



**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 YEINYN YOMARA**

**COLEGIO ODONTOLOGICO
INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
REHABILITACIÓN ORAL
SANTIAGO DE CALI
29 DE MAYO DE 2024**



**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 YEINYN 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
REHABILITACIÓN ORAL**

DEDICATORIA

A nuestras familias, quienes siempre estuvieron ahí para nosotros con amor, apoyo y sacrificios.

A nuestros amigos y colegas, por estar a nuestro lado con ánimo, comprensión y amistad durante todo este tiempo.

A nuestros queridos profesores, por enseñarnos, inspirarnos y ayudarnos en cada paso del camino.

Gracias a todos por ser parte importante de este proyecto de tesis. Su influencia seguirá siendo significativa en nuestro futuro."

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera invaluable en la realización de este trabajo:

A nuestro asesor científico, Edgar Meneses, por su orientación experta, valiosos consejos y apoyo constante a lo largo de este proyecto de investigación.

Al asesor metodológico, Carlos Martínez, por su ayuda en la estructuración metodológica de nuestro trabajo, que fue fundamental para su desarrollo y éxito.

A nuestros docentes Manuel Vivas, Felipe Márquez y Juliana Zuluaga, por compartir generosamente su conocimiento, inspiración y dedicación en la formación de nuestra base académica.

Al equipo del laboratorio de biomateriales cerámicos de Universidad del Valle, por proporcionar los recursos y el apoyo técnico necesarios para llevar a cabo las pruebas y análisis requeridos en nuestro estudio

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
3. MARCO TEÓRICO	15
3.1 ADHESIÓN.....	15
3.2 CERÁMICAS DENTALES.....	16
3.2.1 Composición de las cerámicas dentales	16
3.2.2 Clasificación de las cerámicas	17
3.3 ZIRCONIO CONVENCIONAL.....	18
3.3.1 Los tres tipos de Zirconio	20
3.4 CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES LIMPIADORES DE CERÁMICA	21
3.4.1 Mecanismo de acción de los agentes limpiadores	22
4. OBJETIVOS.....	23
4.1 OBJETIVO GENERAL	23
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
5. METODOLOGÍA	24
5.1 TIPO O DISEÑO DE ESTUDIO	24
5.2 OBJETO DE ESTUDIO.....	24
5.3 POBLACIÓN.....	24
5.4 TAMAÑO DE MUESTRA	24

5.5	CRITERIOS DE SELECCIÓN	26
5.5.1	Criterios de inclusión 26	
5.5.2	Criterios de exclusión 26	
5.6	PROCEDIMIENTOS	26
5.6.1	Recolección de los dientes 26	
5.6.2	Protocolo de cementación 32	
5.6.3	Prueba de cizalla 37	
5.7	VARIABLES.....	39
5.7.1	Cuadro operacional de variables 39	
5.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
5.9	CONSIDERACIONES ÉTICAS	40
6.	RESULTADOS	40
7.	DISCUSIÓN.....	42
8.	RECOMENDACIONES.....	45
9.	CONCLUSIONES	45
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
	ANEXOS	51

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Prueba T de dos muestras suponiendo la misma varianza	25
Tabla 2. Operacionalización de variables	39
Tabla 3. Resultados pruebas de fuerza, resistencia cizalla.....	41

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diente en bloque de acrílico	27
Figura 2. Preparación dental estandarizada	27
Figura 3. Índice de silicona	29
Figura 4 Procedimiento para medición del control de desgaste de las preparaciones	29
Figura 5. Estandarización de las reducciones (a) surcos guía creados.....	30
Figura 6. Margen de preparación automática de detección	31
Figura 7. Tratamiento de la superficie del diente preparado	33
Figura 8. Preparación de la carilla en Disilicato de Litio	34
Figura 9. Tratamiento de superficie de la carilla de Zirconio y cementación	36
.....	
Figura 10. Prueba de Cizalla.	38
Figura 11. Resistencia Cizalla	41

GLOSARIO

10- Metacriloiloxiidecil Dihidrógenofosfato (MDP): Un monómero utilizado como adhesivo dental para promover la adhesión entre las restauraciones dentales y el esmalte o la dentina.

Ácido fluorhídrico (HF): Un compuesto químico corrosivo utilizado en odontología para el grabado ácido del esmalte dental antes de aplicar adhesivos, con el fin de mejorar la retención de las restauraciones dentales.

Carillas: Delgadas láminas de material cerámico que se adhieren a la superficie frontal de los dientes para mejorar su apariencia estética o corregir imperfecciones.

Disilicato de Litio: Un material cerámico utilizado para la fabricación de restauraciones dentales, como coronas, incrustaciones o carillas.

Disilicato: Un compuesto que contiene dos átomos de silicio por molécula.

Zirconio tetragonal policristalino (Y-TZP): Un material cerámico de alta resistencia utilizado para la fabricación de coronas y puentes dentales debido a su durabilidad y estética.

1. 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.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La odontología enfocada en la rehabilitación estética se ejerce de manera conservadora, apoyada de la adhesión para preservar la mayor cantidad posible de estructura dental y satisfacer necesidades estéticas y funcionales del paciente. La tecnología de adhesivos especiales, como el 10-Metacrilóiloxiidecilo Dihidrógenofosfato (MDP), aumentan la fuerza de unión con diversos tratamientos de superficie, se han empleado elementos como la cerámica de Disilicato de Litio debido a su resistencia, naturaleza preservadora, longevidad, biocompatibilidad, su alta translucidez, estética, biocompatibilidad y baja difusividad térmica; sin embargo, al ser un material quebradizo, muestra una alta resistencia a la compresión y baja a la tracción, lo que puede provocar que las restauraciones fallen en el entorno bucal (12)

Otra opción para restaurar es el zirconio tetragonal policristalino (Y-TZP) estabilizado con itria aborda el problema de la baja resistencia a la tracción. Además, de la excelente estética y tolerancia tisular del material en comparación con las restauraciones metal-cerámicas, su propiedad de endurecimiento transformacional proporciona una alta resistencia a la flexión (hasta 1200 MPa) y tenacidad a la fractura (6 a 9 MP). Sin embargo, debido a la naturaleza opaca del zirconio, el revestimiento ha mejorado sus propiedades mediante una porcelana feldespática más translúcida para lograr la estética deseada (13)

En línea con lo anterior, una adhesión óptima al sustrato dental se basa principalmente en el tratamiento de superficie que en conjunto con el grabado con ácido fosfórico logra la apertura de los túbulos dentinarios mediante la eliminación del detritus, indispensable para obtener retenciones micromecánicas y así evitar la contaminación del sustrato dental (14).

Un agente de unión que evita la separación de los dos materiales es el proceso de silanización previa a la aplicación de adhesivo y cemento resinoso en el

comportamiento físico y mecánico para que las carillas conserven una alta tasa de supervivencia a mediano y largo plazo, con el fin de lograr una fuerza de unión suficiente entre la cerámica, el zirconio, y el sustrato dental, por tanto, se realiza este estudio que compara la resistencia a la fuerza de cizallamiento de carillas en Disilicato de Litio y carillas en Zirconio un estudio in vitro (14).

Este estudio se realizó porque en el transcurso de la investigación se determinó que existe limitada literatura al respecto y esto motivó la investigación para aportar herramientas necesarias para cerrar la brecha en el conocimiento que podría generar para profesionales que deben decidir sobre que material sería la mejor elección en restauraciones para carillas vestibulares.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 ADHESIÓN

Para lograr una cementación efectiva en las restauraciones cerámicas, es esencial preparar la superficie de manera adecuada, tanto mecánica como químicamente, para garantizar una adhesión óptima entre la cerámica y la dentina subyacente. Esta unión se logra mediante sistemas adhesivos que se adhieren tanto a la cerámica como al diente, tras la aplicación de ácido fluorhídrico (HF) seguido de un compuesto de silano, que proporciona la rugosidad superficial necesaria.

La silanización de la superficie del material y los materiales resinosos desempeñan un papel crucial en la formación de esta unión. Gracias a su naturaleza bifuncional, el silano facilita la humectación de la superficie cerámica, aumentando así el área de contacto. Además, el silano se une tanto a los compuestos de óxido de silicio en la superficie cerámica como a la matriz orgánica de la resina mediante enlaces siloxanos. Estudios han demostrado que el HF condiciona y disuelve selectivamente la matriz vítrea de la cerámica, lo que resulta en un patrón topográfico que favorece una fuerte unión micromecánica con los materiales resinosos, evidenciado por altos valores de fuerza de unión (15).

La silanización de la superficie cerámica antes de la aplicación del adhesivo y/o los materiales resinosos se ha convertido en un procedimiento estándar en las restauraciones de vitrocerámica, ya que su importancia en la formación de la unión está bien establecida. Este proceso utiliza compuestos capaces de promover la unión química con superficies orgánicas, como polímeros y resinas compuestas, así como de unirse a los compuestos inorgánicos presentes en la superficie cerámica mediante enlaces covalentes de siloxano en ambos casos. La resistencia al cizallamiento se define como la carga necesaria para producir una fractura en la interfase de unión entre dos materiales cuando se aplican fuerzas paralelas de sentido contrario (15).

3.2 CERÁMICAS DENTALES

Dentro de los biomateriales empleados en procesos restaurativos en odontología, se evidencia que las cerámicas dentales son ampliamente usadas para dientes anteriores y posteriores, en las características propias del material se cuenta con una resistencia moderada del 75% y una traslucidez de 360 – 400 Mpa., como lo evidencia Figueroa y otros (26)

La estética que brinda este material lo hace llamativo, las cerámicas dentales pueden cambiar el color debido a diferentes factores entre ellos los hábitos alimenticios, el hábito del cigarrillo, el consumo continuo de alcohol, las bebidas oscuras, entre otros (26).

Durante las últimas décadas, los materiales han presentado avances tecnológicos, desde la porcelana feldespática a las cerámicas basadas en zirconio, es notoria la evolución en sus propiedades, como la flexión, la resistencia a la fractura, mejorando hasta 10 veces, características comunes de los materiales cerámicos, al igual que la proporción vítrea, grado de porosidad, propiedades ópticas y mecánicas de las restauraciones.

3.2.1 Composición de las cerámicas dentales

Según Saavedra, et, al., (27) este tipo de materiales con estructuras inorgánicas no metálicas están compuestas de los siguientes elementos, O, Ca, Al, Mg, Li, Si, K, Ti, Zr, P, Na, las cerámicas están conformadas por parte cristalina y vidrio en relación a la estructura del Silice que contengan, la cerámica feldespática está conformada por una parte de matriz de vidrio ($K_2O - Al_2O_3$) y partes cristalinas cuyo contenido es leucita K (Si_2Al) O (28).

3.2.2 Clasificación de las cerámicas

La evolución a nivel tecnológico en la producción de materiales de alta resistencia de uso odontológico ha sido notoria en los últimos años. Ejemplo de estos materiales son las porcelanas o cerámicas, porcelana feldespática y cerámicas que contienen zirconio (16). Así, las cerámicas se clasifican en:

Cerámicas de Disilicato o feldespáticas: Estas cerámicas, están compuestas en su estructura vítrea como compuesto inorgánico, con feldespato (75- 85%), utilizado por sus propiedades ópticas, un compuesto cristalino de cuarzo SiO_2 (15-80%), caolín $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-2H}_2\text{O}$ (0-5%, alúmina Al_2O_3 (11-60%), leucita (0-55%), y pigmentos como óxidos metálicos (1%)

Cerámicas aluminosas: Su resistencia es mediana; son usadas en tratamientos y procedimientos de “restauraciones monolíticas en el sector anterior como carillas estéticas o en el sector posterior como inlay y onlay” (17).

Cerámicas reforzadas: Son cerámicas compuestas fundamental de las porcelanas de uso odontológico convencionales, con modificaciones que refuerzan sus propiedades físico- mecánicas y mejoran sus propiedades ópticas-estéticas. Se reconocen dos subgrupos:

Cerámicas reforzadas con leucita: Son muy resistentes a la flexión (de 160 a 300 MPa), se pueden usar en “subestructuras de coronas, carillas y prótesis fija de 3 piezas anteriores que deberán ser recubiertas con cerámicas convencionales (17)”.

Cerámicas reforzadas con Disilicato de Litio: Son de alta resistencia a la flexión (320-450 MPa), se usan o emplean en la elaboración de coronas, carillas, y puentes, para procedimientos de restauración.

Cerámicas de óxidos: Están compuestos por materiales policristalinos con poca fase vítrea, son opacos, y son usados en la producción de subestructuras dentales; se conforman por, dióxido de zirconio óxido de alúmina o dióxido de titanio; ferritas, espinelas, entre otros.

Cerámicas de óxidos de alúmina: Se conforman en un 85% de partículas de óxido de aluminio de 2-5 nm de diámetro, el cual proporciona una resistencia a la flexión de 500 MPa.

Cerámicas de óxidos de Zirconio: se componen por “un 95% de óxido de zirconio y un 5% de óxido de itrio”. Debido a que el zirconio es de alta resistencia (900 MPa) y dureza (1200 HV), se usa como refuerzo de la porcelana.

3.3 ZIRCONIO CONVENCIONAL

El zirconio, un material cerámico derivado del óxido de circonio, destaca en odontología por su excepcional resistencia y estética. Este material ofrece interesantes posibilidades para el diseño de estructuras dentales (4). Reconocido por su biocompatibilidad y durabilidad frente a las tensiones del entorno oral, el zirconio se ha convertido en un elemento clave en diversas restauraciones dentales. La tecnología actual, centrada en los polvos de óxido de zirconio, está impulsando el desarrollo de innovadoras restauraciones completamente cerámicas, con propiedades físicas mejoradas y una biocompatibilidad excepcional, listas para su aplicación clínica (4).

Las subestructuras de óxido de zirconio de alta resistencia son utilizadas como base para una variedad de aplicaciones dentales, incluyendo coronas completas o parciales, prótesis fijas, carillas, postes radiculares, muñones, coronas telescópicas primarias, pilares de implantes e implantes.

Especialmente en el caso de prótesis dentales fijas, el óxido de zirconio destaca por sus propiedades mecánicas excepcionales, mostrando una notable

resistencia a la flexión y fractura. El óxido de zirconio policristalino tetragonal con itrio (Y-TZP) se posiciona como la base de subestructura más robusta para la fabricación de prótesis fijas totalmente cerámicas, tanto en el área anterior como posterior. Estudios han demostrado que la capacidad de resistencia a las cargas de las prótesis de Y-TZP supera significativamente a otros sistemas cerámicos convencionales, como las cerámicas vítreas de Disilicato de litio y la alúmina infiltrada con zirconia. Además, se destaca que esta resistencia a la fractura se ve aún más reforzada con un recubrimiento cerámico(4).

A principios de la década de 1990, se introdujo en la odontología un material innovador para las restauraciones de cerámica: el dióxido de zirconio tetragonal policristalino parcialmente estabilizado con óxido de itrio (Y-TZP). Este material, ahora ampliamente utilizado y disponible gracias a la tecnología CAD/CAM, ofrece ventajas significativas sobre otros sistemas cerámicos sin metal debido a sus notables propiedades mecánicas. La zirconia convencional o de primera generación (3Y-TZP) presenta un alto índice de refracción de la luz, lo que se debe a la presencia de numerosas estructuras cristalinas muy pequeñas que dificultan el paso de la luz, resultando en un aspecto opaco del material. Su composición es principalmente de ZrO_2 (>98%), Y_2O_3 (aproximadamente 4.5%) y Al_2O_3 (aproximadamente 0.25%) (18).

El zirconio tetragonal parcialmente estabilizado se desarrolló hace más de 15 años se conoce igualmente como zirconio convencional (primera generación). El zirconio convencional tiene un alto índice de refracción de la luz y también posee un número extremadamente alto de interfaces debido a las numerosas estructuras cristalinas muy pequeñas a través de las cuales tiene que pasar la luz. Esto crea el carácter opaco del material.

3.3.1 Los tres tipos de Zirconio

Primera Generación. Modificación de la temperatura de sinterización con circonio de primera generación (3Y-TZP) La zircona convencional puede volverse más translúcida cambiando la temperatura de sinterización. Los estudios muestran que no sólo el aumento de la temperatura de sinterización, sino también la duración del tiempo de permanencia, el aumento de temperatura y el enfriamiento afectan la translucidez. Cuanto mayor sea el área (integral) de la temperatura de sinterización, mayor será la translucidez. Cuando se alcanza un área determinada, el tamaño de grano del material aumenta y la resistencia del material se reduce. En general, se puede afirmar que temperaturas de sinterización a partir de 1.600 °C conducen a una disminución de la resistencia a la flexión. Debido al comportamiento negativo en cuanto a la resistencia y, en particular, a la estabilidad a largo plazo, la primera generación monolítica de circonio no logró consolidarse. Las temperaturas de sinterización son ahora inferiores a 1.600 °C para todos los trabajos con circonio (18).

Segunda generación. Modificación a nivel molecular dando como resultado la zircona de segunda generación (3Y-TZP) Entre 2012 y 2013, se introdujo una segunda generación de circonio. El número y tamaño de grano del óxido de aluminio (Al_2O_3) en este proceso se redujeron los granos y estos últimos se reubicaron en la estructura de circonio. El reposicionamiento de la Al_2O_3 granos, cuyo índice de refracción varía mucho del de la zircona (18).

Tercera generación. Los estudios in vitro de esta generación muestran no sólo una mayor translucidez, sino también una Modificación de la estructura cristalina dando como resultado circonio de tercera generación (5Y-TZP) Dado que el circonio de segunda generación todavía era inferior en translucidez a la vitrocerámica, nació el deseo de un circonio más translúcido, que resulta controvertido en comparación con la primera y la segunda generación, no sólo es metaestable en la fase tetragonal, sino que también contiene una proporción de fase

cúbica de hasta el 53%. Por tanto, se describe como zircona estabilizada con una estructura mixta cúbica/tetragonal. Las porciones cúbicas se lograron mediante una mayor dotación (aproximadamente 9,3 % en peso/5 % en moles) de óxido de itrio. Los cristales cúbicos tienen un volumen mayor en comparación con los tetragonales. Esto significa que la luz se dispersa menos en los límites de los granos y en las porosidades residuales, lo que hace que el material sea más translúcido. Además, mayor resistencia tanto al principio como después de diversos procesos de envejecimiento artificial. lo que significa que la luz incidente se emite de manera más uniforme en todas las direcciones espaciales. Esta propiedad también tiene una influencia significativa sobre la translucidez(19).

3.4 CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES LIMPIADORES DE CERÁMICA

Entre los agentes limpiadores utilizados en el proceso de restauración se pueden clasificar en:

Alcohol isopropílico: es un alcohol que favorece la desinfección de algunos tipos de gérmenes, virus, en concentraciones altas; se emplea para la limpieza en cerámicas antes de ser cementadas en el paciente (32).

Ivoclean: este compuesto es una base para el proceso de adhesión duradero, Se emplea en la limpieza de vitro cerámica, es usado en la limpieza efectiva de superficies de unión que tienen contacto con la saliva, en cerámicas de óxido de aluminio, aleaciones de metal, cerámicas de óxido de zirconio, así como en la limpieza de cerámicas con aleaciones de metal precioso. Este agente limpiador ha demostrado alta eficiencia en vitro cerámicas, con alta resistencia a la tracción luego de 24 horas (33).

Ácido orto fosfórico: agente limpiador que permite eliminar de forma efectiva los residuos que se produjeron durante la reacción anterior del ácido

fluorhídrico y, como resultado, se produce una superficie limpia, con mejor adhesión que aumenta la resistencia del proceso que se está realizando en la adhesión de la cerámica Disilicato de Litio (10).

Clorhexidina: se puede aplicar en los procesos de restauración en odontología, Como limpiador para la preparación de superficies. Ayuda en el proceso de cementación de la vitro cerámica como el Disilicato de Litio, por composición química como biguanidas (20)

3.4.1 Mecanismo de acción de los agentes limpiadores

Los diferentes agentes limpiadores de cerámica tienen diversos mecanismos de acción, tal como se describe a continuación:

Alcohol isopropílico: actúa destruyendo la membrana celular y desnaturalizando las proteínas. se requiere de agua para ser eficiente, debido a compuestos acuosos penetran mejor en las células y bacterias permitiendo así daño a la membrana y rápida desnaturalización de las proteínas, con la consiguiente interferencia con el metabolismo y lisis celular. es de rápida acción, incluso desde los 15 segundos, sus efectos biológicos de daño microbiano permanecen por varias horas (32).

Ivoclean: consta de una suspensión alcalina que contiene partículas de óxido de zirconio muy finas. Al ser alcalino tiene un pH alto que actúa como un álcali que también es bactericida, debido al tamaño y concentración de las partículas en el medio, es mucho más probable que los contaminantes de fosfato se unan a ellos que a la superficie de la restauración cerámica. Ivoclean absorbe los contaminantes de fosfato como una esponja y deja así una superficie limpia de óxido de circonio (33)

Ácido orto fosfórico: limpia la superficie de la cerámica, transformando la superficie tratada en una superficie con microporos de 20 a 30 micrones de profundidad, lo cual permite un aumento de su porosidad que mejora su posterior adhesión, elimina sales y residuos del ácido fluorhídrico (10).

Clorhexidina: su absorción por difusión pasiva a través de las membranas es extraordinariamente rápida en bacterias consiguiéndose el efecto máximo en 20 segundos. A bajas concentraciones produce una alteración de la permeabilidad osmótica de la membrana y una inhibición de enzimas del espacio periplásmico. A concentraciones altas origina la precipitación de proteínas y ácidos nucleicos (32)

Los diferentes agentes limpiadores de cerámica tienen mecanismos de acción específicos que les permiten limpiar la superficie de la cerámica y mejorar su porosidad y adhesión posterior. Cada uno de estos agentes ofrece beneficios únicos, como la rápida acción del alcohol isopropílico, la absorción de contaminantes de fosfato por parte de Ivoclean, la creación de microporos por el ácido ortofosfórico y los efectos bactericidas de la clorhexidina. La elección del agente limpiador adecuado dependerá de las necesidades específicas del procedimiento y las características del material utilizado.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la resistencia a la fuerza de cizalla de las carillas en Disilicato de Litio y Zirconio

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar la resistencia a la fuerza de cizalla de las carillas en Disilicato de litio.
2. Identificar la resistencia a la fuerza de cizalla de las carillas de Zirconio.
3. Comparar la resistencia a las fuerzas de cizalla entre carillas en Disilicato de litio y las carillas en Zirconio.

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO O DISEÑO DE ESTUDIO

El presente estudio se cataloga como experimental in vitro enfocado en evaluar la resistencia a la fuerza de cizalla de las restauraciones en Disilicato de Litio y en Zirconio.

5.2 OBJETO DE ESTUDIO

Resistencia a la fuerza de cizalla de las restauraciones en Disilicato de Litio y Zirconio.

5.3 POBLACIÓN

Carillas en Disilicato de Litio y Zirconio

5.4 TAMAÑO DE MUESTRA

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.

Tabla 1. Prueba T de dos muestras suponiendo la misma varianza

Numeric Results for an equal varianza T-Test.									
$\hat{O} = \mu_1 - \mu_2$									
Hypotheses: HO: $\hat{O} = 0$ vs. H1: $\hat{O} \neq 0$									
	Ta	Atual	N	N	N	\hat{C}	O	Al	
rget	Power	1	2				pha		
Power									
	0.	0.87	6	6	1	1	1	0.	
08	642			2	2	0.0	05		
	0.	0.80	1	1		3	1	0.	
08	704	7	7		4	0.0	05		
	0.	0.82	5	5		1	1	0.	
08	756				0	0.5	05		
		0.81	1	1		3	1	0.	
	954	6	6		2	0.5	05		
	0.	0.86	5	5		1	1	0.	
08	006				0	1.0	05		
	0.	0.82	1	1		3	1	0.	
08	837	5	5		0	1.0	05		
	0.	0.88	5	5		1	1	0.	
8	810				0	1.5	05		
	0.	0.80	1	1		2	1	0.	
8	3315	3	3		6	1.5	05		
	0.	0.80	4	4		8	1	0.	
8	611					2.0	05		

	0.80	1	1		2	1	0.
208	2	2		4	2.2	05	

Fuente. Judite A et a Col (3),

5.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN

5.5.1 Criterios de inclusión

- Dientes sanos
- Dientes extraídos por orden ortodóntica.
- Dientes extraídos de forma atraumática.
- Dientes con poco tiempo de extracción y que se conservarán en un medio artificial simulado a la cavidad oral.

5.5.2 Criterios de exclusión

- Dientes con caries dental que comprometan la superficie vestibular.
- Dientes con lesiones no cariosas que comprometan la superficie vestibular.
- Dientes con fisuras coronales
- Dientes con fracturas coronales.

5.6 PROCEDIMIENTOS

5.6.1 Recolección de los dientes

El presente estudio siguió las recomendaciones publicadas en protocolos previamente utilizados y que involucran los siguientes pasos (21). 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 (22)

Se entregaron a los odontólogos generales frascos de vidrio con cierre hermético, con cloramina T al 5% (21), 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 (23).

Una vez obtenidas las muestras se preparó resina acrílica de autocurado rosado (Veracril- New Stetic) como lo indica el fabricante, (24) 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 (12). (Figura 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 (13).

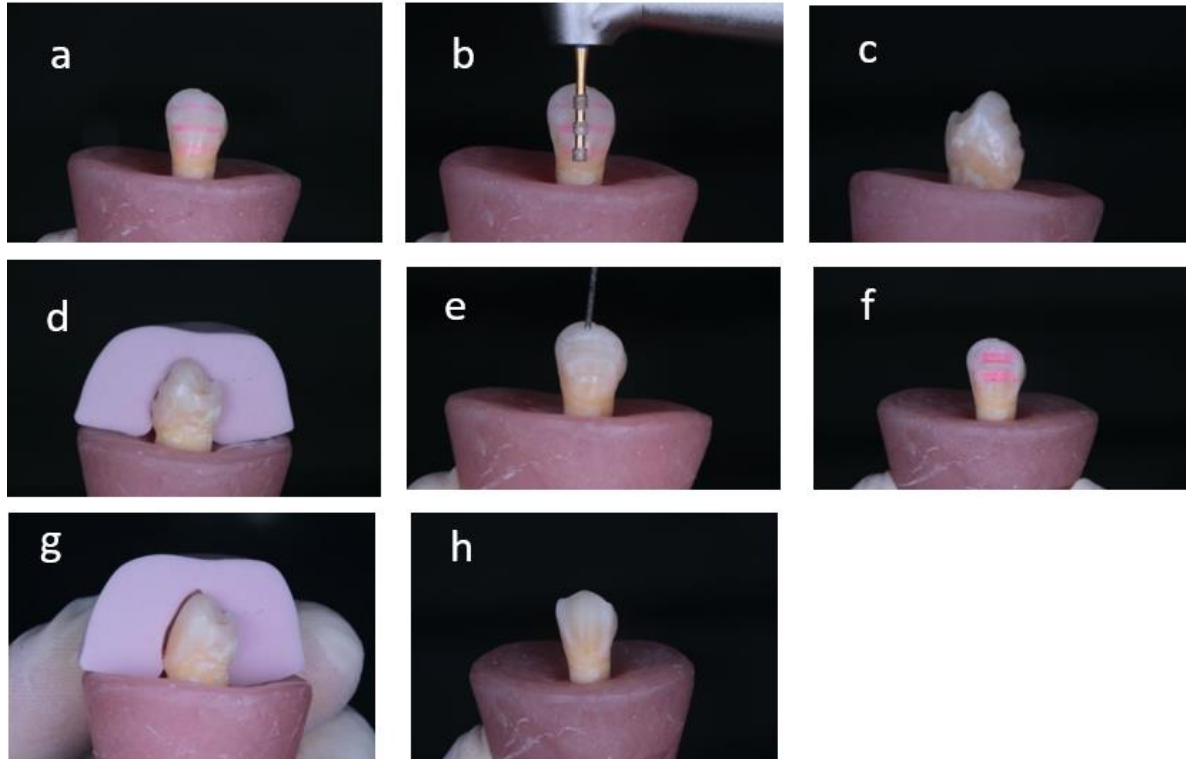
Figura 1. Diente en bloque de acrílico



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

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

Figura 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.

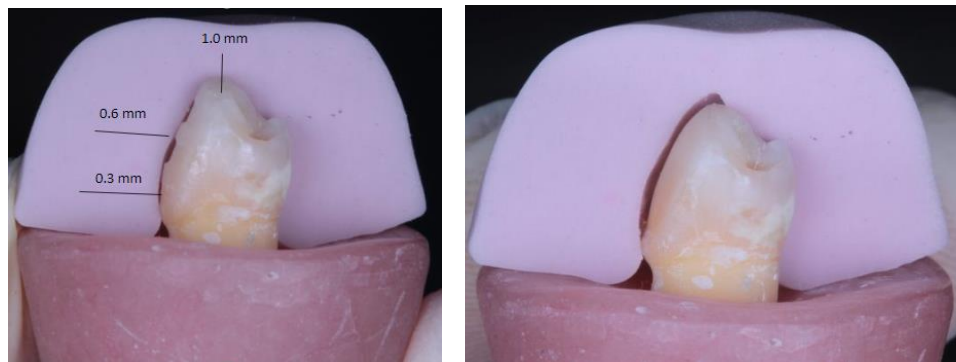
Técnica de preparación para carillas en Zirconio y en Disilicato de litio.

Para este proceso de preparación dentaria para carillas en Zirconio y en Disilicato de Litio, se realizó completamente en esmalte (25). 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 (26). En la figura 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 (27).

Figura 3. Índice de silicona

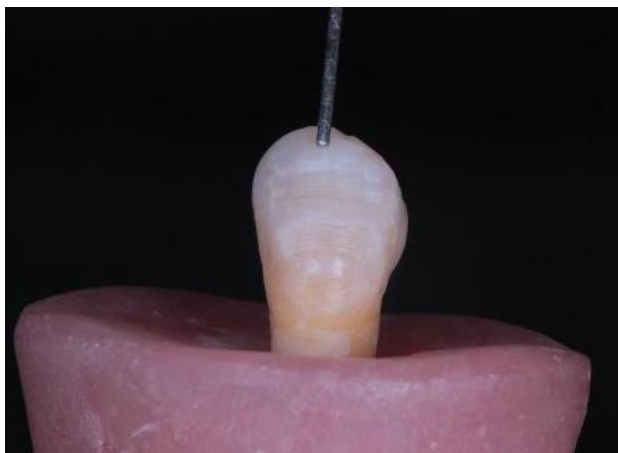


Preparación dentaria 0,3 mm tercio cervical; 0.6 mm tercio medio; reducción oclusal de 1.0 mm

Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

c. Para la medición del control de desgaste de las preparaciones, se utilizó una sonda periodontal Marthé (28). Tal como se ilustra en la figura 4.

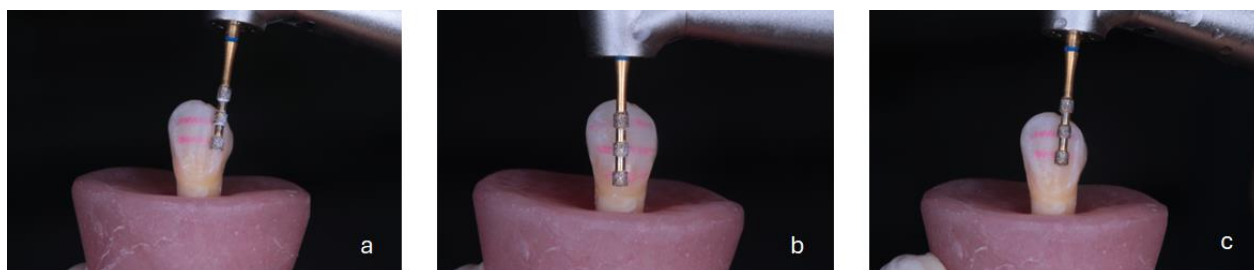
Figura 4 Procedimiento para medición del control de desgaste de las preparaciones



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 figura 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 (29).

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



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.

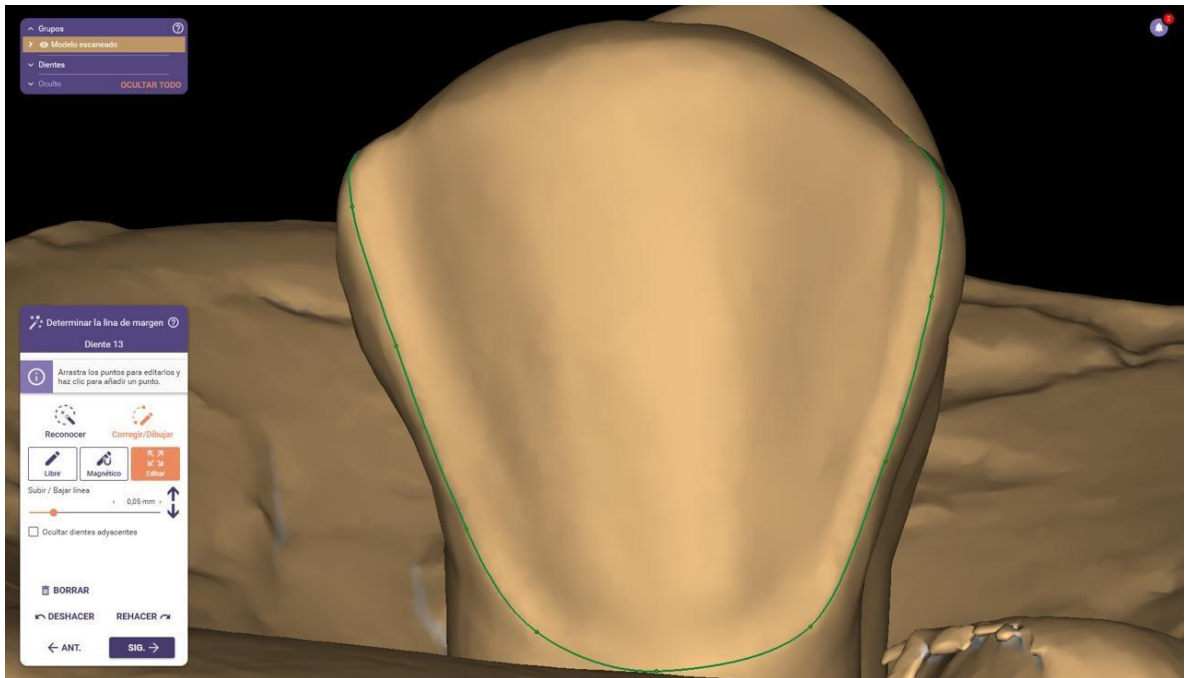
e. Posteriormente, se repitió el proceso de marcado con el portaminas hidrosoluble de color rosado en el tercio medio y oclusal, seguido de la regularización de la preparación (29). En este paso, se prestó especial atención a la profundidad, dejando preparado en la zona cervical a 0,3 mm. (30).

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 (31)

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 (26)(30)

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 figura 6. Una vez completado el diseño, este fue transferido para cada grupo de materiales, para el zirconio fue 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) (32)

Figura 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.

5.6.2 Protocolo de cementación

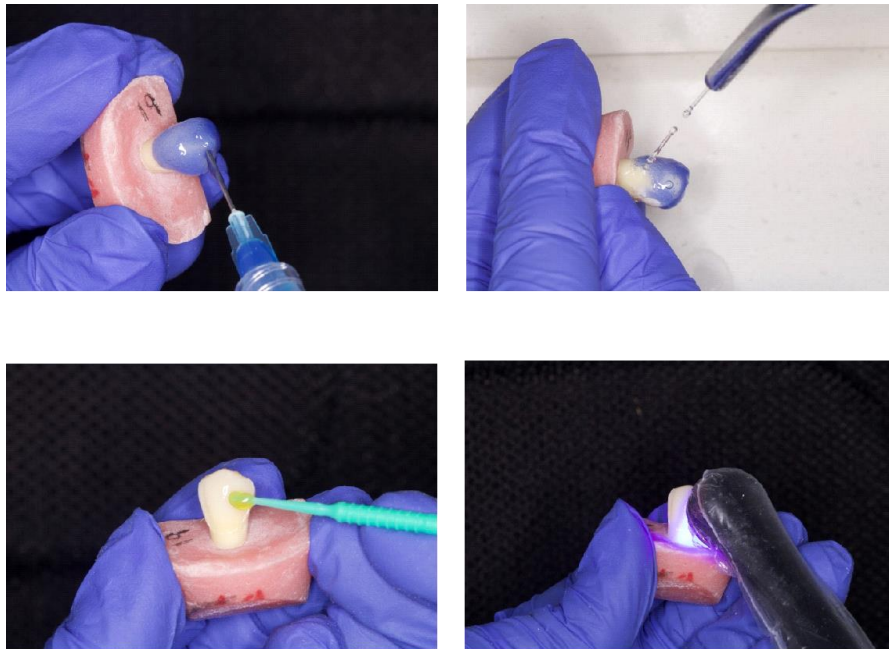
5.6.2.1 Tratamiento de superficie dental

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 (31), seguido de un exhaustivo enjuague con abundante agua durante 30 segundos (Ver Figura 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 (29).

Figura 7. Tratamiento de la superficie del diente preparado



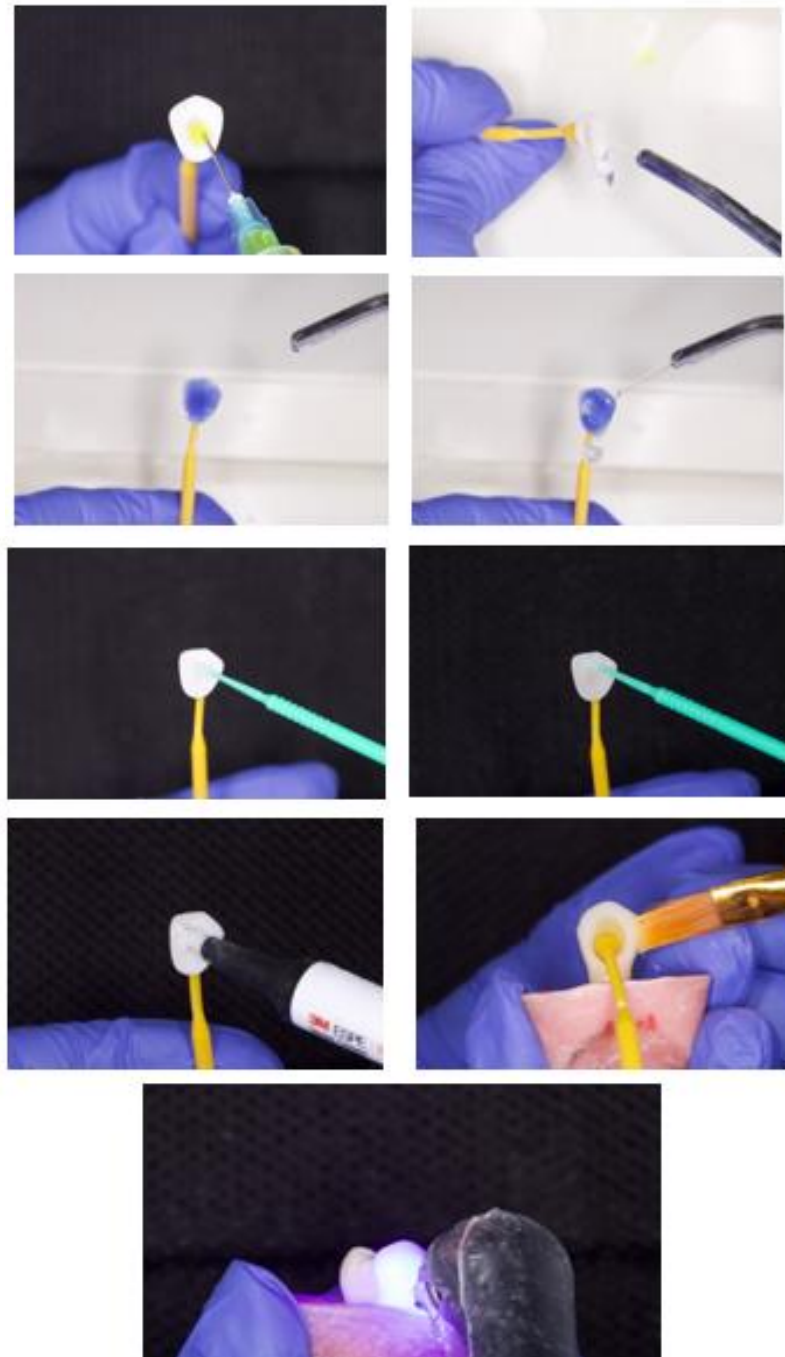
Nota. a) Grabado con ácido fosfórico al 35% aplicado sobre la preparación dental b) superficie dental después de lavar el gel de grabado. c) aplicación del sistema adhesivo d) foto polimerización del diente

Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

5.6.2.2 Tratamiento de superficie de la carilla en Disilicato de Litio y cementación

En la figura 8 se ilustra el procedimiento de cementación de carillas en Disilicato de litio.

Figura 8. Preparación de la carilla en Disilicato de Litio



Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

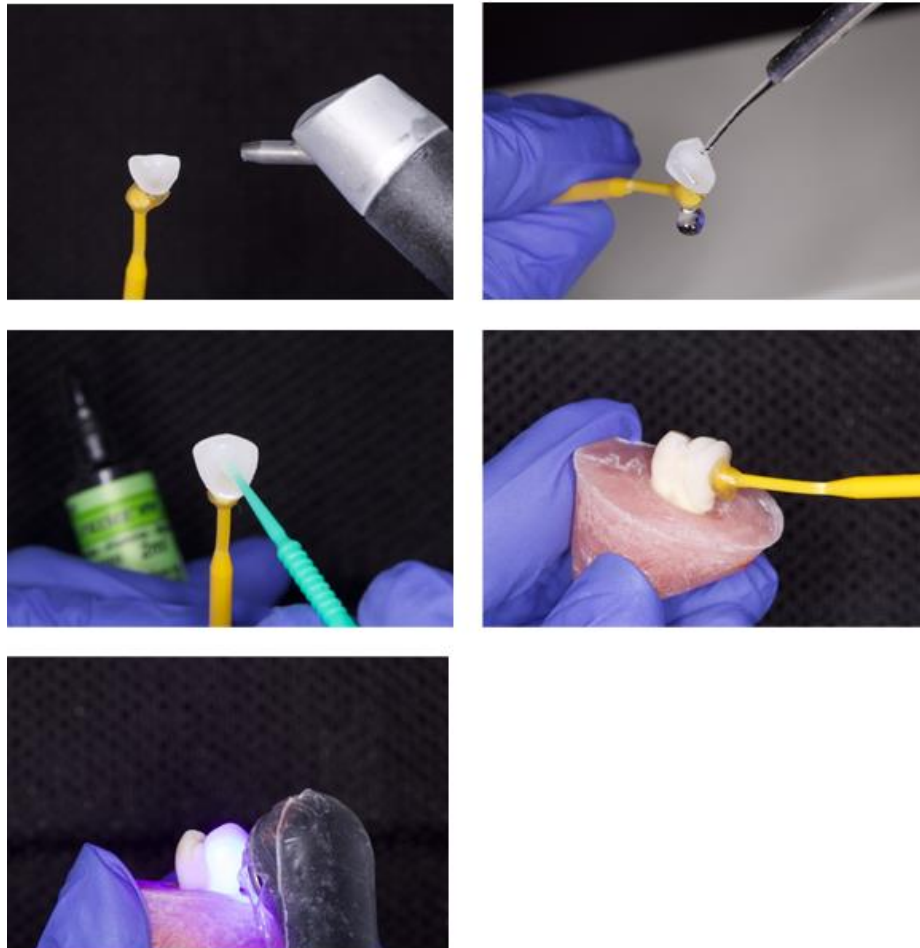
Para el tratamiento de las superficies internas de las carillas en Disilicato de Litio, se siguieron los siguientes pasos:

- 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 (33,34)
- 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 (35).
- Se aplicó un agente acoplador de silano (Silane (Ultradent™) en la superficie interna de la cerámica, dejándolo actuar durante 60 segundos. (35).
- 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). Posteriormente, se fotopolimerizó la restauración utilizando lámpara Valo grand (Ultradent) durante 20 segundos por cada superficie (34)
- Se eliminaron excesos del material de cementación con pincel, se aplicó un gel de glicerina hidrosoluble y se polimerizó nuevamente la restauración durante 20 segundos por cada superficie en modo de alta potencia. Para evitar fisuras en la superficie cerámica, se eliminaron los excesos de cemento con una hoja de bisturí No 12.
- Se utilizó este proceso para cada carilla, y cuando todas estuvieron cementadas, se completó el proceso (35).

5.6.2.3 Tratamiento de superficie de la carilla en Zirconio y cementación

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

Figura 9. Tratamiento de superficie de la carilla de Zirconio y cementación



Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

5.6.2.4 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 (34) (35).

- Para finalizar, se procedió a aplicar cemento de resina de fotocurado para carillas RelyX™ Veneer (3M™ ESPE, Seefeld, Alemania) siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante. Posteriormente, se fotopolimerizó la restauración utilizando lámpara Valo grand (Ultradent) durante 20 segundos (34)

- Se eliminaron excesos del material de cementación con pincel, se aplicó un gel de glicerina hidrosoluble y se polimerizó nuevamente la restauración durante 20 segundos por cada superficie en modo de alta potencia.

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.

5.6.3 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 (36), 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 substrato, el almacenaje y la manipulación de la estructura dental, así como el procedimiento de ensayo (36).

Las pruebas se realizaron con una máquina universal de pruebas, (Figura 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 (Grafica1) mediante una gráfica que representa la fuerza en Newtons y la extensión en mm, (Grafica 1) esta grafica es para cada cuerpo de muestra donde asciende y el pico representa la máxima fuerza (37).

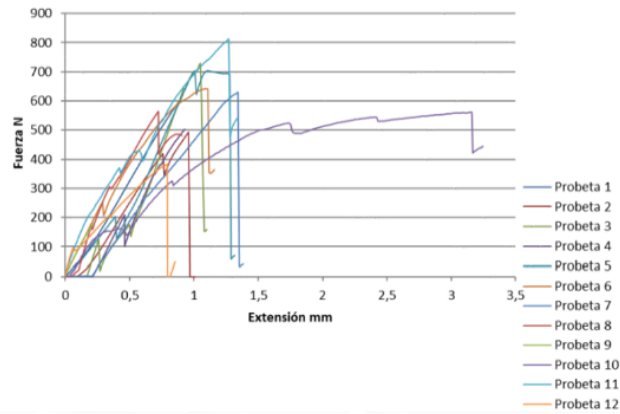
Figura 10. Prueba de Cizalla.



Fuente. Fotografía tomada por los investigadores (2024).

Gráfica 1. Fuerza versus Extensión

Grafica Fuerza vs Extensión



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

5.7 VARIABLES

5.7.1 Cuadro operacional de variables

En la tabla 2 se presenta la operacionalización de las variables donde se define la resistencia máxima, la fuerza máxima compresiva y el tipo de restauración, para cada variable se presenta la definición, el tipo, la escala de medición, valores posibles y fuente de información.

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variable	Definición variable	Tipo de Medición	Escala de Medición	Valores posibles	Fuente de información
Resistencia máxima	Resiste a la fuerza de cizalla que ejerce el objeto frente a la fuerza de cizalla	Cuantitativa	Números de razón	Megapascals	Maquina Universal

Fuente. Elaboración propia (2024).

5.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

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.

5.9 CONSIDERACIONES ÉTICAS

La presente investigación, según la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud se clasifica como una investigación **sin riesgo**, debido a que su campo de acción no es en seres humanos. Para garantizar el correcto uso de las donaciones, se solicitó la firma del formato de donación de órganos a cada uno de los sujetos donantes.

6. 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.

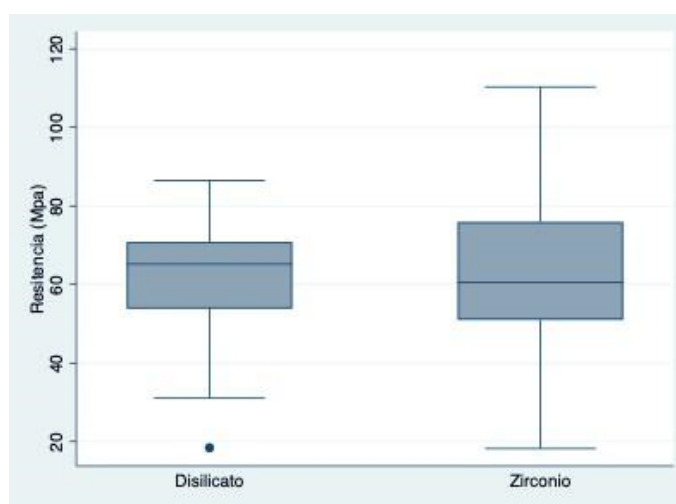
Tabla 3. Resultados pruebas de fuerza, resistencia cizalla.

Material	Variab Cizalla	Resist (MPa)	M BS	O ean	M td. Dve.	S in	M ax.	M	P
Disilicato	Cizalla	Resist (MPa)	Di	1	5	1	1	8	0
			Zir	1	6	2	1	1	
Zirconio	Cizalla	Resist (MPa)	Di	2	9.59	8.88	8.42	6.50	.5986
			Zir	3	4.32	4.75	8.22	10.30	

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

Como se aprecia en la figura 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.

Figura 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.

7. 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 (36). Es una medida de la resistencia al deslizamiento entre las partes de un material o entre dos superficies en contacto (38) (39)

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. (39), 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) (32), 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 (39). y Ereife et al (32).

Las diferencias en la resistencia con el Disilicato de Litio pueden deberse a los sistemas adhesivos, en el estudio de Pezo et al. (2022) (28) 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 (28).

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) (39) y Ereife et al. (2011) (32), 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 (28).

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.

8. 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.

9. 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.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. 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.
13. 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.
14. Hamza TA, Sherif RM. Fracture Resistance of Monolithic Glass-Ceramics Versus Bilayered Zirconia-Based Restorations. Journal of Prosthodontics. 2019 Jan 1;28(1):e259–64.
15. Hernández Barragán DC, CGA, CR. Infl uencia del silano y adhesivos universales en la adhesión durante la reparación de un cerómero. Revista Odontológica Mexican. 2018;22(3):160–4.
16. Vélez-Vargas D, María Mejía-Duran L, Isabel Restrepo-Restrepo M, Naranjo-Pizano M, González-Ariza S. Comportamiento tensional y tangencial del disilicato de litio cementado a dentina con varios cementos resinosos. Prueba piloto. 2015.
17. Valentino TA, Borges GA, Borges LH, Vishal J, Martins LRM, Correr-Sobrinho L. Dual resin cement knoop hardness after different activation modes through dental ceramics. Braz Dent J. 2010;21(2):104–10.
18. Marcelo J, Gallet-Alfaro GM, Fernández-Jacinto LM, Hinostroza-Noreña D. Ciencia y evolución del dióxido de zirconio, de la prioridad mecánica a la necesidad estética. Revista Estomatológica Herediana. 2020 Oct 28;30(3).

19. Escuza Gonzalez S. Las propiedades ópticas y mecánicas del zirconio translúcido como material restaurador óptimo en prótesis fija una revisión de la literatura. *Revista Científica Odontológica*. 2022 Sep 29;10(3):e121.

20. Diomedi A, Chacón E, Delpiano L, Hervé B, Jemenao MI, Medel M, et al. Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología. *Revista chilena de infectología*. 2017 Apr;34(2):156–74.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. 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.

31. Linhares LA, Pottmaier LF, Lopes GC. Fracture resistance of veneers in premolars. Eur J Dent. 2018 Apr 16;12(02):191–8.

32. Ereifej. N R 'F. PSNWDC. Experimental and FEshear_ bonding strength at core/veneer interfaces in bilayered ceramics. Den' Mater. 2011;1(27):590–7.

33. 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.

34. 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.

35. 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.

36. 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>

37. 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.

38. 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.

39. 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>

ANEXOS

Formato de donación de órganos y tejidos

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA COLEGIO
ODONTOLÓGICO COLOMBIANO FORMATO PARA DONACIÓN DE DIENTES Y
TEJIDOS Fecha: folio: Día Mes Año Datos personales (Res. 3200 de 1998) Apellido paterno

Apellido materno Nombre(s) _____

_____ Fecha de

nacimiento Documento de Identidad _____ Clase: _____

Número: _____ Día Mes Año Cédula de Ciudadanía Cédula de Extranjería /

Pasaporte Dirección Barrio Teléfono(s) _____

_____ Municipio

Departamento País _____

_____ Edad Sexo

Ocupación _____ Estado Civil

Escolaridad Religión _____

_____ Área personal Mis cursos Seminario de Grado I_A/2023-

... Comité de ética Unicoc

Yo _____

_____ Dono con fines Educativos y de Investigación (Dec. 2493

de 2004) Los siguientes tejidos u órganos

Destino _____

_____ Condiciones Personales (el donador puede registrar si

presenta alguna alteración sistémica)

_____ Dejo constancia escrita que la donación se hace en pleno uso

de mis facultades mentales, en forma libre y consiente.

_____ Firma del donador voluntario CONSERVE
COPIA DE ESTE DOCUMENTO COMO CONSTANCIA DE SU VOLUNTAD El presente documento fue elaborado de acuerdo a la reglamentación establecida por la Ley 9 de 1979, Ley 73 de 1988, Resolución 3200 de 1998, Ley 919 de 2004, Decreto 2493 de 2004, Resolución 2460 de 2005, Resolución 5108 de 2005, Resolución 2279 de 2008, Resolución 2003 de 2014, circular 2017 N0000007, Ley