



**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE CIZALLAMIENTO DE CARILLAS EN
DISILICATO DE LITIO Y CARILLAS DE ZIRCONIO. UN ESTUDIO IN VITRO.**

AUTORES

**Jiménez Ruiz William Andrés
Ramírez Sampedro Yeiny Yomara**

**COLEGIO ODONTOLÓGICO
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA – UNICOC
PROYECTO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR
POR EL TÍTULO DE REHABILITADOR ORAL**

**REHABILITACIÓN ORAL
SANTIAGO DE CALI
07 DE MAYO DE 2024**



AUTORES

**Jiménez Ruiz William Andrés
Ramírez Sampedro Yeilyn Yomara**

DIRECTOR

**EDGAR HERNÁN MENESES
REHABILITADOR ORAL. DIRECTOR DE POSTGRADO EN REHABILITACIÓN ORAL**

ASESOR CIENTÍFICO

CARLOS HUMBERTO MARTÍNEZ

ASESOR METODOLÓGICO

ALEJANDRA ORDOÑEZ MOLINA

ASESOR ESTADÍSTICO

JULIAN ANDRÉS TAMAYO CARDONA

COLEGIO ODONTOLÓGICO

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
ESPECIALIZACIÓN EN REHABILITACIÓN ORAL**

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE CIZALLAMIENTO DE CARILLAS EN
DISILICATO DE LITIO Y CARILLAS DE ZIRCONIO. UN ESTUDIO IN VITRO.**

**COMPARISON OF THE RESISTANCE TO SHEAR FORCE OF LITHIUM
DISILICATE VENEERS AND ZIRCONIUM VENEERS. AN IN VITRO STUDY.**

**Ramírez Sampedro Yeiny Yomara ¹ Jiménez Ruiz William Andrés ¹, Edgar
Hernán Meneses Silva ², Carlos Humberto Martínez Caja ³. Alejandra Ordoñez
Molina ⁴, Julián Andrés Tamayo Cardona ⁵.**

1. Estudiante especialización rehabilitación oral. 2. Especialista en rehabilitación oral, 3, Magister en Epidemiología, 4 Magister en Epidemiología, 5, Estadístico. Maestría en Logística Integral.

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE CIZALLAMIENTO DE CARILLAS EN DISILICATO DE LITIO Y CARILLAS DE ZIRCONIO. UN ESTUDIO IN VITRO.

Resumen

Antecedentes. En odontología, el Disilicato de Litio es frecuentemente empleado en la creación de coronas, incrustaciones, prótesis fijas y carillas, ya que busca el balance entre aspectos estéticos, biológicos, mecánicos y funcionales. Por otro lado, el Zirconio tetragonal policristalino (Y-TZP), estabilizado con itria, ofrece una alternativa para la restauración dental al abordar la preocupación por la baja resistencia a la tracción, se destaca por su capacidad de endurecimiento transformacional proporciona una notable resistencia a la flexión y una mayor tenacidad ante fracturas. **Objetivo.** Determinar la resistencia a la fuerza de cizalla de las carillas en Disilicato de Litio y Zirconio. **Metodología.** Estudio experimental in vitro. Se calculó un tamaño de muestra de 26 dientes con cerámica dividido en 2 grupos, Disilicato de litio y Zirconio como suficientes para identificar una diferencia de resistencia adhesiva de 11,5 Mpa con una desviación estándar de 10 Mpa con un nivel de confianza 95% y un poder de 80%. **Resultados.** Respecto a la fuerza de cizalla la media para la muestra Disilicato de Litio fue de 59.59 ± 18.42 Mpa, y para el Zirconio fue de 64.32 ± 18.22 Mpa. En cuanto a la resistencia no hay diferencia estadísticamente significativa ($P= 0.5956$) **Conclusiones.** Tanto las carrillas de Zirconio como las de Disilicato se evidenció un comportamiento equiparable en términos de resistencia a la cizalla. Aunque se observaron variaciones en los tipos de fractura entre ambos materiales, los análisis estadísticos, incluida la prueba T, no revelaron diferencias significativas en resistencia a la cizalla. Por lo tanto, se concluye que, a pesar de algunas disparidades en propiedades específicas, ambos materiales son comparables en su desempeño en estas pruebas específicas.

Palabras clave: Fuerza cizallamiento, carillas, Disilicato de Litio, Zirconio, resistencia.

COMPARISON OF THE RESISTANCE TO SHEAR FORCE OF LITHIUM DISILICATE VENEERS AND ZIRCONIUM VENEERS. AN IN VITRO STUDY.

Abstract

Background. In dentistry, Lithium Disilicate is frequently used in the creation of crowns, inlays, fixed prostheses and veneers, as it seeks a balance between aesthetic, biological, mechanical and functional aspects. On the other hand, polycrystalline tetragonal zirconia (Y-TZP), stabilized with yttria, offers an alternative for dental restoration by addressing the concern about low tensile strength. It stands out for its transformational hardening capacity and provides notable resistance to flexion and greater fracture toughness. **Objective.** Determine the resistance to shear force of Lithium and Zirconium Disilicate veneers. **Methodology.** In vitro experimental study. A sample size of 26 teeth with ceramic divided into 2 groups, Lithium Disilicate and Zirconium, was calculated as sufficient to identify a difference in adhesive resistance of 11.5 Mpa with a standard deviation of 10 Mpa with a 95% confidence level and a power of 80%. **Results.** Regarding the shear force, the average for the Lithium Disilicate sample was 59.59 ± 18.42 Mpa, and for Zirconium it was 64.32 ± 18.22 Mpa. Regarding resistance, there is no statistically significant difference ($P= 0.5956$) **Conclusions.** Both the Zirconium and Disilicate cheeks showed comparable behavior in terms of shear resistance. Although variations in fracture types were observed between both materials, statistical analyses, including the T test, did not reveal significant differences in shear strength. Therefore, it is concluded that, despite some disparities in specific properties, both materials are comparable in their performance in these specific tests.

Keywords: Shear strength, veneers, Lithium disilicate, Zirconium, resistance.

Introducción

La rehabilitación oral es una disciplina esencial en el campo de la odontología, orientada a restablecer tanto la funcionalidad como la estética y la salud bucal de los pacientes(1). En este contexto, las carillas dentales han cobrado una relevancia extraordinaria como opción terapéutica para realzar la estética dental y corregir diversas imperfecciones (2). Entre los materiales más relevantes en la confección de carillas se destacan el Disilicato de Litio y el Zirconio, cada uno con sus propias características y aplicaciones clínicas específicas.

La preservación de las restauraciones dentales se alcanza mediante la adhesión, un proceso en el que es fundamental maximizar la fuerza de unión y evitar la descementación. Las restauraciones parciales en el sector anterior ofrecen una alternativa más conservadora en comparación con las restauraciones de cobertura total. Esta elección se basa en la preservación de la estructura dental y en la adhesión al esmalte como sustrato primordial para lograr resultados óptimos. Además, estas restauraciones parciales tienen como objetivo satisfacer las demandas estéticas y funcionales del paciente. A pesar de que materiales como el Disilicato de Litio y el Zirconio exhiben notables propiedades mecánicas y estéticas, resulta esencial aplicar protocolos de cementación específicos de cada material para garantizar una óptima adhesión y la durabilidad de las restauraciones (3)

Además, algunas propiedades de los materiales cerámicos, como la estabilidad del color, la biocompatibilidad y la estética duradera, los convirtieron en la mejor opción para las restauraciones conservadoras (4), sin embargo, existen muchas limitaciones para las restauraciones cerámicas; es decir, fragilidad, más procedimientos de manipulación en el laboratorio y su dureza que pueden someter a la abrasión los dientes opuestos.

En cuanto a la elaboración de carillas en Zirconio, se pueden realizar mediante fresado y sinterización y las carillas cerámicas en Disilicato de litio pueden ser procesadas mediante sistemas CAD/CAM o mediante la técnica de prensado o inyección.

El uso de CAD/CAM (*Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing*) (Diseño Asistido por Computadora / Fabricación Asistida por Computadora) (5), hoy en día es una herramienta útil que permite la toma de impresiones digitales, el diseño digital como parte de la planificación del tratamiento y la elaboración de restauraciones monolíticas para materiales cerámicos, utilizados más recientemente en el campo de las carillas cerámicas.

Una vez elaboradas es crucial manipular con cuidado las cerámicas vítreas durante la cementación, ya que esto influye en su éxito. Babut et al. (6) encontraron que la resistencia mecánica de las superficies grabadas y no grabadas de cerámicas vítreas era similar. El acondicionamiento generalmente implica la aplicación de ácido fluorhídrico, cuya concentración y tiempo de aplicación afectan la formación de microfracturas, lo que a su vez impacta en la resistencia mecánica del material (6). Es esencial utilizar agentes limpiadores especializados en cada procedimiento de cementación para descontaminar la estructura de las cerámicas antes de la cementación (7). Una correcta adhesión garantiza alta retención, mejor adaptación marginal y previene la microfiltración, aumentando así la resistencia a la fractura de la restauración y del diente tratado (8).

Para cerámicas sensibles al ácido, es fundamental seguir las recomendaciones del fabricante respecto a la concentración y tiempo de trabajo del ácido fluorhídrico. Cada tratamiento dental requiere un protocolo específico y una limpieza adecuada de las superficies antes de la cementación para garantizar una adhesión óptima (9).

Existen varios agentes limpiadores para cerámicas vítreas, como el ácido ortofosfórico, el alcohol isopropílico, la clorhexidina y el Ivoclean (ivoclar vivadent). Estos agentes se seleccionan según la composición del material restaurador y se utilizan para limpiar y preparar las superficies antes de la cementación (10).

Es importante planificar cuidadosamente el proceso de restauración dental, considerando las indicaciones y contraindicaciones de cada material y garantizando su correcta utilización para obtener resultados óptimos (11).

La elección del material adecuado para la fabricación de carillas dentales es crucial para garantizar resultados estéticos duraderos y funcionales. Sin embargo, existe una falta de consenso en la literatura sobre cuál de estos materiales ofrece una mayor resistencia a la fuerza de cizallamiento, un factor determinante para su éxito clínico a largo plazo. Por lo tanto, este estudio busca llenar esta brecha de conocimiento al comparar directamente la resistencia a la fuerza de cizallamiento de carillas de Disilicato de Litio y Zirconio.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue comparar la resistencia a la fuerza de cizalla que presentan las carillas elaboradas en Disilicato de Litio Versus Zirconio.

Materiales y métodos

El presente estudio se cataloga como experimental in vitro enfocado en evaluar la fuerza de desalajo de las restauraciones en Disilicato de Litio y en Zirconio. Se realizó el cálculo de la muestra de carillas en Disilicato de litio y en Zirconio. Se calculó un tamaño de muestra de 26 dientes con cerámica dividido en 2 grupos: Disilicato de litio y Zirconio como suficientes para identificar una diferencia de resistencia adhesiva de 11,5 Mpa con una desviación estándar de 10 Mpa con un

nivel de confianza 95% y un poder de 80%. Este cálculo se realizó con PASS 2021 (*Power Analysis & Sample Size*) con el algoritmo de diferencia de promedios mediante prueba t-student. Los criterios de selección para la muestra incluyeron dientes sanos, aquellos extraídos por indicación ortodóntica o de manera atraumática, y dientes con poco tiempo de extracción que fueron conservados en un medio artificial similar a la cavidad oral. Se excluyeron dientes con caries dental o lesiones no cariosas que afectan la superficie vestibular, así como aquellos con fisuras o fracturas coronales.

Procedimientos

Recolección de los dientes. El presente estudio siguió las recomendaciones publicadas en protocolos previamente utilizados y que involucran los siguientes pasos (12). Para determinar la resistencia a la cizalla que resiste el Disilicato de Litio y el Zirconio, se recolectaron recientemente 26 dientes entre primeros premolares superiores e inferiores, por indicación ortodóntica, previo consentimiento de donación de órganos de pacientes en consultas particulares según la normativa vigente en el territorio nacional que expresa la Ley 919 de 2004 (13)

Se entregaron a los odontólogos generales frascos de vidrio con cierre hermético, con cloramina T al 5% (12), para mantener los dientes hidratados y garantizar la estabilidad microestructural de los tejidos de forma que se garantice durante tiempos más largos al mismo tiempo que con el fin de prevenir el riesgo de transferir infecciones (14).

Una vez obtenidas las muestras se preparó resina acrílica de autocurado rosado (Veracril- New Stetic) como lo indica el fabricante, (15) sobre un vaso dappen siliconado de 2 cm de alto x 2 cm de ancho, sumergiendo la raíz a 2 mm de la unión amelocementaria (16). (Imagen 1). Luego de 24 horas de posicionados los dientes se procedió a preparar las superficies vestibulares para las carillas en Zirconio y en Disilicato de Litio. Posteriormente se almacenaron nuevamente en Cloramina T (17).

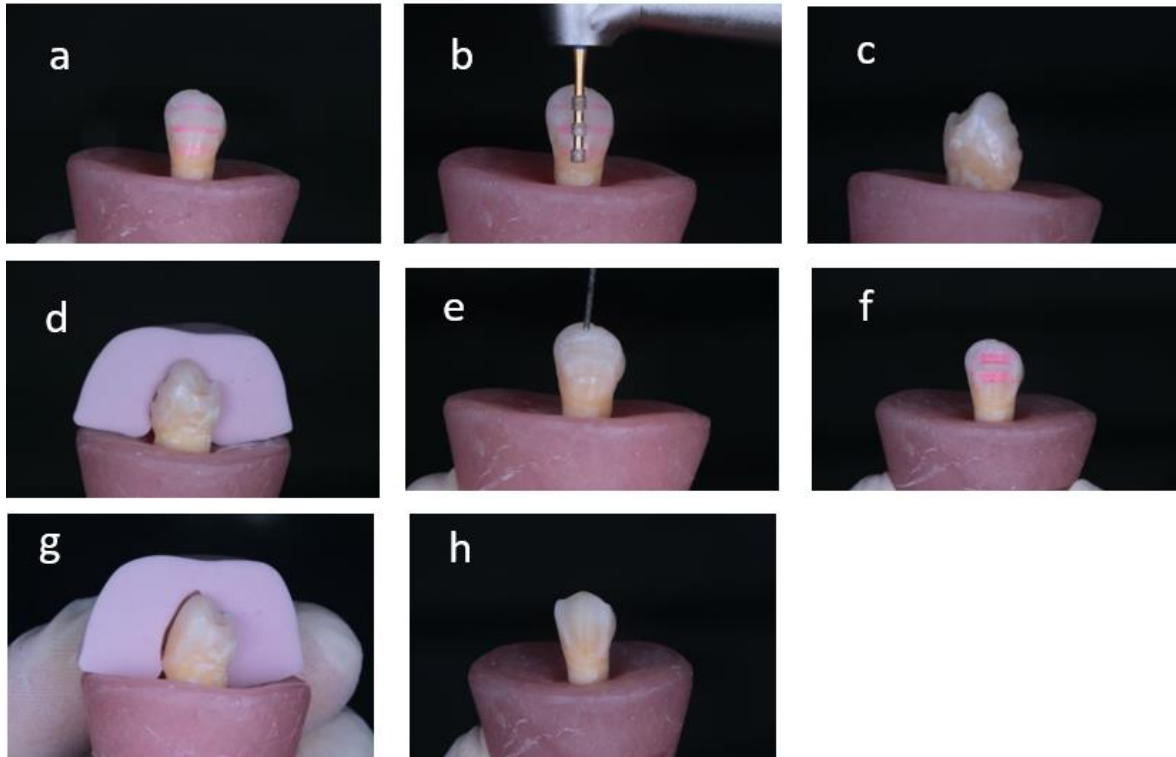
Imagen 1. Diente en bloque de acrílico



Diente posicionado en acrílico autopolimerizable rosado (New Stetic)
Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

En la imagen 2 se ilustra el procedimiento de la preparación dental estandarizada.

Imagen 2. Preparación dental estandarizada



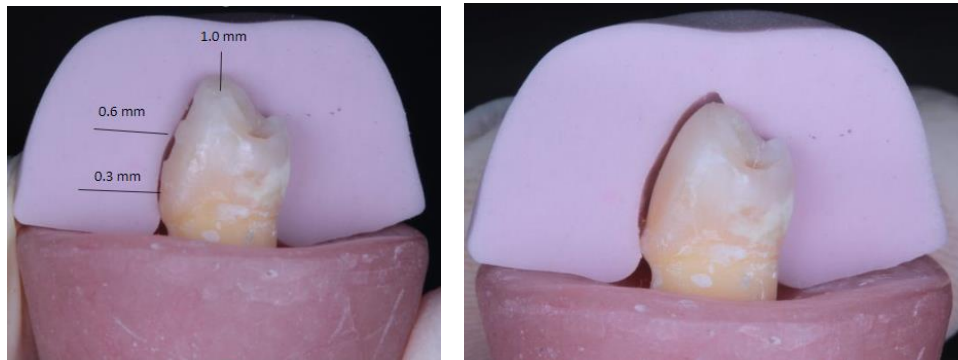
Nota: a) Diente sin preparar, b) Diente delimitado, fresa guía c) Vista lateral, profundidad de surco d) Vista lateral con matriz, e) Sonda periodontal Marthé para desgaste oclusal. f) Desgaste cervical g) Verificación de desgaste con matriz h) Diente preparado.

Técnica de preparación para carillas en Zirconio y en Disilicato de litio. Para este proceso de preparación dentaria para carillas en Zirconio y en Disilicato de Litio, se realizó completamente en esmalte (18). La preparación debe ser conservadora sin proporcionar al diente una apariencia voluminosa, evitar abarcar la dentina, especialmente en los bordes de la preparación y el tercio cervical, sin ángulos internos para permitir un correcto asentamiento sin interferencias (19). En la imagen 3 se presenta este procedimiento, se detalla el espesor del material de carilla y diseño de preparación de grupos experimentales.

- a) Con el objetivo de determinar el grado de reducción vestibular y oclusal para ambos diseños de preparación, se realizó con silicona de condensación Zetalabor (Zhermarck®) una matriz guía con corte sagital para cada diente. Tal como se ilustra en la figura 3.
- b) La preparación para las carillas se realiza por un solo operador calibrado, con fresas de diamante (Diatech) de grano fino (rojo) y

extrafino (amarillo), discos Sof-lex naranja de grano medio (3M® ESPE) para la eliminación de ángulos agudos con pieza de mano eléctrica de alta velocidad, a 0,3 mm de profundidad en tercio cervical y en tercio medio 0.6 mm y reducción oclusal 1.0 mm (20).

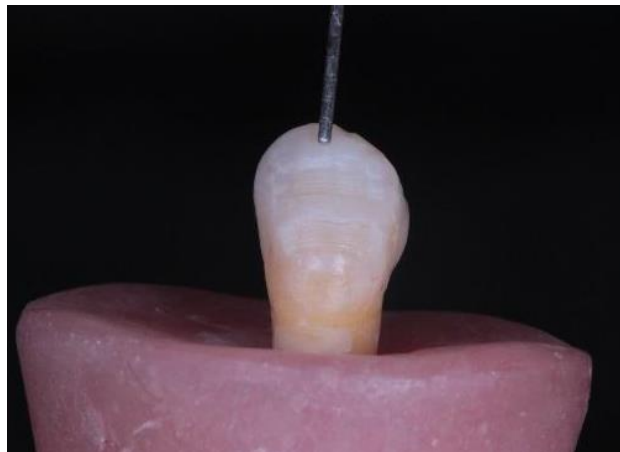
Imagen 3. Índice de silicona



Preparación dentaria 0,3 mm tercio cervical; 0.6 mm tercio medio; reducción oclusal de 1.0 mm
Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

c. Para la medición del control de desgaste de las preparaciones, se utilizó una sonda periodontal Marthé (21). Tal como se ilustra en la imagen 4.

Imagen 4. Procedimiento para medición del control de desgaste de las preparaciones

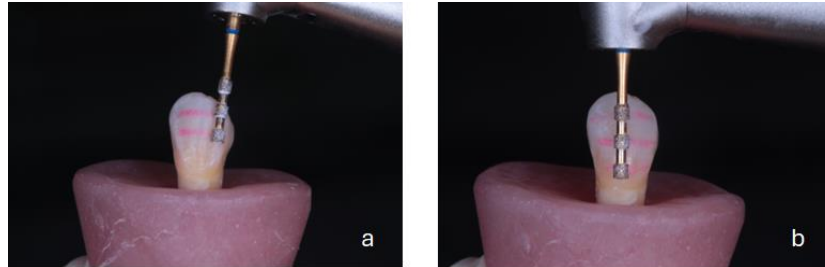


Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

El diente se preparó de manera meticulosa y estructurada, siguiendo un protocolo preciso. Se inicia con fresa marcadora de profundidad, estableciendo marcas a una profundidad de 0,3 mm en cada tercio del diente, como se ilustra en la imagen 5. Para garantizar un control preciso durante el desgaste, se empleó un portaminas de

grafito hidrosoluble de color rosado con el que se marcaron los canales de la preparación (22).

Imagen 5. Estandarización de las reducciones (a) surcos guía creados



a) Fresa marcadora de profundidad. b) Canales de preparación marcados con portaminas de grafito hidrosoluble de color rosado.

Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

d. A continuación, se utilizó una fresa troncocónica de grano fino (Ref:856014 8F Diatech (Coltène/Whaledent, AG, Suiza). Esta fresa se usó para regularizar la preparación, asegurando una superficie uniforme.

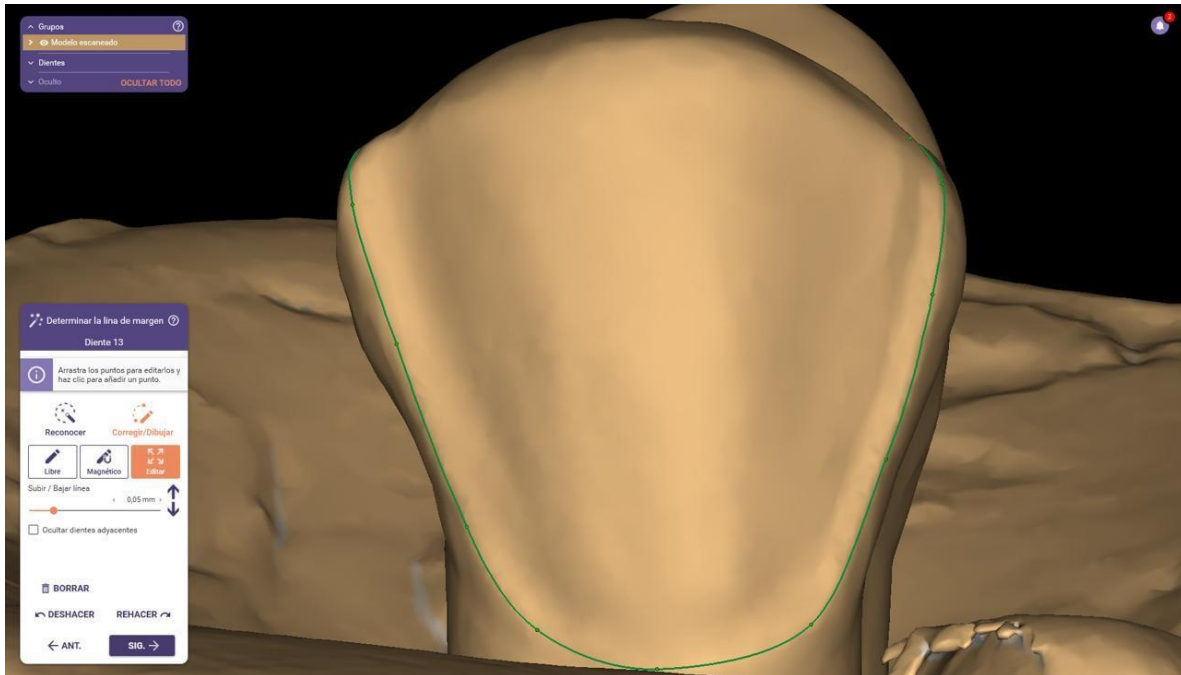
e. Posteriormente, se repitió el proceso de marcado con el portaminas hidrosoluble de color rosado en el tercio medio y oclusal, seguido de la regularización de la preparación (22). En este paso, se prestó especial atención a la profundidad, dejando preparado en la zona cervical a 0,3 mm. (23).

f. Se repitió el ciclo de marcado y regularización en el tercio medio y oclusal, alcanzando una profundidad de 0,6 mm en esta fase del procedimiento. Este enfoque detallado y progresivo garantiza una preparación precisa y adecuada, estableciendo las bases para procedimientos posteriores en rehabilitación oral (24)

g. La reducción realizada en el tercio oclusal de 1.0 mm se realizó con una fresa troncocónica de grano medio 45 μm (Diatech, Coltène/Whaledent, AG, Suiza) para obtener una línea de acabado de filo recto en dirección vestibulolingual (19)(23)

Las muestras fueron escaneadas utilizando un scanner 3Shape Trios 3 (3 Shape), software 3Shape dental system 2019, se empleó posteriormente el software Exocad versión 3.1 para el diseño de las carillas de Disilicato de Litio y Zirconio, tal como se ilustra en la Imagen 6. Una vez completado el diseño, este fue transferido para cada grupo de materiales, para el zirconio se procesado en una unidad de fresado CAM (fresadora CAD/CAM Roland DWX51D; y para el Disilicato se inyectó en horno programat EP 3010, con pastilla LT de e-max (Ivoclar) (25)

Imagen 6. Margen de preparación automática de detección



Fuente. Imagen del software Exocad diseño del laboratorio dental (2024).

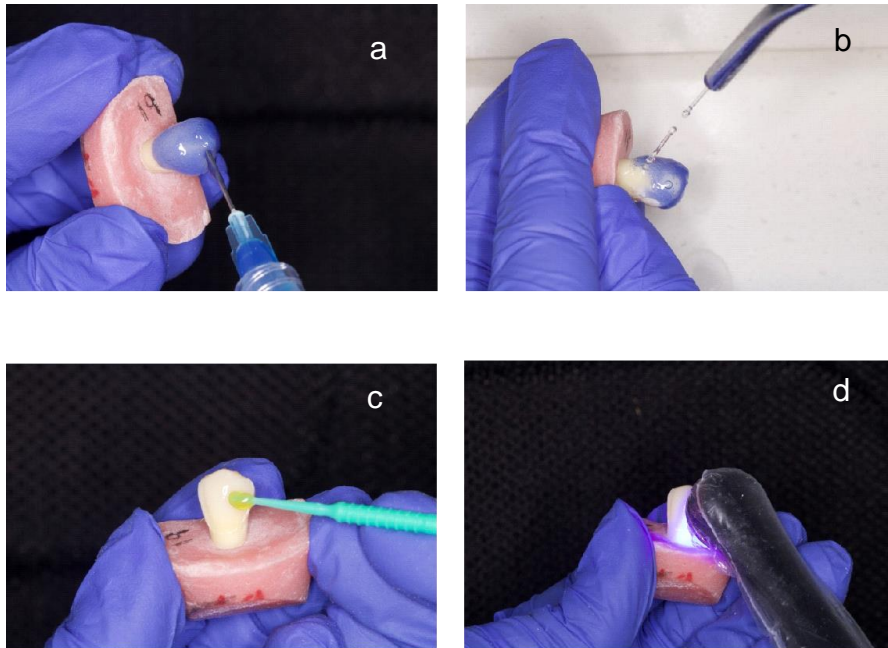
Tras la fabricación de las carillas, se llevó a cabo el tratamiento de superficie correspondiente para la cementación en esmalte en cada muestra. Además, se aplicaron los protocolos preestablecidos para las restauraciones en Disilicato de Litio y en Zirconio.

Protocolo de cementación

Tratamiento de superficie dental. Para el tratamiento de la superficie del diente preparado, se llevó a cabo un proceso específico.

- Inicialmente, la superficie del esmalte fue grabada utilizando ácido fosfórico al 35% Ultra-Etch™ jeringa 1,2 ml (Ultradent) durante 15 segundos (24), seguido de un exhaustivo enjuague con abundante agua durante 30 segundos (Ver Imagen 7) y posterior secado suavemente al aire (24).
- Se aplica adhesivo universal *scotchbond Bond* (3M ESPE, Seefeld, EE. UU.) se frotó con microbrush fino, No. 2 por 20 segundos, se aireó durante 40 segundos, posteriormente se aplica una segunda capa del adhesivo, se frotó, se aireó y fotopolimerizó por 20 segundos con lámpara de fotocurado VALO™ Grand (ultradent) a baja intensidad (potencia de 1000 mW/cm²), ciclo de rampa progresiva, programa standard (22).

Imagen 7. Tratamiento de la superficie del diente preparado

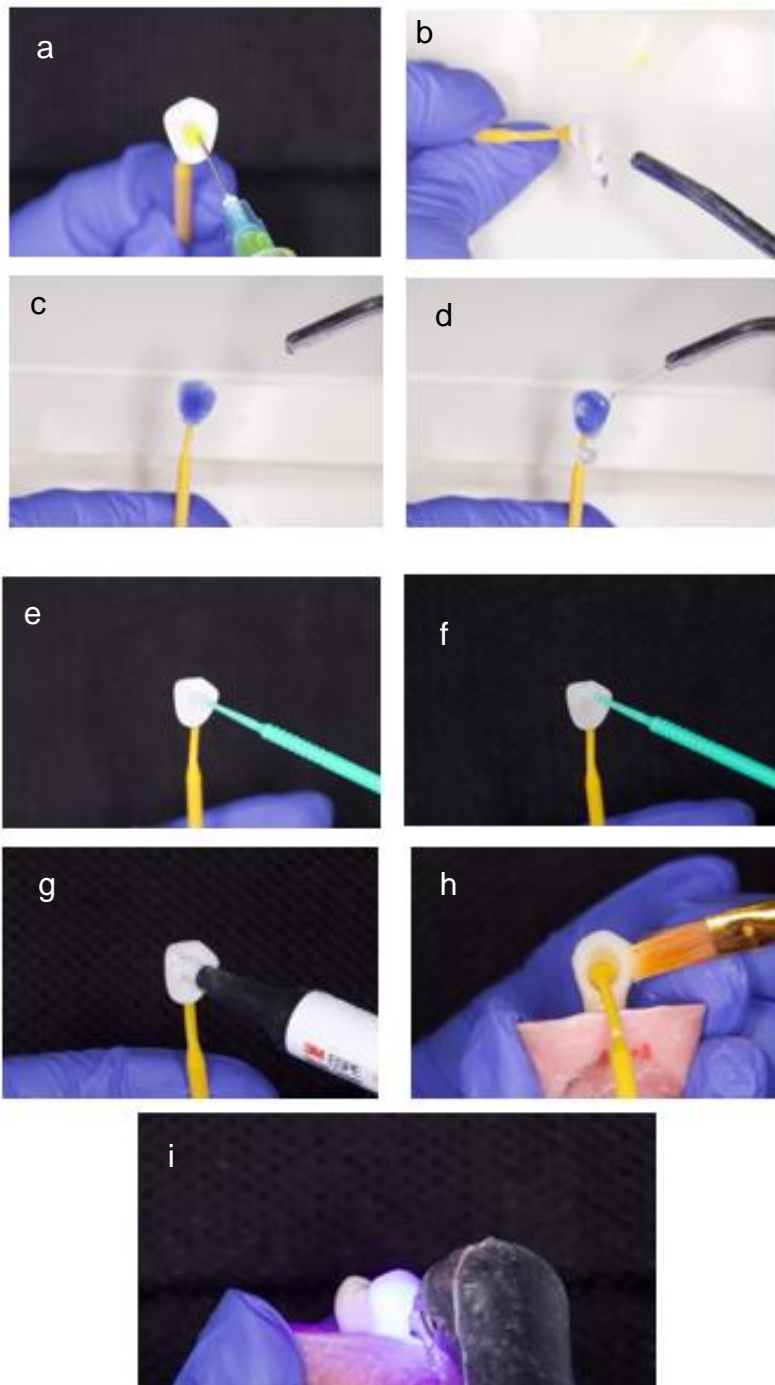


a) Grabado con ácido fosfórico al 35% aplicado sobre la preparación dental b) superficie dental después de lavar el gel de grabado. c) aplicación del sistema adhesivo d) foto polimerización del diente

Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

Tratamiento de superficie de la carilla en Disilicato de Litio y cementación. En la Imagen 8 se ilustra el procedimiento de cementación de carillas en Disilicato de litio.

Imagen 8. Preparación de la carilla en Disilicato de Litio



Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

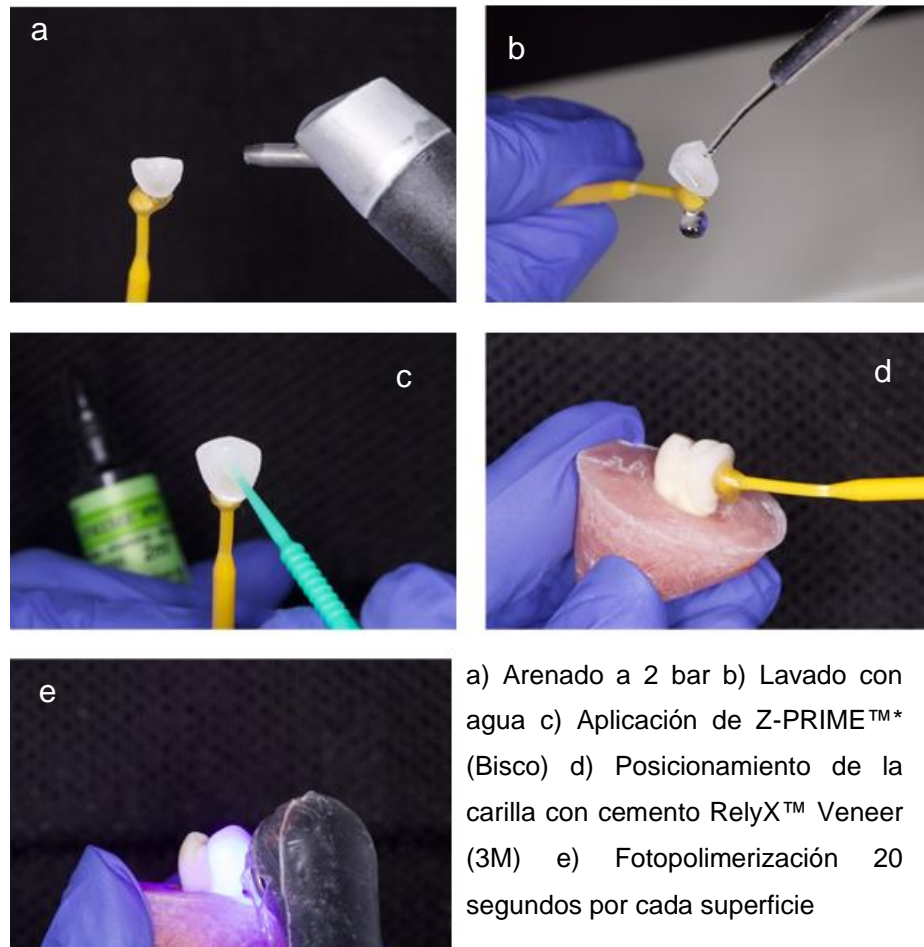
Para el tratamiento de las superficies internas de las carillas en Disilicato de Litio, se siguieron los siguientes pasos:

- Se grabaron las carillas con ácido fluorhídrico al 9% (Porcelain Etch Ultradent™) durante 20 segundos, se lavó con agua durante 30 segundos y se secó con aire (imagen 8a-b) (26,27)
- Seguidamente, las carillas se grabaron con ácido fosfórico al 35% Ultra-Etch™ (Ultradent) durante 30 segundos, se enjuagaron con una jeringa triplex de aire-agua y se secaron suavemente con aire (imagen 8c-d) (28).
- Se aplicó un agente acoplador de silano (Silane (Ultradent™) en la superficie interna de la cerámica, dejándolo actuar durante 60 segundos. (imagen 8e-f) (28).
- La cementación de las carillas en los dientes preparados se realizó utilizando cemento de resina de fotocurado para carillas RelyX™ Veneer (3M™ ESPE, Seefeld, Alemania) siguiendo las instrucciones del fabricante; una vez posicionada la carilla sobre el diente se retiraron excesos del material de cementación con pincel, se fotopolimerizó la restauración utilizando lámpara Valo grand (Ultradent) durante 20 segundos por cada superficie (imagen 8g-h-i)(27)
- Se aplicó un gel de glicerina hidrosoluble y se polimerizó nuevamente la restauración durante 20 segundos para eliminar la capa inhibida.
- Se utilizó este proceso para cada carilla, y cuando todas estuvieron cementadas, se completó el proceso (28).

Tratamiento de superficie de la carilla en Zirconio y cementación

En la imagen 9 se ilustra los diferentes pasos del tratamiento de la superficie de la carilla de Zirconio y su cementación.

Imagen 9. Tratamiento de superficie de carilla en zirconio y cementación



Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

Protocolo para carillas en Zirconio. El protocolo para la preparación de carillas en Zirconio involucra varios pasos específicos:

- En primer lugar, se llevó a cabo un arenado de la superficie interna de las carillas con óxido de aluminio de 50 μm (Protechno) durante 20 segundos, a una presión de 2 bar, con una angulación de 90 grados, manteniendo una distancia de 1 centímetro y posteriormente fueron lavadas con agua a presión durante 30 segundos
- Posteriormente, se aplicó una capa fina de Z-PRIME™* Plus (Bisco, Inc., Schaumburg, IL) durante 20 segundos, se frotó utilizando un microbrush, seguido de un secado con jeringa de aire durante 5 segundos (27) (28).
- Para finalizar, se procedió a aplicar cemento de resina de fotocurado para carillas RelyX™ Veneer A2 (3M™ ESPE, Seefeld, Alemania) siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante; una vez posicionada la carilla sobre el diente se retiraron excesos del material de cementación con pincel, se fotopolimerizó la restauración utilizando lámpara Valo grand (Ultradent) durante 20 segundos por cada superficie (27)
- Se aplicó un gel de glicerina hidrosoluble y se polimerizó nuevamente la restauración durante 20 segundos para eliminar la capa inhibida.

Se utilizó este proceso para cada carilla, y cuando todas estuvieron cementadas, se almacenaron nuevamente en frascos herméticos con cloramina T hasta el momento de la prueba de cizalla.

Prueba de cizalla. Se llevó a cabo un estudio para evaluar la resistencia a fuerzas de cizallamiento de las carillas cementadas utilizando una máquina universal de pruebas, modelo H50KS Celda de 10 KN (Tinus Olsen). Este análisis tuvo como objetivo determinar la susceptibilidad de la superficie cementada a desadaptarse del sustrato dental, expresada en Megapascales (MPa).

Para determinar los parámetros de la realización del ensayo, se aplicó la norma internacional UNE-EN- ISO 29022: 2013 (29), específica del método de ensayo de cizallamiento que se utiliza para determinar la fuerza de adherencia entre materiales de restauración dental directa y la estructura de los dientes (dentina o esmalte). El método que se describe está destinado principalmente a adhesivos dentales, incluye la selección del sustrato, el almacenaje y la manipulación de la estructura dental, así como el procedimiento de ensayo (29).

Las pruebas se realizaron con una máquina universal de pruebas, (Imagen 10). Las muestras fueron sujetadas con una base de sujeción para ensayo de flexión, en lámina A50 de $\frac{3}{4}$, 140 mm x 100 mm con 77 perforaciones roscadas de 4mm; bridas de sujeción; eje roscado de acople de 16-1.5 x 20 mm, en un ángulo de 45 grados, la punta con que se aplicó la fuerza de cizalla fue fabricada en AISI 1045 de 1" x 75mm con punta tipo pala de 5 x 1 mm; la fuerza se aplicó en sentido vertical sobre

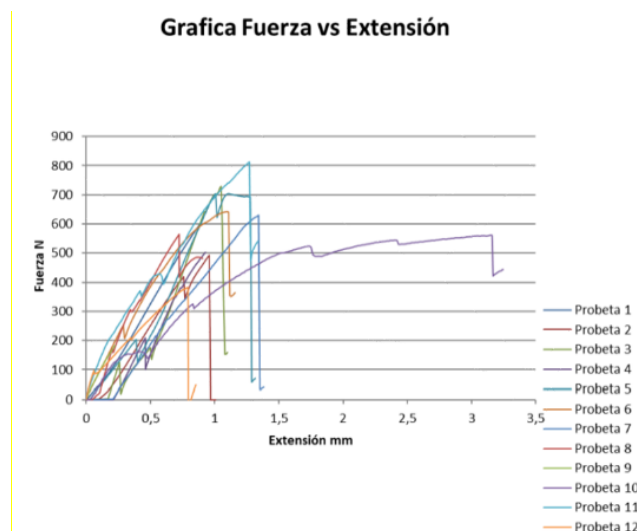
la carilla en Disilicato de Litio y en Zirconio con una velocidad de 1 mm/ minuto, la maquina genera datos (Grafica 1) mediante una gráfica que representa la fuerza en Newtons y la extensión en mm, esta grafica es para cada cuerpo de muestra donde asciende y el pico representa la máxima fuerza (30).

Imagen 10. Prueba de Cizalla.



Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

Gráfica 1. Fuerza versus Extensión



Fuente. Realizada a través de las pruebas por los investigadores (2024).

En el análisis estadístico, se inició con el descriptivo, se evaluó el comportamiento de la variable principal y se determinaron las medidas de tendencia central y dispersión a reportar. Para el análisis bivariado, dependiendo de la distribución de la variable cuantitativa, se determinó el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas.

Se construyó una base de datos en Microsoft Excel y se importó al programa STATA 15 IC macOS versión 10.2.0 para el análisis; este consistió en el cálculo de medidas de tendencia central, dispersión y posición para las variables de interés por cada una de las zonas evaluadas. El contraste según el material de las carillas se realizó con la prueba t-student (según cumplimiento de supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas). En complemento, se realizaron gráficas de cajas y bigotes. El nivel de confianza se establece en 95% y de significancia en 0.05.

Resultados

En la tabla 1 se presentan los resultados de las pruebas realizadas a las dos muestras; tanto de Disilicato como de Zirconio.

Respecto a la fuerza de Cizalla, la media para la muestra Disilicato fue de 59.59 Mpa, con desviación estándar de 18.42 y para el Zirconio fue de 64.32 Mpa, con una desviación estándar de 18.22 Mpa.

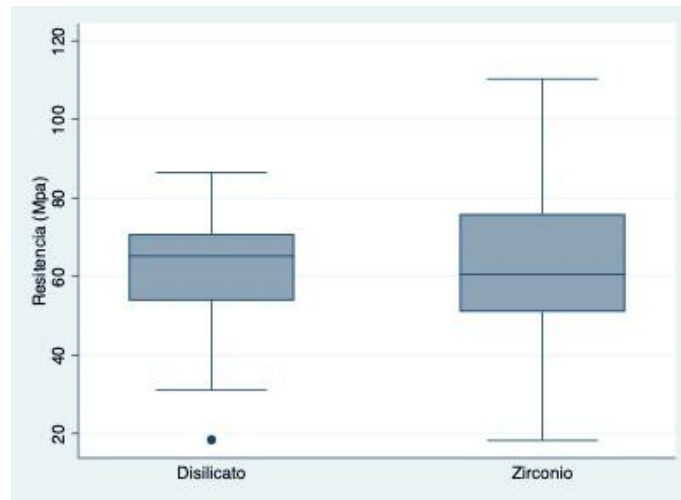
Tabla 1. Resultados pruebas de fuerza, resistencia cizalla.

Variable	Material	OBS	Mean	Std. Dve.	Min	Max.	P
Resistencia Cizalla (MPA)	Disilicato	12	59.59	18.88	18.42	86.50	0.5986
	Zirconio	13	64.32	24.75	18.22	110.30	

Fuente. Elaboración propia (2024) según pruebas de laboratorio.

Como se aprecia en la imagen 11, la muestra de Zirconio presentó mayor variación entre mínimos y máximos; 18.22 Mpa y 110.30 Mpa, respectivamente, para una media de 64.32 Mpa. En cuanto al Disilicato el máximo fue de 86.50 Mpa y la mínima de 18.42 Mpa. Para una media de 59.59 Mpa. Entre los dos materiales la diferencia no fue estadísticamente significativa.

Imagen 11. Resistencia Cizalla



Fuente. Elaboración propia (2024) según pruebas de laboratorio.

Tras la presentación de los resultados, se realizó la Prueba T, revelando lo siguiente: no se observaron diferencias significativas en la fuerza ($P = 0.5664$), tampoco en la resistencia ($P = 0.5956$). Estos hallazgos condujeron a la conclusión que las restauraciones elaboradas en Disilicato de litio y Zirconio, presentaron un comportamiento similar en cuanto a la fuerza de cizallamiento, aunque se evidenciaron disparidades en el tipo de fractura.

Discusión

La fuerza de cizallamiento, también conocida como fuerza tangencial o tensión cortante, es una fuerza que actúa paralelamente a la superficie de un objeto o material y que tiende a hacer que las diferentes partes de ese objeto se deslicen una sobre otra en direcciones opuestas (29). Es una medida de la resistencia al deslizamiento entre las partes de un material o entre dos superficies en contacto (31) (32)

Materiales como el Disilicato de Litio y el Zirconio se han destacado por sus cualidades funcionales y estéticas. En el presente estudio se evaluó la resistencia a la fuerza de cizallamiento. En esta sección se comparan los resultados encontrados con la evidencia documentada en estudios que se han desarrollado con similar objetivo.

Comparado con el estudio de Nieto et al. (32), que reportó una resistencia a la fuerza de carga de 19.57 (+/- 4.85) MPa para el Zirconio y 37.86 (+/- 10.3) MPa para el Disilicato de Litio, y el estudio de Ereife et al. (2011) (25), que evaluó sistemas como IPS e.max® ZirCAD e IPS e.max® CAD, obteniendo valores de resistencia de 28.8 (+/- 9.5) MPa para el óxido de circonio y 29.1 (+/- 8.3) MPa para el Disilicato de Litio, con distintos patrones de falla, los resultados del presente estudio mostraron una resistencia significativamente mayor. En el presente estudio, se alcanzó una

resistencia de 59.59 (+/- 18.88) MPa para el Disilicato de Litio y de 64.32 (+/- 24.74) MPa para el Zirconio. Es importante destacar que el Zirconio demostró una resistencia superior al Disilicato de Litio, lo cual difiere con los hallazgos previos de Nieto et al (32). y Ereife et al (25).

Las diferencias en la resistencia con el Disilicato de Litio pueden deberse a los sistemas adhesivos, en el estudio de Pezo et al. (2022) (21) donde se evaluó la influencia de dos sistemas adhesivos en la resistencia de unión de cerámicas de Disilicato de Litio inyectadas y mecanizadas. Se observó una diferencia significativa en los valores de resistencia de unión entre las cerámicas inyectadas y maquinadas, con valores de 7.14 ± 2.59 Mpa y 14.99 ± 4.33 Mpa, respectivamente (21).

Aunque se presentaron algunas diferencias en las propiedades y comportamientos específicos, ambos materiales parecen ser comparables en cuanto a su rendimiento en estas pruebas específicas de resistencia a la cizalla. Los estudios revisados indican que las carillas fabricadas con Disilicato de Litio exhiben una mayor resistencia a la fuerza de cizallamiento en comparación con las fabricadas con óxido de Zirconio. Esta mayor resistencia se refleja en los resultados de los estudios de Nieto et al. (2015) (32) y Ereife et al. (2011) (25), sin embargo, para el presente estudio el Zirconio presenta mayor resistencia con 64.32 (+/- 24.74) Mpa.

En el presente estudio el Zirconio presenta mayores rangos de resistencia, pero vale la pena destacar que el Disilicato tuvo un comportamiento más homogéneo en la distribución de los datos.

A pesar de los estudios sobre la fuerza de unión entre diferentes interfaces, aún se busca un protocolo y prueba ideales de resistencia de la unión. Según Pezo et al. (2023), la prueba de resistencia al cizallamiento ha sido considerado el más adecuado (21).

Dado que el comportamiento del Disilicato de Litio y el Zirconio no presentaron una diferencia estadísticamente significativa, es importante considerar su ubicación al utilizarlos clínicamente, ya sea en incisivos, caninos, premolares o molares. Además, se debe tener en cuenta la condición del paciente; por ejemplo, si presenta diagnóstico de bruxismo, se debe analizar su resistencia a la compresión.

De acuerdo con los resultados obtenidos las dos muestras de carillas, tanto de Zirconio como de Disilicato de Litio, exhibieron un comportamiento similar en términos de fuerza de cizalla. Aunque hubo diferencias en los tipos de fractura, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la fuerza máxima, resistencia a la cizalla entre los dos materiales. Esto se respalda tanto por las estadísticas descriptivas como por los resultados de la prueba T.

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos, tanto en las carillas de Zirconio como las de Disilicato de Litio se evidenció un comportamiento similar en términos de resistencia a la cizalla, aunque se presentaron variaciones en los tipos de fractura entre ambos materiales, el análisis estadístico no reveló diferencias significativas en la fuerza máxima y resistencia a la cizalla. Por consiguiente, se concluye que, a pesar de algunas disparidades en propiedades de ambos materiales estos son comparables en su desempeño en cuanto a resistencia a las fuerzas de cizalla.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se sugiere realizar estudios retrospectivos o longitudinales que permitan evaluar el comportamiento de estos materiales en la cavidad bucal del paciente. Será crucial valorar características como la funcionalidad, el color y la integridad de la carilla. Además, se recomienda evaluar el comportamiento de las carillas a lo largo del tiempo a través del envejecimiento por termociclado, lo que permitiría documentar cambios en diferentes periodos de tiempo.

Conflicto de interés

No se tiene conflicto de interés

Referencias

1. Jorquera YuriA. Rehabilitación Estética con Carillas de Disilicato de Litio. *Int J Med Surg Sci.* 2016;3(1):789–94.
2. El-Mowafy O, El-Aawar N, El-Mowafy N. Porcelain veneers: An update. Vol. 55, *Dental and Medical Problems.* Wroclaw Medical University; 2018. p. 207–11.
3. Kirmali O, Kustarci A, Kapdan A, Er K. Efficacy of surface roughness and bond strength of Y-TZP zirconia after various pre-treatments. *Photomed Laser Surg.* 2015 Jan 1;33(1):15–21.
4. Oumvertos KSVT, PSKP, SJ. Zirconia en odontología: segunda parte. Revolución clínica basada en la evidencia. *European Journal Of Esthetic Dentistry.* 2010;3(2):126–61.

5. Durán Ojeda G, Henríquez Gutiérrez I, Guzmán Marusic Á, Báez Rosales A, Tisi Lanchares JP. A Step-by-Step Conservative Approach for CAD-CAM Laminate Veneers. *Case Rep Dent*. 2017;2017:1–6.
6. Babu PJ, Alla RK, Alluri VR, Datla SR, Konakanchi A. Dental Ceramics: Part I – An Overview of Composition, Structure and Properties. *American Journal of Materials Engineering and Technology*. 2015;3(1):13–8.
7. Corts JP. Protocolos de cementado de restauraciones. *Actas odontol*. 2013;10(2):37–44.
8. Menees TS, Lawson NC, Beck PR, Burgess JO. Influence of particle abrasion or hydrofluoric acid etching on lithium disilicate flexural strength. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2014 Nov 1;112(5):1164–70.
9. Ashy LM, Al-Mutairi A, Al-Otaibi T, Al-Turki L. The effect of thermocyclic aging on color stability of high translucency monolithic lithium disilicate and zirconia ceramics luted with different resin cements: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2021 Dec 1;21(1).
10. Mizrahi B. The anterior all-ceramic crown: A rationale for the choice of ceramic and cement. *Br Dent J*. 2008 Sep 13;205(5):251–5.
11. Mellado Alfaro B, Anchelia Ramirez S, Quea Cahuana E. Resistencia a la Compresión de Carillas Cerámicas de Disilicato de Litio Cementadas con Cemento Resinoso Dual y Cemento Resinoso Dual Autoadhesivo en Premolares Maxilares Compressive Resistance of Lithium Disilicate Porcelain Laminate Veneers Cemented with Dual Resin Cement and Self-adhesive Dual Resin Cement in Upper Premolars. Vol. 9, *Int. J. Odontostomat*. 2015.
12. Gutiérrez C Sonia J DDCLBSCSGA. Evaluación microbiológica de la desinfección en unidades odontológicas (estudio piloto). *Rev colomb cienc quim farm*. 2008;37(2):133–49.

13. Congreso de la República de Colombia. Ley 919 de 2004. Por medio de la cual se prohíbe la comercialización de componentes anatómicos humanos para trasplante y se tipifica como delito su tráfico. Colombia; 2004.
14. Öztürk E, Bolay Ş, Hickel R, Ilie N. Shear bond strength of porcelain laminate veneers to enamel, dentine and enamel–dentine complex bonded with different adhesive luting systems. *J Dent*. 2013 Feb;41(2):97–105.
15. Zarone F, Epifania E, Leone G, Sorrentino R, Ferrari M. Dynamometric assessment of the mechanical resistance of porcelain veneers related to tooth preparation: A comparison between two techniques. *J Prosthet Dent*. 2006 May;95(5):354–63.
16. Saleh ARM, Al-Ani M, ALRawi T, Al-Edressi G. An in-vitro comparison of fracture resistance of three CAD/CAM Ceramic materials for fabricating Veneer. *Saudi Dent J*. 2021 Nov;33(7):745–52.
17. Durán Ojeda G, Henríquez Gutiérrez I, Guzmán Marusic Á, Báez Rosales A, Tisi Lanchares JP. A Step-by-Step Conservative Approach for CAD-CAM Laminate Veneers. *Case Rep Dent*. 2017;2017:1–6.
18. Malallah AD, Hasan NH. Thickness and yttria percentage influences the fracture resistance of laminate veneer zirconia restorations. *Clin Exp Dent Res*. 2022 Dec 13;8(6):1413–20.
19. Sharma NN, SS, PRS, SP, CS, & KM. An in vitro comparison of incisal preparation design on load-to-failure of ceramic veneers. *J Conserv Dent Endod*. 2023;26(5):550–4.
20. Farag SM, Ghoneim MM, Afifi RR. Effect of Die Spacer Thickness on the Fracture Resistance of CAD/CAM Lithium Disilicate Veneers on Maxillary First Premolars. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2021 Jun;Volume 13:223–30.

21. Pezo-Vargas KESFJM& DJAlexis. Resistencia de cerámicas de disilicato de litio adheridas con dos adhesivos diferentes. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*. 2022;34(2):21–8.
22. Assaf A, Azer SS, Sfeir A, Al-Haj Husain N, Özcan M. Risk Factors with Porcelain Laminate Veneers Experienced during Cementation: A Review. *Materials*. 2023 Jul 10;16(14):4932.
23. Hanoon ZA, Abdullah HA, Al-Ibraheemi ZA, Alamoush RA, Sami SM, Haider J. Marginal Fit of Porcelain Laminate Veneer Materials under Thermocycling Condition: An In-Vitro Study. *Dent J (Basel)*. 2023 Jan 1;11(1):12.
24. Linhares LA, Pottmaier LF, Lopes GC. Fracture resistance of veneers in premolars. *Eur J Dent*. 2018 Apr 16;12(02):191–8.
25. Ereifej. N R 'F. PSNWDC. Experimental and FEshear_ bonding strength at core/veneer interfaces in bilayered ceramics. *Den' Mater*. 2011;1(27):590–7.
26. Lee JH, Lee W, Huh YH, Park CJ, Cho LR. Impact of Intentional Overload on Joint Stability of Internal Implant-Abutment Connection System with Different Diameter. *Journal of Prosthodontics*. 2019;28(2):e649–56.
27. Lee Y, Oh KC, Kim NH, Moon HS. Evaluation of Zirconia Surfaces after Strong-Acid Etching and Its Effects on the Shear Bond Strength of Dental Resin Cement. *Int J Dent*. 2019 Jul 1;2019:1–8.
28. Chatterjee N, Ghosh A. Current scenario on adhesion to zirconia; surface pretreatments and resin cements: A systematic review. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2022;22(1):13.
29. UNE. Normalización Española. UNE-EN ISO 29022:2013. Odontología. Adherencia. Ensayo de resistencia al cizallamiento sobre muestras de borde entallado. (ISO 29022:2013). [Internet]. 2013 [cited 2024 Apr 19]. Available from: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0052311>

30. Salazar Larenas H. Estudio comparativo in vitro de la resistencia al cizallamiento de diferentes tipos de cerámicas cementadas en esmalte dentina con resina fluida. [Santiago de Chile]: Universidad de Chile ; 2013.
31. Roman-Rodriguez J, Agustin-Panadero R, Alonso-Perez-Barquero J, Fons-Font A, Sola-Ruiz M. Shear bond strength of partial coverage restorations to dentin. *J Clin Exp Dent*. 2015;e396–9.
32. Nieto Reyes Cr CRNSPH. Estudio comparativo de resistencia a fuerzas de cizallamiento de sistemas ceramo-cerámico. 2015 [cited 2024 Feb 27]; Available from: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4458/2015-CorderoRueda,NelsonMauricio-Articulo.pdf?sequence=2>