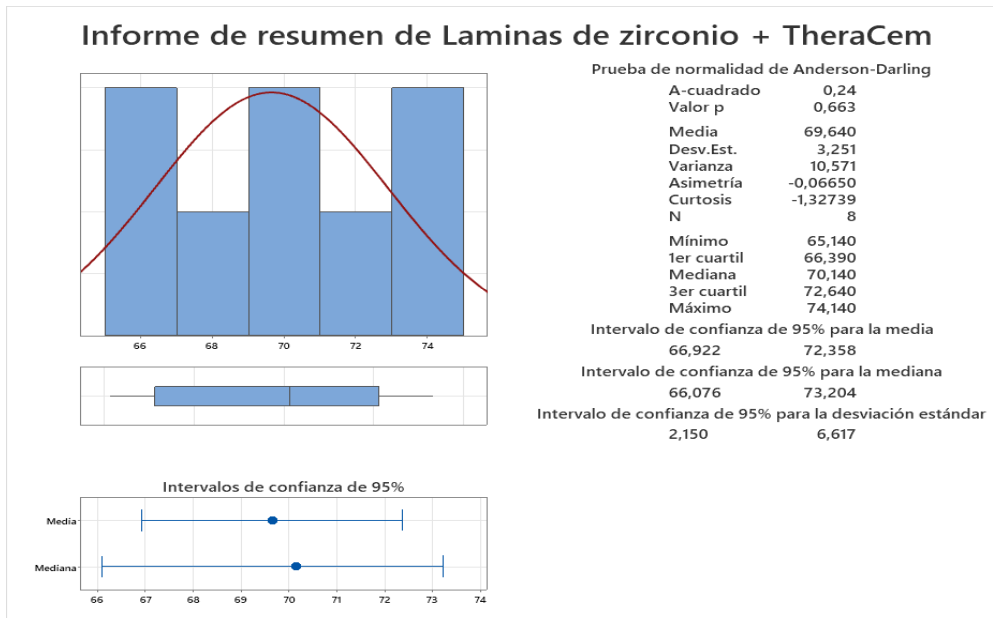
Estadística descriptiva con cemento resinoso autoadhesivo RelyX U200.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 21.

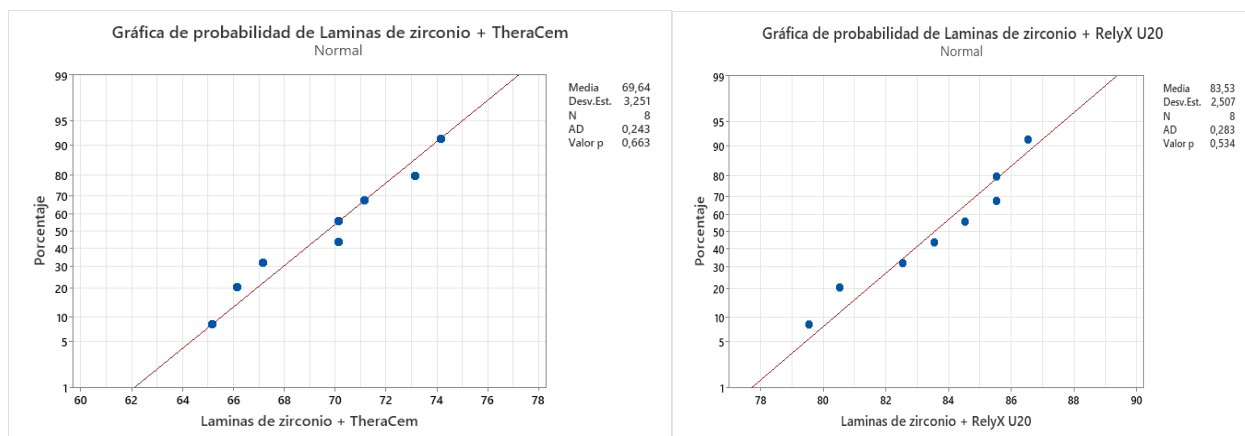
Estadística descriptiva con cemento resinoso autoadhesivo Thera Cem



Fuente: Elaboración Propia

Figura 22.

Prueba de normalidad de los cementos resinosos.



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 22, se evidencia que los muestras de los cementos tienen una distribución normal.

Tabla 4.

Prueba T Student para los cementos resinosos

Prueba de muestras independientes

	Prueba de		prueba t para la igualdad de medias					95% IC	
	Levene	p-valor		gl	p-valor	(-) medias	Mín	Máx.	
		F	t						
(Láminas de zirconio + RelyX U200) y (Láminas de zirconio + TheraCem)	,709	,414	-9,569	14	,000	-13,89	-17,00	-10,77	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4, se determinó que existe una diferencia significativa, la lámina de zirconia tratada se aplicó una capa de imprimador Z-Prime Plus y los cilindros de resina fueron fijados con cemento resinoso autoadhesivo RelyX U200 tuvo mayor resistencia que el cemento resinoso

dual TheraCem. El p-valor fue < 0.05 . Sin embargo, con las varianzas iguales y la prueba Levene se evidenció que los dos cementos pueden ser utilizado sin ningún problema.

Capítulo 3. Discusión De los Datos

Los resultados determinaron que mayor resistencia adhesiva tuvo las lámina de zirconia tratada se aplicó una capa de imprimador Z-Prime Plus y los cilindros de resina fueron fijados con cemento resinoso autoadhesivo RelyX U200 con 83, 53 MPa sobre las láminas tratadas con cemento resinoso dual TheraCem que alcanzó 69,64 MPa. Los factores que contribuyen a la resistencia son el curado dual con fotopolimerización y autopolimerización que aseguran que el cemento se endurezca bien, incluso en áreas donde la luz no penetra bien. Igualmente tiene la capacidad de unión químicamente en casos de restauración sin la necesidad de un adhesivo adicional.

A criterio de Borouziyat et al,(2024) sobre la comparación de la resistencia de adhesión del cemento de resina autoadhesiva y grabado total a la zirconia mostraron que la fuerza de adhesión inmediata o retardada del cemento no presentó variación, pero la fuerza de adhesión inmediata y retardada del cemento de grabado total -zirconia tuvo una variación menor que el cemento autoadhesivo. La fuerza de adhesión del cemento de resina autoadhesiva es mayor al cemento de grabado total.

Igualmente, Hurtado y Calvo (2018) sobre la efectividad de diferentes tratamientos en la adhesión sobre cerámica de zirconio en ensayos de cizallamiento con cuatro tipos de cemento y métodos de adhesión; aquí los cilindros fueron almacenados por 24 horas a una humedad de 37°C, luego fueron sometidos a las pruebas de resistencia de corte. Los resultados evidenciaron que el zirconio tratado con ácido fluorhídrico tuvo 8.08 MPa; coral experimental 7,62 MPa; ácido nítrico 6.76 MPa, ácido sulfúrico 6.24 MPa, silano 3.66 MPa.

Los resultado de la resistencia de adhesión son opuesta a nuestra investigación y una de las razones es el uso del imprimador que ayuda a la adhesión de los materiales y eso incrementa la resistencia de adhesión.

Cabe destacar que la cerámica de zirconio con diferentes tratamientos superficiales se observó un mejor comportamiento con el cemento RelyX U200 (3M) con 8.00 MPa y el Multilink IVOCLAR alcanzó 4.95 MPa. Las superficies tratadas como el ácido nítrico y coral experimental sobre la cerámica de zirconio fueron de fácil manipulación para mejorar la adhesión.

Asimismo, Maldonado y Porras (2021) en la investigación sobre la evaluación de resistencia adhesiva entre cementos resinosos y cerámica policristalina usando zirconia primers y adhesivos con MDP con y sin arenado. Al ser un estudio experimental in vitro se utilizó nueve cilindros de cemento / sistema adhesivo, se conformaron seis grupos que se combinaron tres de agentes de unión y los respectivos cementos: Relyx™ Ultimate/SingleBondo; All Bond Universal ®/Dúo Link Universal y Z-Prime Plus™/ Dúo Link Universal™, con y sin arenado.

Los cilindros se cementaron en láminas de zirconio (maquinados -3 por lámina), luego de la codificación se asignaron a los seis grupos de estudio. Para la evaluación de la resistencia adhesiva, las láminas de zirconia con los cilindros fueron ubicados en la máquina universal de prueba electromecánica. Los resultados tuvieron diferencias significativas en los grupos, la mayor resistencia adhesiva se dio en el grupo con Dúo Link Universal™ arenado con 41.7 ± 9.02 MPa y sin arenar 40.3 ± 7.2 MPa. La resistencia adhesiva varía más por el tipo de cemento/agente adhesivo aplicado, que por el tratamiento micro mecánica de superficie.

Conclusiones

Dentro de las limitaciones de este estudio, se pueden extraer las siguientes conclusiones. La adición del monómero de fosfato mejoró la resistencia de adhesión al cizallamiento tanto del titanio como de la zirconia. La aleación de titanio demostró una mejor resistencia de adhesión al cizallamiento a los cementos de resina en comparación con la zirconia cuando se aplicó el imprimador cerámico Clearfil plus (imprimador con MDP). El cemento de resina sin monómero de fosfato (PANAVIA™ V5) debe utilizarse junto con el imprimador cerámico Clearfil plus para la adhesión a la zirconia y al titanio. Además, el tipo de zirconia no influyó en la resistencia de adhesión al cizallamiento cuando se utilizó cemento de resina. Por lo tanto, cuando se cementa zirconia con una aleación de titanio junto con un cemento de resina con monómero de fosfato, el imprimador cerámico Clearfil plus debe aplicarse en el lado del titanio.

Referencias

- Alammar, A., & Blatz, M. B. (2022). The resin bond to high-translucent zirconia-A systematic review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 34(1), 117-135.
<https://doi.org/10.1111/jerd.12876>
- Batista, A., Palacios, N., & Ricardo, A. J. O. (2018). *Cementación de Zirconia: Una Revisión Sistemática de los Protocolos Más Utilizados Actualmente*. 4(2).
<https://doi.org/10.2174/0118742106300869240621074459>
- Borouziniat, A., Majidinia, S., Shirazi, A. S., & Kahnemuee, F. (2024). Comparison of bond strength of self-adhesive and self-etch or total-etch resin cement to zirconia: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 27(2), 113-125. https://doi.org/10.4103/JCDE.JCDE_225_23
- Cura, C., Özcan, M., Isik, G., & Saracoglu, A. (2012). Comparison of alternative adhesive cementation concepts for zirconia ceramic: Glaze layer vs zirconia primer. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 14(1), 75-82. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a21493>
- Huacon, V., & Gálvez, J. (2019). *Rehabilitación odontológica integral*. 5(1), 713-721.
<https://doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2019.5.1.enero.713-721>
- Hurtado, L., & Calvo, J. (2018). Efectividad de diferentes tratamientos en la adhesión sobre cerámica de zirconio. *Rehabilitadora oral. Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá*, 2(26), 76-11.

- Ivoclar. (2023). *Multilink Speed | Cementación autoadhesiva | Ivoclar*. Cemento dental.
https://www.ivoclar.com/es_latam/products/cementation/multilink-speed
- Kerrdental. (2018). *OptiBond™ Universal*. Kerr Dental. <https://www.kerrdental.com/es-mx/productos-para-restauracion-dental/optibond-universal-adhesivos-dentales>
- Kumar, S., Kumari, N., & Anshari, S. (2022). A study to assess the behavioral changes related to mobile phone usage observed by parents of school going children in selected areas of Sasaram. *International Journal of Advanced Psychiatric Nursing*, 4(2), 06-09.
<https://doi.org/10.33545/26641348.2022.v4.i2a.85>
- Li, R. W. K., Chow, T. W., & Matinlinna, J. P. (2014). Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art. *Journal of Prosthodontic Research*, 58(4), 208-216. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2014.07.003>
- Madfa, A., Al-Sanabani, F., Al -Qudami, N., Al -Sanabani, J., & Amran, A. (2014). Uso de la zirconia en el Odontología. *Revista Biomateriales*, 1(1), 5-9.
- Maldonado, M., & Porras, P. (2021). *Evaluación de resistencia adhesiva entre cementos resinosos y cerámica policristalina usando zirconio primers y adhesivos con MDP y sin microarenado*. [Programa Odontología, Universidad el Bosque]. chrome-
<https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/7c0dd57c-a745-498d-9677-97481caeb009/content>
- Petrauskas, A., Novaes Olivieri, K. A., Pupo, Y. M., Berger, G., & Gonçalves Betiol, E. Á. (2018). Influence of different resin cements and surface treatments on microshear bond

strength of zirconia-based ceramics. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 21(2), 198-204. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_190_17

Salazar, H. (2013). *Estudio comparativo In Vitro de la resistencia al cillamiento en diferentes tipos de cerámica cementadas en esmalte dentina con resina fluida* [Trabajo de Titulación, Universidad de Chile].

https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117522/Salazar_H.pdf;sequence=1

Seo, S.-H., Kim, J.-E., Nam, N.-E., & Moon, H.-S. (2022). Effect of air abrasion, acid etching, and aging on the shear bond strength with resin cement to 3Y-TZP zirconia. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 134, 105348.

<https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2022.105348>

Taboada, M., & Farfan, K. (2025). Adhesión y microfiltración en restauraciones de zirconia. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 66-82.

[https://doi.org/10.26820/recimundo/9.\(2\).abril.2025.66-82](https://doi.org/10.26820/recimundo/9.(2).abril.2025.66-82)

Theracem. (2022). *THERACEM*. Cemento dental. <https://www.coadental.cl/productos/theracem>