



FACULTAD DE POSGRADOS

RESISTENCIA DE UNIÓN ENTRE EL CEMENTO DE RESINA Y LA
CERÁMICA FELDESPÁTICA TRATADA CON ÁCIDO FLUORHÍDRICO
AL 9% CON DIFERENTES TIEMPOS DE GRABADO

Autora

Lorena Alexandra Palacios Hidalgo

Año
2019



FACULTAD DE POSGRADOS

RESISTENCIA DE UNIÓN ENTRE EL CEMENTO DE RESINA Y LA
CERÁMICA FELDESPÁTICA TRATADA CON ÁCIDO FLUORHÍDRICO AL 9%
CON DIFERENTES TIEMPOS DE GRABADO

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Especialista Médico en Rehabilitación Oral

Profesora guía:

Dra. María Elena Flores Araque

Autora:

Lorena Alexandra Palacios Hidalgo

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Resistencia de unión entre el cemento de resina y la cerámica feldespática tratada con ácido fluorhídrico al 9% con diferentes tiempos de grabado, a través de reuniones periódicas con el estudiante Lorena Alexandra Palacios Hidalgo, en el semestre 2020-00, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

María Elena Flores Araque
Especialista en Prótesis Fija, Removible e Implanto Asistida
C.I.1713622676

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Resistencia de unión entre el cemento de resina y la cerámica feldespática tratada con ácido fluorhídrico al 9% con diferentes tiempos de grabado, de Lorena Alexandra Palacios Hidalgo en el semestre 2020-00, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Dra. Gabriela Fernanda Balarezo Lasluisa
Especialista en Prótesis dental
C.I.1718904848

DECLARACIÓN DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Lorena Alexandra Palacios Hidalgo
C.I.: 1714258595

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis compañeros de curso que han sido un gran apoyo para el desempeño en mi carrera.

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mi familia quienes han sido el pilar fundamental tanto de mi formación profesional como de mi crecimiento personal, además han sido el estímulo esencial para cada meta que me propongo.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la resistencia de unión entre el cemento de resina y la cerámica feldespática grabada con ácido fluorhídrico al 9% con diferentes tiempos de grabado.

Métodos: Se confeccionaron 30 discos (12 mm x 1 mm) de cerámica feldespática (Compact Ceramic System, Dentaaurum, Ispringen, Alemania) que fueron adheridos a un acrílico autopolimerizable dentro del tubo de cloruro de polivinilo. Luego de ser colocadas en ultrasonido y pulidas, se dividieron las muestras en 3 grupos de 10 discos, se microarenaron con óxido de aluminio (Dentaaurum, Ispringen, Alemania) de 50 micrones y se grabaron con ácido fluorhídrico (Ultradent Products Inc., Utah, USA) al 9% por 60, 120 y 240 segundos respectivamente en cada grupo. Luego se colocó silano y adhesivo (Ultradent Products Inc., Utah, USA) según las instrucciones del fabricante. En cada disco se colocaron 5 cilindros (0,8 mm x 1 mm) de cemento resinoso para carillas (Permashade, A2, Ultradent Products Inc., Utah, USA) con una matriz de tubos tygon, se removió excesos y se los fotocuró por 20 segundos a 10 mm con una lámpara de luz LED con 1200 mW/cm² (Optilight Max, Gnatus, Ribeirão Preto, S.P., Brasil) y se extrajeron los tubos tygon a los 10 minutos. Las muestras fueron almacenadas en agua desionizada 37° C for 24 horas y luego sometidas al ensayo de microcizallamiento en la máquina Microtensile Semi Universal (Odeme, Santa Catarina, Brasil). Los datos fueron analizados con prueba estadística ANOVA de tres vías.

Resultados: Hubieron diferencias significativas en los valores de resistencia de unión de los tres grupos. El promedio de resistencia de unión del grabado con ácido fluorhídrico al 9% a 60 segundos fue de 14,11Mpa, en el grupo de 120 segundos 15,74 Mpa y en la de 240 segundos de grabado fue de 13,59Mpa.

Conclusiones: Se encontró mayor resistencia de unión a los 120 segundos de grabado con ácido fluorhídrico al 9%, mientras que en 60 segundos y 240 los valores de resistencia de unión se redujeron.

Palabras claves: Cerámica feldespática, tiempos de grabado, ácido fluorhídrico, resistencia de unión.

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the microshear bond strength between resin cement and feldspathic ceramics etched for different times with 9% hydrofluoric acid.

Methods: Thirty discs (12 mm x 1 mm) of feldspathic ceramics (Compact Ceramic System, Dentauro, Ispringen, Alemania) were prepared and adhered in polyvinyl chloride tube with self-curing acrylic resin. After polishing and washed with ultrasonic, the samples were divided into 3 groups of 10 disks and sandblasting with 50-micron alumina oxide (Dentauro, Ispringen, Alemania), then the samples were etched with 9% hydrofluoric acid (Ultradent Products Inc., Utah, USA) for 60, 120 and 240 seconds respectively. Then silane and adhesive (Ultradent Products Inc., Utah, USA) were applied according to the manufacturer's instructions. Veneer resin cement (Permashade, A2, Ultradent Products Inc., Utah, USA) cylinders (0.8 mm x 1 mm) were fabricated and inserted on each disc with tygon tubes matrix excesses were removed and light activated for 20 seconds at 10 mm with a light-emitting diode device with irradiance 1200 mW / cm² (Optilight Max, Gnatus, Ribeirão Preto, S.P., Brasil). After 10 minutes the tygon tubes were removed. The samples were stored in 37 ° C deionized water for 24 hours and then submitted to the microshear test in the Microtensile Semi Universal machine (Odeme, Santa Catarina, Brasil). The data were analyzed with three-way ANOVA statistical test.

Results: There were significant differences between the microshear bond strength values in the three groups. The microshear bond strength average with the etching with 9% hydrofluoric acid for 60 seconds was 14,11Mpa, in the group at 120 seconds was 15,74 Mpa and the average at 240 seconds was 13.59Mpa.

Conclusions: This study showed higher microshear bond strength at 120 seconds of etching with 9% hydrofluoric acid, while in 60 seconds and 240 microshear bond strength values were reduced.

Key words: Feldspathic ceramics, etching times, hydrofluoric acid, bond strength.

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos específicos	3
2.3 Hipótesis	3
3. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 Propiedades generales de las cerámicas dentales	4
3.1.1 Clasificación de las cerámicas según su composición química	4
3.2 Protocolo de cementado de las cerámicas	7
3.2.1 Cerámicas ácido resistentes	7
3.2.2 Cerámicas ácido sensibles.....	8
3.3 Cementación adhesiva	9
3.3.1 Clasificación de los cementos resinosos	10
3.3.1.1. Por el tamaño de sus partículas:.....	10
3.3.1.2. Por su forma de activación:	10
3.3.1.3. Por el sistema adhesivo:.....	12
3.5 Fallas de la adhesión	13
3.5.1 Fallos adhesivos.....	13
3.5.2 Fallos cohesivos	14
3.6 Fases de la polimerización	15
3.7 Tipos de lámpara de fotocurado	17
4. MATERIALES Y MÉTODOS	20
4.1 Tipo de estudio	20
4.2 Muestra	20
4.3 Descripción del método	20

5. DISCUSIONES.....	26
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
6.1. Conclusiones	31
6.2. Recomendaciones.....	32
REFERENCIAS	33
ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Polimerización	17
Tabla 2 Prueba ANOVA para definición de diferencias en la Tensión según el tiempo aplicado	23
Tabla 3 Estadísticas descriptivas	23
Tabla 4 Prueba de diferencia de medias en la resistencia de unión según el tiempo aplicado.	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Muestra	20
Figura 2. Colocación de ácido fluorhídrico 9%	21
Figura 3. Inserción de cemento resinoso dentro de tubos tygon.	21
Figura 4. Prueba de microcizallamiento	22
Figura 5. Promedio de resistencia de unión por tiempo de grabado	24
Figura 6. Promedio de resistencia de unión	24

1 INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En prótesis fija, la parte fundamental del éxito y longevidad es el cementado de las restauraciones indirectas de esta forma se obtiene buena retención, resistencia, sellado de la interfase entre el diente y el material restaurador (Díaz, Orejas, López y Veny, 2009). Una de las principales causas de fracaso de las prótesis fijas cerámicas es la falta de adhesión en la interfase cemento-cerámica por lo que es de gran relevancia la preparación adecuada de la superficie de la cerámica. Como lo cita Petrauskas, Novaes, Mendes, Berger y Gonçalves (2018) la longevidad de una restauración adhesiva indirecta es directamente proporcional a la efectividad adhesiva entre el diente y el cemento resinoso, por lo tanto el éxito del tratamiento depende de dicha adhesión.

Las cerámicas feldespáticas son restauraciones indirectas biocompatibles las cuales resisten a las fuerza de compresión, además de tener una excelente estética (Ortiz, Méndez, Cornejo y Oliver, 2011). La preparación de la cerámica consiste en la aplicación de ácido fluorhídrico el cual ayudará a crear el área superficial en forma de una superficie rugosa similar a un panal de abejas lo cual favorecerá la adherencia mecánica del cemento y aumenta la resistencia de unión a la tracción (Guzmán, González y Salgado et al., 2012). También para mejorar esta unión se debe aplicar consecutivamente agentes de acoplamiento como el silano y el sistema adhesivo (Díaz et al., 2009).

Según Guzmán et al. (2012) encontró en su investigación que la resistencia de unión mayor en cerámicas feldespáticas tratadas con ácido fluorhídrico al 9.6% por 60 segundos. Sin embargo también se sugiere que un tiempo de grabado óptimo que no afecte a la estructura cerámica es de 120 segundos. Chen, Matsumura y Atsuta (1998) en su estudio en el cual aplicó ácido fluorhídrico en otra concentración (5%) sobre cerámicas feldespáticas a distintos tiempos de grabado: 0, 5, 30, 60, 120, 180 segundos, concluyeron que los períodos de

grabado mayores a 30 segundos aumentan eficazmente la fuerza de adhesión al cemento de resina, y que el tiempo adecuado de grabado con ácido fluorhídrico es 120 segundos ya que en estas condiciones presentó una resistencia de unión mayor del cemento de resina a la cerámica.

El tiempo prolongado de acondicionamiento con ácido fluorhídrico en las cerámicas provoca la disolución completa de la matriz vítrea que se encuentra entre los cristales, ocasionando el dislocamiento de estos, lo cual disminuye las microretenciones y fragiliza la restauración, al igual el tiempo insuficiente de grabado podría no crear las retenciones necesarias para la adhesión (Guzmán et al., 2012).

En la práctica, muchas veces no se aplica el tiempo adecuado de grabado ácido lo cual puede repercutir directamente en la adhesión del cemento en la prótesis fija y por lo mismo en el éxito de la misma. El propósito del estudio es medir la resistencia de unión de la cerámica feldespática y el cemento resinoso a la fuerza de cizallamiento luego de haber aplicado diferentes tiempos de grabado de ácido fluorhídrico al 9%, para de esta manera analizar cuál sería el tiempo adecuado del grabado en cerámicas feldespáticas para obtener una buena adhesión con el cemento resinoso.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar la resistencia de unión entre el cemento de resina y la cerámica feldespática tratada con ácido fluorhídrico al 9% con diferentes tiempos de grabado.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar y comparar los valores de resistencia de unión según los tiempos de grabado con ácido fluorhídrico al 9% (60, 120, 240 segundos.)
- Establecer el tiempo óptimo de grabado con ácido fluorhídrico al 9% sobre la cerámica feldespática.
- Analizar en qué tiempos de grabado de la cerámica feldespática con ácido fluorhídrico al 9% se fractura el cemento resinoso.

2.3 Hipótesis

Hipótesis nula

El tiempo de grabado con ácido fluorhídrico al 9% no afecta la resistencia de unión entre la cerámica feldespática y la restauración protésica.

Hipótesis alternativa

Un tiempo disminuido o prolongado de grabado con ácido fluorhídrico al 9% disminuye la resistencia de unión entre la cerámica feldespática y la restauración protésica.

3. MARCO TEÓRICO

Actualmente la estética es fundamental en las restauraciones tanto en las directas como indirectas, por lo que nuevos materiales surgen para compensar este aspecto. El material de elección son las cerámicas las cuales son usadas por su biocompatibilidad y mimetismo con los dientes naturales. Aunque entre sus desventajas está la susceptibilidad a la fractura (Pineda et al., 2013).

La porcelana es un material cerámico cuya composición tiene elementos metálicos y no metálicos con varias combinaciones y distintas formas de ordenamiento estructural, lo cual confiere la gran variabilidad de cerámicas (Barrionuevo et al., 2014), estas se forman a partir de la acción del calor cuyo producto es parcial o totalmente cristalina (Pineda et al., 2013). Su estructura mixta de partículas de minerales cristalizados inmersos en una matriz vítrea es la encargada de la estética de la cerámica, y su fase cristalina encargada de la resistencia (Martínez et al., 2007). La resistencia a fuerzas compresivas, traccionales, de corte de cada cerámica depende de los elementos y los enlaces entre sus átomos (Barrionuevo, 2014) (Pineda et al., 2013).

3.1 Propiedades generales de las cerámicas dentales

Una de las características más importantes de las cerámicas es la estética debido a las excelentes propiedades ópticas de brillo y translucidez para imitar el diente, además de ser biocompatible, de tener una buena estabilidad en el medio bucal, no presenta desintegración, corrosión, ni solubilidad, gracias a su superficie lisa previene la proliferación bacteriana (Álvarez et al., 2003).

3.1.1 Clasificación de las cerámicas según su composición química

Las cerámicas tienen distintos tipos de clasificación, según su composición química se dividen en:

1. *Cerámicas de silicato*

Son cerámicas de composición heterogéneas formadas por minerales cristalizados que se rodean por una matriz vítrea (Fons, Solá, Granell, Labaig y Martínez, 2006; Babu, Alla, Alluri y Datla, 2015) Este tipo de cerámicas tienen un componente esencial el cual es el dióxido de sílice y contienen minerales que son el cuarzo, feldespato, alúmina y como matriz vítrea el caolín (Babu, Alla, Alluri y Datla, 2015). Se clasifican en:

Cerámicas Feldespáticas

Es una cerámica muy similar a las propiedades óptica y dentina, la misma característica que la vuelve menos resistente en comparación con otras cerámicas, usada para la elaboración de carillas e incrustaciones indirectas, revestimiento de cofias de metal y cerámica reforzada (Martínez et al., 2007). Tiene propiedades biocompatibles e imita el matiz natural del esmalte dental y tiene resistencia a la abrasión (Sadaqah, 2014; Ural et al., 2016).

Su composición consta de un magma de feldespato en partículas de cuarzo y caolín en menor cantidad; el feldespato es el encargado de la translucidez de la porcelana, el cuarzo de la fase cristalina y el caolín de la plasticidad para su mejor manejo, además los pigmentos son usados para añadir diferentes tonalidades aunque debido a la fragilidad estas porcelanas son usadas para el recubrimiento cerámicas o de metal (Álvarez et al., 2003; Martínez et al., 2007; Sadaqah, 2014).

Las cerámicas feldespáticas convencionales son porcelanas estéticas compuesta por óxido de sílice o cuarzo en 46-66% y el 11-17% de alúmina, mayoritariamente usadas en sector anterior; su principal defecto es la baja resistencia a la factura. Las cerámicas feldespáticas están compuestas por cristales de leucita tienen 63% de cuarzo y un 18% de óxido de aluminio, son de alta resistencia y menor porosidad, su resistencia a la flexión es de 160-300 Mpa. Las porcelanas feldespáticas reforzadas con óxido de litio utilizadas para confección de núcleos internos de las restauraciones, están compuestas por 57

al 80% de cuarzo, 11al 19% de óxido de litio y 0 al 5% de óxido de aluminio lo cual incrementa su resistencia a la flexión de 320 a 450 MPa (Fons et al., 2006).

Cerámicas aluminosas

Las cerámicas aluminosas tienen un gran contenido de alúmina de 10% a 85%, reducción del porcentaje de óxido de sílice del 60% al 15% y porcentaje no más de 50% de óxido de aluminio (Fons et al., 2006) Esta cerámica tiene alta resistencia pero se torna más opaca por lo que está indicada para coronas completas, recubrimiento de porcelanas de óxido de aluminio y estructuras de metal. (Fons et al., 2006; Martínez et al., 2007).

2. *Cerámicas de óxidos*

Son porcelanas policristalinas que tiene poca o nula fase vítrea, con componentes oxidantes como el óxido de aluminio, dióxido de circonio, dióxido de titanio, entre otros; su alta opacidad la hace indicada para cofias internas de las restauraciones cerámicas (Vargas, Bergeron y Diaz, 2011).

Cerámicas de óxido de aluminio

Esta cerámica tiene alto porcentaje de óxido de aluminio, alrededor del 85%, con resistencia a la flexión que va desde 400 a 600 Mpa. Existen algunos tipos, por ejemplo la que se combina la alúmina con el óxido mixto de magnesia, esta cerámica tiene mayor translucidez a la cofia de porcelana; también hay combinaciones del óxido de aluminio mucho más resistentes con óxido de aluminio al 67% y el óxido de circonio el 33% en la cual se incrementa su resistencia a la flexión (600-800 MPa) o la que tiene en su composición 99.9% de óxido de alúmina la cual tiene aún más resistencia a la fractura (680 Mpa) (Fons et al., 2006).

Cerámicas de óxido de circonio

Es un material policristalino el cual tiene una estructura tetragonal, su composición es de óxido de circonio que está altamente sinterizado en 95% y se estabiliza en cierta parte con óxido de itrio al 5%, es totalmente cristalina, se la denomina “acero cerámico” por su resistencia a la fractura superior a los 700 MPa, resistencia a la compresión de 2000 MPa y resistencia a la flexión, más alta en relación a las demás porcelanas, que oscila entre 1000 y 1500 Mpa, estas propiedades se dan gracias a su característica de transformación de endurecimiento la cual se refiere a la conversión de su estructura tetragonal a monoclinica al pasar por alto estrés mecánico, es decir pasa a su fase cristalina e incrementa su volumen evitando la fractura (Saavedra et al., 2014). Las cofias internas están compuesta por cristales compactados lo que reduce las porosidades, indicada para la rehabilitación de zonas de alto compromiso mecánico (Martínez et al., 2007; Manicone, Lommetti, y Raffaelli, 2007; Pineda et al. 2013)

3.2 Protocolo de cementado de las cerámicas

El protocolo de cementado, tratamiento de superficie de las restauraciones y tipo de cemento a usar dependerá de la composición de cada cerámica, estas son agrupadas según su manera de tratar:

3.2.1 Cerámicas ácido resistentes

Son cerámicas policristalinas sin vidrio de sílice amorfo de muy alta densidad que tienen una estructura resistente intrínsecamente por lo cual no requiere de grabado con ácido fluorhídrico y puede ser cementada convencionalmente. En su mayoría son las cerámicas que tienen en su composición óxido de aluminio u óxido de zirconio, muchas veces estas son recubiertas con cerámicas vítreas o feldespáticas debido a su estética pobre, estas son parecidas a las

restauraciones metálicas convencionales por lo que pueden ser arenadas con óxido de aluminio previamente al cementado, los cementos pueden ser el fosfato de zinc, ionómero de vidrio convencional o resino-modificado (Corts y Abella, 2013)

3.2.2 Cerámicas ácido sensibles

Como su nombre lo indica, estas cerámicas son sensibles a la acción del ácido fluorhídrico, es decir que requieren de una resistencia mecánica intrínseca adicional para poder ser cementada, debe usarse una cementación adhesiva; la mayoría de estas cerámicas tienen gran biomimetismo, biocompatibilidad, buenas propiedades mecánicas y estéticas, en este grupo están las vitrocerámicas y las cerámicas feldespáticas. Una de sus características es la unión mecánico-químico debido a su enlace resina-cerámica, lo cual aumenta su longevidad (Corts y Abella, 2013). La unión mecánica se logrará con el ácido fluorhídrico que tiene como propósito es incrementar el área superficial para crear poros, microscópicamente similar a un panal de abejas lo cual aumenta la resistencia de dicha unión y la energía superficial lo cual favorecerá la unión con el silano y sistema adhesivo, además el ácido fluorhídrico actúa con la matriz de sílice de la cerámica dando como producto los hexafluorosilicatos dejando expuesta la estructura cristalina queda para la microretención de la cerámica (Zogheib, Della Bona, Kimpara y McCabe, 2011); la unión química se logra con la colocación de los metacrilatos del silano, que humedecen la estructura cerámica y se forma una red de siloxano entre la superficie cerámica y el cemento de resina mejorando su adhesión, sin embargo en las cerámicas a base de óxido no se recomienda su uso (Ural et al., 2011).

Cada cerámica ácido sensible difiere en el tiempo de grabado debido a su composición, según Hooshmand et al. (2008) el exceso de tiempo de grabado con ácido fluorhídrico debilita la estructura cerámica y por lo tanto reduciendo en forma significativa la resistencia de unión con el cemento.

Para tener una resistencia de unión fuerte de la cerámica con el cemento, se debe tener una retención micromecánica y química entre ellos, por lo que se debe preparar la superficie ya sea con arenado con óxido de aluminio, pulido, abrasión con discos de diamante, uso de ácido fluorhídrico o una combinación de estos, el uso de ácido fluorhídrico o el bifluoridamonio pueden conseguir una superficie cerámica limpia y rugosa, requisito principal para consolidar la unión de la restauración (Blatz et al., 2003).

El protocolo de cementación que se debe llevar a cabo en el diente consiste inicialmente en la limpieza de los residuos del cemento provisional de la superficie dentaria luego de la restauración en boca, en caso de ser necesario se quita las interferencias del tejido blando con la colocación del hilo retractor. Se graba la estructura dentaria con ácido ortofosfórico al 37% durante 15 segundos, se lava con abundante agua y se seca con papel absorbente (Corts y Abella, 2013; Peña et al., 2003). Una vez que la cerámica se prueba en boca, se debe colocar ácido fluorhídrico lo cual depende de que concentración que se se usará y composición de la restauración a cementar, seguido por la aplicación del silano y el sistema adhesivo según el fabricante. Luego se carga la restauración con cemento resinoso, se retira los excesos, se fotocura y se pule. (Corts y Abella, 2013; Martínez et al., 2017; Rizzante et al., 2016)

La porcelana feldespática fue tratada en 1983 por John Calamia con ácido fluorhídrico. (Henostroza, 2010). El uso de grabado ácido y el arenado mejoran la unión creando la retención micromecánica, actualmente se usa también irradiación con láser (Ural et al. 2016).

3.3 Cementación adhesiva

Los cementos resinosos están conformados por materiales similares a los de la resina compuesta, una matriz orgánica de bisfenol metacrilato de glicidilo o uretano dimetacrilato, también por TEGMA, el cual es un monómero de bajo peso molecular, además agrupamientos funcionales hidrofílicos como el HEMA

(hidroxietil metacrilato), el 4-META (4-metacriloxietil trimelitano anidro) y el MDP (10-metacriloxidecil dihidrógeno fosfato) que ayudan a la adhesión a la dentina (Fonseca et al., 2004) y un agente de unión, el silano que es la parte inorgánica. Dicho material presenta buena adaptación, espesor adecuado de la película, menor viscosidad, casi insoluble, buena resistencia tensional (Stamatatos y Simon, 2013).

3.3.1 Clasificación de los cementos resinosos

Los cementos de resina se dividen de acuerdo a su forma de activación, tamaño de sus partículas, y por su tipo de adhesión:

3.3.1.1. Por el tamaño de sus partículas:

a) Microparticulados: El tamaño de sus partículas inorgánicas de relleno son de aproximadamente 0.04 μm y 50 % en volumen.

b) Microhíbridos: La dimensión de las partículas inorgánicas de relleno es de alrededor de 0.04 μm a 15 μm , con 60 a 80 % en volumen. Una gran ventaja de estos cementos es la baja contracción de polimerización y viscosidad med.

3.3.1.2. Por su forma de activación:

a) Cementos resinosos de autocurado o químicamente activados

Estos cementos se polimerizan con una reacción química y se denominan también como "autocurados", ya que se mezclan dos materiales para iniciar la reacción. Estos cementos son utilizados en áreas donde fotopolimerización es difícil ya que permite una alta conversión de los monómeros a polímeros, indicados para restauraciones de metal, postes de endodoncia y restauraciones cerámicas que impiden que la unidad de curado polimerice adecuadamente el cemento de resina. Presenta características poco estéticas debido a su color

blanco opaco y la mayor limitación podría ser que el tiempo de trabajo es reducido (Stamacos y Simon, 2013).

b) Cementos resinosos fotoactivados

Este tipo de cementos utilizan fotoiniciadores que se activan por la luz llamados alcanforquinonas, tiene la capacidad de la luz para penetrar en todas las áreas y activar los fotoiniciadores con una luz de 460-470 nm (Stamacos y Simon, 2013). Brinda un mayor tiempo de trabajo en comparación con los otros tipos de cemento, el operador tiene tiempo para eliminar excesos antes del curado y por lo mismo el tiempo de trabajo se reduce (Stamacos y Simon, 2013). Indicados para cementar carillas y coronas cerámicas, siempre y cuando las coronas cerámicas sean delgadas, translúcidas y se fotopolimerice por todas la caras de la misma. Además este tipo de cementos es el que mayor firmeza de color tiene en comparación con los demás cementos (Stamacos y Simon, 2013).

c) Cementos duales

Estos cementos resinosos de polimerización se pueden polimerizar por polimerización química y por luz. Los cementos de resina polimerizados se distinguen por una alta resistencia mecánica y excelentes propiedades estéticas (Henostroza, 2010; Stamacos y Simon, 2013). Indicados cuando la cerámica es excesivamente gruesa o demasiado opaca para permitir la transmisión de la luz a través de ella, en restauraciones cerámicas, pueden ser usados para sellar márgenes. A pesar de sus componente químicos ayudan a fotopolimerizar, es necesario la fotopolimerización para alcanzar el grado completo de polimerización (Stamacos y Simon, 2013).

Al Igual que los cementos fotopolimerizables tienen alcanforquinona y amina que son los fotoiniciadores, además al mezclar la pasta base con el catalizador inicia la polimerización (Stamacos y Simon, 2013).

Cemento para carillas

PermaShade LC (Ultradent Products, Inc., Utah, USA) es un cemento de resina fotopolimerizable usado para la cementación definitiva de carillas dentales. Según estudios este cemento presenta estabilidad de color, es decir que no muestran cambios en la tonalidad de las carillas debido a la adición de aminas alifáticas no aromáticas que confieren resistencia a la oxidación al cemento, además su contracción es baja luego de la cementación lo que evita la tensión considerable de las carillas y disminuye el riesgo de fractura (Ultradent, 2012).

3.3.1.3. Por el sistema adhesivo:

a) Cementos de resina con adhesivos

Este tipo de cemento deben obligatoriamente estar colocados sobre la superficie dentinaria preparada previamente con ácido fosfórico 30% a 40%, este procedimiento de grabado remueve el smear layer y abre los túbulos dentinarios, para luego colocar el adhesivo para unir el cemento al diente, pueden ser curados con luz o doblemente (Henostroza, 2010). Los cementos de resina de grabado total han aumentado la resistencia de adhesión a cemento y esmalte, también han reducido en gran porcentaje la microfiltración en comparación a los otros cementos resinoso (Vargas, Bergeron y Diaz, 2011) La técnica de aplicación es compleja y de varios pasos por lo que en cada paso se puede dar la posible contaminación del procedimiento comprometiendo la efectividad de la unión (Stamacos y Simon, 2013).

b) Cementos de resina de autograbado

Los sistemas de autograbado no requieren la utilización de ácido ortofosfórico para preparar la superficie del diente, el cemento tiene su propio autograbante por lo que para poder modificar la estructura dentaria se coloca únicamente el adhesivo y se lo aplica directamente (Henostroza, 2010). La adhesión del cemento a la estructura dental es muy parecida a los cementos de grabado

total, aunque se ha demostrado que su adhesión es menor en comparación con los cementos de grabado total (Stamacos y Simon, 2013). De esta forma se reducen los errores del operador y posibilidad de contaminación.

c) Cementos de resina autoadhesivos

Estos cementos se diseñaron para superar a los cementos habituales de ionómero de vidrio y resinosos, por lo que este reúne las características en un solo material (Radovic, Monticelli, Goracci y Vulicevic, 2008).

Estos cementos autoadhesivos permiten un procedimiento en un solo paso, se adhieren a la superficie dental que no ha sido microabrasionada, tratada previamente con un agente grabador o agente de unión ya que el ácido ortofosfórico está incluido en el cemento, el ácido fosfórico se activa con partículas de relleno y la dentina en presencia de agua, formando un enlace en la que la resina se polimeriza en un polímero reticulado (Stamacos y Simon, 2013; Radovic et al., 2008)

3.5 Fallas de la adhesión

El fracaso en la adhesión puede darse en las diferentes interfases y se los clasifica como:

3.5.1 Fallos adhesivos

Son aquellos que suceden entre las interfases de dos estructuras diferentes.

- a) *Entre el esmalte y material adhesivo:* a pesar de que el esmalte es el sustrato ideal para la adhesión muchas veces este puede reducir su energía superficial debido a la contaminación con saliva, sangre, agua, aceite, pastas profilácticas, por lo que se sugiere el uso de bicarbonato para limpiar la superficie, la realización de un bisel de 60-80 grados para

expandir la superficie de adhesión y eliminar la zona aprismática para mejorar la adhesión, además cumplir con el protocolo de grabado en esmalte de 15 segundos con ácido ortofosfórico al 37% y lavado abundante, esto permite despejar las retenciones micromecánicas de cristales de hidroxiapatita y/o restos inorgánicos los cuales podrían impedir la penetración óptima del adhesivo (Herrera, 2005).

- b) *Entre dentina y material adhesivo*: la adhesión en dentina es casi nula, inclusive se cuestiona la acción del ácido ortofosfórico al 37% ya que además de quitar el barrillo dentinario, desmineralizar y ampliar los túbulos dentinarios, genera la presencia de fluido dentinal lo cual convierte a la dentina en más porcentaje de agua lo cual debilita el enlace químico de la dentina con los monómeros, además este grabado puede generar hipersensibilidad posoperatoria y efectos no deseados. Existen estudios insuficientes para probar la efectividad del pretratamiento dentinal con el uso de clorhexidina, hipoclorito de sodio, ácido etilendiaminotetraacético, gutaraldehído, ácido polivinilfosfórico, con el fin de buscar la protección del colágeno y subsecuentemente proteger la creación de la capa híbrida (Ramos et al., 2015). Además se pueden dar varios factores que afecten la adhesión tales como la insuficiente o demasiada humedad de las fibras colágenas de la dentina, falta o inadecuada formación de tags de resina dentro de los túbulos dentinarios, fallos en los solventes ya sea alcohol, acetona y agua por mal almacenamiento, colocación incorrecta del adhesivo y la falta de polimerización del material (Herrera, 2005).
- c) *Entre resina compuesta y material adhesivo*: al igual que las fallas entre dentina y adhesivo se busca cuidar los mismos aspectos para evitar el fracaso de la adhesión y se debe evitar la contaminación con sangre y saliva (Herrera, 2005).

3.5.2 Fallos cohesivos

Son aquellos que suceden en la estructura interna del material.

- a) Entre esmalte y dentina: se dan por desmineralización excesiva de las estructuras con el ácido ortofosfórico, o por caries, o también por la ruptura de un esmalte debilitado por la contracción de la resina o por traumas (Herrera, 2005).
- b) Resina compuesta: a este nivel se dan fracasos debido a la contaminación con sangre o saliva lo cual elimina la capa inhibida y genera pigmentación, por polimerizar capas muy gruesas o por traumas (Herrera, 2005).
- c) Material adhesivo: esta zona al ser de 0.5-1mm ha sido estudiada con mucha dificultad, pero existe una hipótesis que puede haber fracaso por falta de diseminación del material por los canales estrechos y largos que se encuentran entre las fibras colágenas o también la presencia de gap que hidrolizan la fibra colágena o zonas hibroides entre el imprimador y resina hidrofóbica que alteran la capa híbrida (Herrera, 2005).

3.6 Fases de la polimerización

La polimerización sucede cuando los monómeros u oligómeros por medio de radicales libres se transforman en una matriz grande de polímeros (Carrillo y Monroy, 2009).

La primera etapa de polimerización es la fase pregel donde la matriz orgánica se encarga de convertir la masa plástica a sólido rígido, se induce la activación del sistema acelerador-iniciador el cual produce radicales libres los mismos que ascienden a un nivel más alto de energía que al colisionar con otra molécula llevarán al mismo estado; el radical libre se une sólo con un carbón del monómero y el otro electrón se convierte en un radical libre que desencadenará la reacción (Moradas y Álvarez, 2017). Luego en la fase de propagación o de gel, se rompen los enlaces carbono-carbono de los monómeros para finalmente formar nuevos radicales libres que se liberan en la transformación de monómeros en polímeros, el punto gel se da cuando el material se contrae y ya deja de ser fluido (Baratieri et al., 2011; Carrillo y Monroy, 2009; Moradas y

Álvarez, 2017). La fase de terminación o postgel es cuando se genera una unión intermolecular por la unión de dos radicales dando lugar a dos cadenas individuales o una cadena largas (Moradas y Álvarez, 2017). La resina se encuentra rígida pero continúa contrayéndose (Moradas y Álvarez, 2017).

Formas de polimerización:

- a. La polimerización química o autopolimerización es iniciada cuando la amina orgánica (acelerador) la cual actúa como donadora de electrones, separa la molécula de peróxido de benzoilo o el peróxido orgánico, dando lugar a dos radicales libres resultantes (Baratieri et al., 2011; Moradas y Álvarez, 2017).
- b. La polimerización física sucede cuando el iniciador, la canforoquinona o diquetona son activadas por un impulso físico, es decir la luz y esta provoca la conversión de monómeros en polímeros reaccionando con la amino alifática y generando radicales libres. Cuando la luz tiene una longitud de onda de 470 nanómetros es absorbida por la canforoquinona (Baratieri et al., 2011).
- c. La polimerización dual se produce de forma física, mediante luz y de forma química, mediante el peróxido-amina para terminar con la polimerización en segmentos de difícil alcance de la luz (Díaz et al., 2009).

Hay varios factores influyentes en la polimerización que dependen del material como de la luz.

Tabla 1

Polimerización

Material	Luz
Iniciador o fotoiniciador: canforoquinona (tono amarillento) /1-fenil1.2-propanodiona (estética) canforoquinona (tono amarillento).	Longitud de onda: debe estar en los picos de activación de los fotoiniciadores
Pigmentos más oscuros genera fenómenos de luz al ser opacos.	Distancia: mientras más cerca la luz de la restauración mejor polimerización. El cuadrado de la distancia es inversamente proporcional a la radiación lumínica.
Capa máximo de 2mm. Más grosor, más contracción de polimerización	Intensidad: Mínimo 250-400mW/cm ² Tiempo de exposición: 2040 segundos, dependiendo tipo de lámpara.

Tomado de: (Moradas et al., 2017)

3.7 Tipos de lámpara de fotocurado

Existen varios tipos de lámparas que varían según el tipo de longitud de onda

Lámpara de luz halógena

Este tipo de lámpara produce luz incandescente blanca que mediante un filtro óptico emite luz de una longitud de onda (400-500nm) que permite la activación de las canforoquinonas y aminas, además elimina la emisión de fotones de longitud de onda que no son útiles para la activación de los fotoiniciadores, lo

cual puede provocar un sobrecalentamiento del diente (Lafuente, Blanco y Brenes, 2005). Sus ventajas son el bajo costo y múltiples estudios realizados que muestran su eficacia, sin embargo tienen una temperatura alta en el funcionamiento ya que la energía es liberada en forma de calor lo cual reduce la capacidad y durabilidad del aparato, por la misma razón sus bulbos lumínicos emisores tienen vida corta y requieren de alta ventilación, además la radiación es desperdiciada debido al filtro para emitir una luz de una longitud de específica (Chaple, Montenegro y Álvarez, 2016). Estas lámparas fueron modificadas debido al alto porcentaje de sensibilidad post operatoria, por lo que se creó el método "soft star" que consiste en el incremento hasta el punto máximo de intensidad.

Lámpara de plasma

Este tipo de lámpara emiten luz a partir de una descarga eléctrica de manera de arco voltaico entre dos electrodos de tungsteno separados que se ubican en una cámara de Xenón a alta presión, este gas inerte es ionizado y reflejado en el interior de la cámara, su intensidad puede llegar desde 1400mW/cm² hasta los 2700 mW/cm², su longitud de onda oscilaba entre 460-480nm (Lafuente et al., 2005). Sus ventajas eran que se reducía el tiempo de trabajo para el uso de composites pero eran de baja eficiencia, alto costo, específica para activar canforoquinonas, alta temperatura en funcionamiento y alto porcentaje de contracción de las resinas, por lo mismo que se descontinuaron (Chaple, Montenegro y Álvarez, 2016).

Lámparas laser

El láser permite una intensidad de 450-514nm, similar a la que las canforoquinonas requieren para su activación, a pesar que mejora las propiedades físicas de las resinas fotopolimerizables, la velocidad de polimerización aumentaba el grado de contracción al polimerizar el material, según varios estudios la lámpara de laser es la que más produce estrés de

polimerización entre la interfase del composite con el diente, al igual que las lámparas de plasma, comparado con lámparas de plasma o de luz halógena, por lo mismo que también salieron del mercado (Chaple, Montenegro y Álvarez, 2016).

Lámpara de luz LED

Las siglas de su nombre significa “light emitting diode”, son dispositivos que generan luz azul mediante efectos mecánico cuánticos de dos semiconductores, los n-estimulados tienen exceso de electrones mientras p-estimulados requieren electrones formando un espacio libre de electrones, estos dos se fusionan con un voltaje y se forma un haz de luz distinta a las demás lámparas la cual tiene distribución corta del espectro (Chaple, Montenegro y Álvarez, 2016). Estos dispositivos son pequeños, ergonómicos, silenciosos, no requiere refrigeración ni filtros ópticos, produce cantidades bajas de calor, 10000 horas de vida útil, utiliza el 90% de la energía generada, consumen poca electricidad, además se la puede desinfectar debido a que la estructura de la lámpara en contacto sin aberturas al interior de la misma. Su única desventaja es que sólo sirve para fotoactivar resinas de absorción hasta 440-490nm (Chaple, Montenegro y Álvarez, 2016; Lafuente et al., 2005)

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo de estudio

Transversal experimental comparativo analítico, in vitro.

4.2 Muestra

30 discos de cerámica feldespática divididos en 3 grupos, cada uno de 10 discos grabados con ácido fluorhídrico al 9% a 60, 120 y 240 segundos.

4.3 Descripción del método

Se confeccionaron 30 discos (12 mm de diámetro x 1mm de altura) de cerámica feldespática (Compact Ceramic System, Dentaaurum, Ispringen, Alemania) según las instrucciones del fabricante (Anexo 1) y sinterizadas en un horno 900-1000 grados (Anexo 2), luego estas fueron adheridas a resina acrílica autopolimerizable la cual se encontraba adaptada en tubos de cloruro de polivinilo de 20mm de diámetro y 15mm de altura, las muestras fueron pulidas y colocadas en ultrasonido para retirar excesos (Furuse et al., 2018, Petrauskas et al, 2018).



Figura 1. Muestra

Se dividieron las muestras en 3 grupos de 10 discos, se microarenaron con óxido de aluminio de 50 micrones (Dentaurum, Ispringen, Alemania), se colocó el ácido fluorhídrico (Ultradent Products, Inc., Utah, USA) al 9% por 60, 120 y 240 segundos respectivamente en cada grupo y luego en todas las muestras se prosiguió a la colocación de silano y adhesivo (Ultradent Products, Inc., Utah, USA) según las instrucciones del fabricante (Anexo 1).

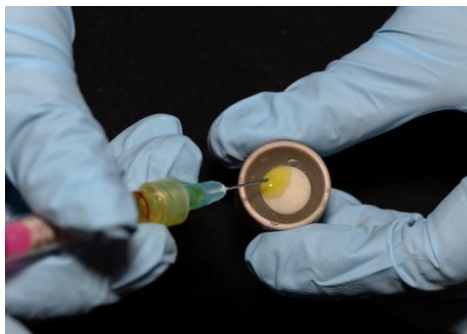


Figura 2. Colocación de ácido fluorhídrico 9%

Se insertó cemento resinoso de carillas (Permashade, A2, Ultradent Products Inc., Utah, USA) dentro de tubos tygon traslúcidos, se removió excesos y se los fotocuró por 20 segundos a 10 mm con una lámpara de luz LED con 1200 mW/cm² (Optilight Max, Gnatus, Ribeirão Preto, S.P., Brasil). Después de 10 minutos, se extrajeron los tubos tygon con hojas de bisturí # 12 para exponer los cilindros de cemento, cada uno de 0,8 mm de diámetro y 1 mm de altura (Furuse et al., 2018, Petrauskas et al, 2018).



Figura 3. Inserción de cemento resinoso dentro de tubos tygon.

Cada superficie cerámica tuvo 5 cilindros de cemento resinoso, es decir 50 cilindros resinosos por grupo, un total de 150 muestras.

Las muestras se almacenaron en agua desionizada a 37 ° C durante 24 horas, luego se las colocó en el dispositivo metálico de microcizallamiento que estuvo adaptado a la máquina Microtensile Semi Universal (Odeme, Santa Catarina, Brasil). Se las sometió a la evaluación de la fuerza de unión al microcizallamiento adaptando un lazo de alambre de 0,2 mm colocado en la máquina y se lo ajustó a la interfase de los cilindros resinosos y la cerámica a una velocidad promedio de 0,5 mm / min hasta provocar su ruptura (Anexo 4). Los datos obtenidos en kilogramo-fuerza fueron transformados a megapascuales para ser analizados con ANOVA de tres vías (Furuse et al., 2018, Petrauskas et al, 2018).



Figura 4. Prueba de microcizallamiento

Resultados

Por medio de la prueba ANOVA se verifica que existe una diferencia estadísticamente significativa en cuanto en la resistencia de unión registrada según cada grupo de tiempo aplicado. Este resultado se resume en el Cuadro 1 ($\text{Prob}>F = 0,0154$).

Tabla 2

Prueba ANOVA para definición de diferencias en la Tensión según el tiempo aplicado

	Number of obs =	143	R-squared =	0,0579	
	Root MSE =	3,7e+06	Adj R-squared =	0,0444	
Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	1,190e+14	2	5,951e+13	4,30	0,0154
tiempo	1,190e+14	2	5,951e+13	4,30	0,0154
Residual	1,937e+15	140	1,384e+13		
Total	2,056e+15	142	1,448e+13		

Los resultados que se presentan en el grupo donde se graba por 60 segundos en ácido fluorhídrico son: la media es 14,11Mpa con una desviación estándar de 3,92, con valores máximos de 24,40 Mpa y valores mínimos de 6,25 Mpa, con un rango de 15,16 y una mediana de 14,59 Mpa; en el grupo de 120 segundos la media es de 15,74 Mpa con una desviación estándar de 3,61, el valor máximo es e 20,64 Mpa y el mínimo de 6,15, en un rango de 14,48 y una mediana de 16,22Mpa; y en la de 240 Mpa segundos de grabado la media es de 13,59Mpa con una desviación estándar de 3,61, con valor máximo de 20,65 y mínimo de 6,79, un rango de 13,86 y una mediana de 13,08 Mpa. Cuadro 2. Gráfico 2 y 3.

Tabla 3

Estadísticas descriptivas

Tiempo	Media	N	Desviación Estándar	Max	Min	Rango	Mediana
60	14,11	48	3,92	21,40	6,25	15,16	14,59
120	15,74	48	3,61	20,64	6,15	14,48	16,22
240	13,59	48	3,61	20,65	6,79	13,86	13,08

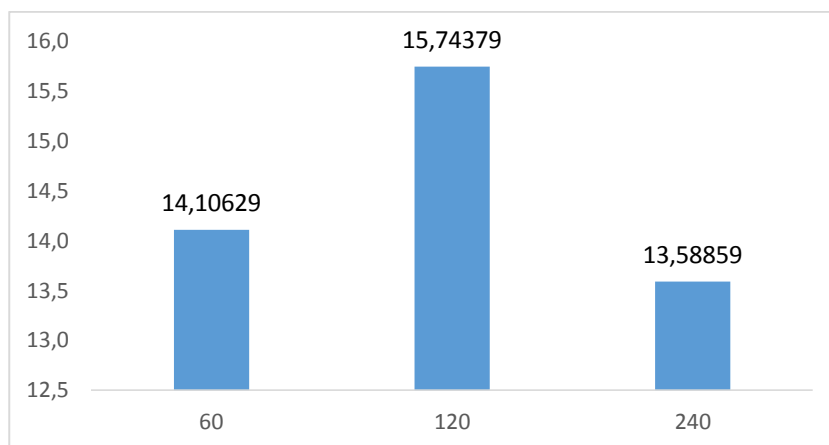


Figura 5. Promedio de resistencia de unión por tiempo de grabado

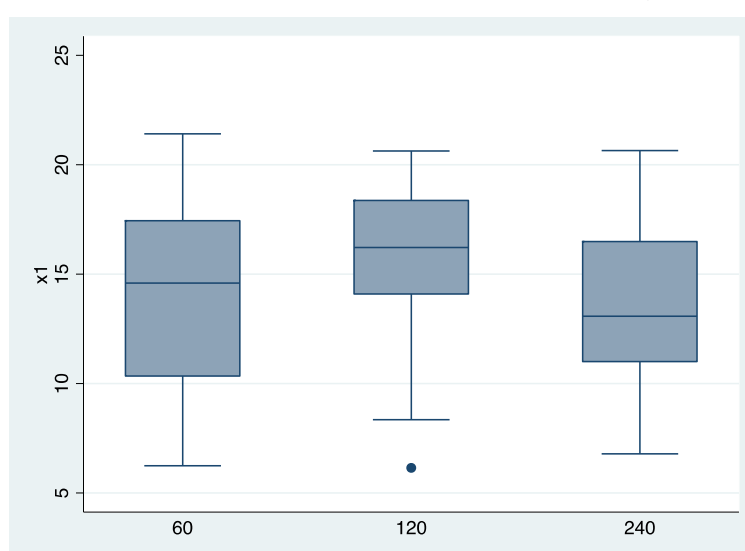


Figura 6. Promedio de resistencia de unión

En cuanto a las diferencias específicas de la resistencia de unión en cada grupo de tiempo de grabado, el cuadro 3 muestra los resultados de la prueba de diferencia de medias. Se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas entre la resistencia de unión media del grupo de tiempo de grabado de 120 segundos y la resistencia de unión media del grupo de 60 segundos ($P > |t| = 0,035$), así como de la resistencia de unión media del grupo de 240 segundos ($P > |t| = 0,005$). Por otro lado, no se puede concluir en que exista una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la resistencia de unión de los grupos de 60 y 240 segundos ($P > |t| = 0,494$).

Tabla 4

Prueba de diferencia de medias en la resistencia de unión según el tiempo aplicado.

Tiempo	Diferencia de medias	Desviación Estándar	t	P value	Límite inferior	Límite Superior
120 vs 60	1.637.503	.7675415	2.13	0.035	.1200322	3.154.974
240 vs 60	-.5176989	.7554482	-0.69	0.494	-	.9758628
240 vs 120	-2.155.202	.7636992	-2.82	0.005	-	3.665.076 .6453276

5. DISCUSIONES

El presente estudio tuvo como finalidad analizar la resistencia de unión entre el cemento resinoso de carillas y la cerámica feldespática con la aplicación de diferentes tiempos de grabado de ácido fluorhídrico al 9%.

Los resultados obtenidos evidenciaron una diferencia significativa en cuanto a la resistencia de unión entre los distintos grupos, el grupo de 60 segundos mostró 14,11Mpa, en 120 segundos 15,74Mpa y en 240 segundos 13,59Mpa, donde se encontró la mayor resistencia de unión en el grupo grabado por 120 segundos. Dichos resultados se asemejan a los resultados obtenidos por Blatz et al. (2003) donde indica que la mejor opción es aplicar ácido fluorhídrico del 2.5% al 10% de 120 segundos a 180 segundos. Al igual que Chen et al. (1998) propuso en su estudio los tiempos de grabado 0, 5, 30, 60, 120, 180 segundos con ácido fluorhídrico al 5% y encontró que los valores de resistencia de unión ascendían significativamente a partir de los 30 segundos y los valores mayores de resistencia de unión fueron a los 120 segundos. Lo mismo que Guler et al. (2006) que concluyó que el grabado con ácido fluorhídrico al 9.6% por 120 segundos proporcionaba una resistencia de unión apropiada cuando se repara la porcelana con resina microhíbrida y que se debe preferir el uso del adhesivo Single Bond antes de los sistemas adhesivo autograbantes.

Caso muy distinto al de Felenc y Lethuillier (2014) que exponen protocolos distintos, en los que la cerámica feldespática se debe grabar por 30 segundos en caso de que el ácido fluorhídrico sea al 10%, y cuando la concentración es de 5% se debe grabar por 60 segundos, adicionalmente se coloca doble capa de silano que debe ser evaporada y secada a 125°C para aumentar su resistencia de unión.

Con diferentes tipos de grabantes, en el estudio de fuerza adhesiva de Ortiz et al. (2011) se encontró la mayor fuerza de adhesión en el grupo que fue grabado con Porcelain Etch al 9% por 60 segundos (9.03 Mpa) seguida del

grupo grabado con Finesse all Ceramic al 10% por 120 segundos más 3 minutos del neutralizador (8.08 Mpa) y el grupo que indicó menor resistencia de unión fue el grupo grabado con IPS Ceramic al 5% por 120 segundos (5.06 Mpa).

En el presente estudio se observó la fractura de los cilindros de cerámica con el grabado a 60 y 240 segundos asociadas con resistencia de unión más bajas comparado con 120 segundos de grabado, lo cual corrobora Guzmán et al. (2012) que indica que la colocación de ácido fluorhídrico al 9.6% en tiempos superiores de 3 minutos resultan en una disminución de la resistencia de unión. Según Addison et al. (2007) encontraron que el grabado con ácido fluorhídrico de 5-10% por 45 segundos no afecta a la resistencia flexural pero aumentando la concentración a 20% mostró una reducción de resistencia de unión significativa, por lo que se sugiere que la variación del tiempo y concentración del ácido fluorhídrico son importantes al momento del grabado ya que un exceso de tiempo y/o concentración pueden provocar debilitamiento de la superficie de la cerámica lo cual reduce la resistencia de unión entre la cerámica y el cemento resinoso.

En la investigación de Kato et al. (2000) muestra en una micrografía la superficie erosionada de la cerámica grabada a 180 segundos mucho más áspera y con porosidades más profundas que la superficie cerámica grabada a 120 segundos lo cual le podría conferir mayor o menor retención del material. Aunque apoyando la teoría de este estudio, el grabado insuficiente o grabado excesivo resultan en una resistencia de unión más baja, Chen et al. (1998) encontró que en los 180 segundos de grabado con ácido fluorhídrico al 5%, los valores de resistencia de unión comienzan a decrecer.

Ramakrishnaiah et al. (2016) demuestra que el aumento del tiempo de grabado con ácido fluorhídrico cambia significativamente la superficie cerámica basadas en sílice, aumentan su número y ancho de los poros, más rápido se incrementa el ancho que la profundidad de los poros, además la rugosidad y la

humectabilidad se incrementan y se menciona que mientras más rugosidad de la superficie hay, más humectabilidad habrá.

Della Bona y Anusavice (2002) comprobaron en su estudio que el tipo de grabado influyó el patrón de cambios estructurales en la composición y microestructura de la cerámica, el grabado con ácido fluorhídrico al 9% por 120 segundos demostró ser el más prominente ya que se observó una superficie irregular con poros en comparación con el grabado con bifluro de amonio por 60 segundos el cual reveló una superficie con ranuras y del fluorfosfato acidulado al 4% por 120 segundos que mostró una superficie con precipitaciones de alúmina y baja reactividad química. Aunque Kukiattrakoon et al. (2007) cuando uso el grabado con fluorfosfato acidulado al 1.23% de 7 a 10 minutos no encontró diferencia significativa de resistencia de unión con el grabado de ácido fluorhídrico al 9.6% por 240 segundos, además encontró que el grupo que tuvo la menor resistencia de unión entre la resina compuesta y la cerámica Empress 1 fue el grupo sin tratamiento de superficie.

El uso del ácido fluorhídrico se justifica gracias a varios estudios donde muestran que la aplicación del mismo produce mayor rugosidad en la superficie en comparación al ácido fosfórico (Castro y Málaga, 2013) (Zogheib et al., 2011). Bajraktarova et al. (2018) indica que el grabado con ácido fluorhídrico es el tratamiento de superficie más eficaz y confiable para la unión de la resina y restauraciones vitrocerámicas ya que este elimina selectivamente la matriz vítrea de las cerámicas de silicato para formar hexafluorosilicatos y da como resultado una superficie micromorfológica con poros y canales tridimensionales de diferentes tamaños, cristales extruidos dispersos e irregulares similar a un panal marcado que permite la retención micromecánica del compuesto de cementación (Della Bona et al., 2002)

Sin embargo, de acuerdo a Cömlekoğlu et al. (2009) el uso del ácido fluorhídrico no es necesario ya que el silano crea una adhesión química suficientemente fuerte y duradera entre la cerámica vítrea y el cemento

resinoso, lo mismo que concuerdan en el 2002 Shimada et al. y Hooshmand et al. al encontrar que el uso de ácido fluorhídrico no mejora la adhesión. Incluso según Carpena et al. (2014) el ácido fluorhídrico por ser una sustancia peligrosa está prohibida en ciertos países europeos en una concentración de más del 7%.

Los resultados obtenidos en el presente estudio en el grupo de 60 segundos (14,11Mpa) coordinan con los resultados obtenidos por Furuse et al. (2018) donde se encuentra un promedio de 14,01Mpa en condiciones similares, aplicando ácido fluorhídrico 5%, protocolo adhesivo silano, adhesivo (2 pasos) y cemento de carillas, además estos autores encuentran una resistencia de unión mayor usando adhesivo universal (18.47Mpa) sin el uso de silano, en comparación con los valores de resistencia de unión con el uso del adhesivo de dos pasos (14,01Mpa) y aplicación de silano por lo que se puede plantea una gran relevancia en el sistema adhesivo usado en el protocolo de cementación. Sin embargo, Barrionuevo et al. (2014) agrega que la aplicación de silano sobre la cerámica grabada ayuda a la consolidación de la unión química entre la fase inorgánica de la cerámica y la fase orgánica del cemento resinoso y aumenta los valores de resistencia de unión. Lo cual corrobora Nagayassu et al. (2006) que indica que el uso del silano genera una reacción necesaria para una adhesión química que junto al uso previo de la microarenación y del grabado con ácido fluorhídrico, forma también una adhesión mecánica.

Prado et al. (2018) en su investigación sobre la resistencia de unión de superficies cerámicas de disilicato de litio y cerámicas feldespáticas con cemento resinoso, concluyó que la mejor forma de tratar estos dos tipos de cerámicas es el grabado con ácido fluorhídrico al 5% y la aplicación de silano en comparación con el uso único del sistema adhesivo autograbante (Monobond Etch & Prime, Ivoclar, Vivadent AG, Liechtenstein) pero este último resulta más estable en estudios de termociclado. En un estudio similar, Klosa et al. (2013) encontraron que sobre cerámicas de disilicato de litio, el grabado con ácido fluorhídrico resulta ser el de elección frente al tetrafluoruro de titanio en

pruebas de termociclado. Aunque controversialmente se cita que el pulido y el uso de la microarenación resultaron con mayores valores de resistencia de unión, y se encontró que el grabado con ácido fluorhídrico y ácido fosfórico no son métodos convenientes para el tratamiento de la superficie de la cerámica feldespática (Cevik et al., 2018).

En el caso de Kato et al. (2000) exponen que se obtuvo mayor resistencia de unión con la microarenación con óxido de aluminio y con el uso de ácido fluorhídrico al 9% por 60 segundos comparado con el uso de bifluoruro de amonio y del ácido fosfórico. Si solo se usa la microarenación con óxido de aluminio es insuficiente para la resistencia de unión, y el excesivo uso del mismo puede provocar demasiada pérdida de material cerámico (Blatz et al., 2003).

En el estudio de Yadav et al. (2010), se trató la superficie de la cerámica feldespática de distintas formas, la primera empleando ácido fluorhídrico al 9.5%, la segunda con microarenación de óxido de aluminio de 50 μm , la tercera con el uso de microarenación y silano, la cuarta con el uso únicamente de silano y la quinta con el uso del ácido fluorhídrico al 9.5% y silano, se encontró una diferencia significativa en este último grupo ya que presentó valores mayores de resistencia de unión (20.8 MPa). Similar a Ortiz et al. (2011), Murillo et al. (2017), que citan este mismo procedimiento como la regla de oro, debido a que establece valores de resistencia de unión mayores por la formación de microretenciones. Kimmich et al. (2013) tras una revisión bibliográfica realizada en 300 artículos desde 1977 al 2012, encontraron que los métodos de tratamiento de superficie en los diferentes sistemas cerámicos (compuestos de metal, alúmina o zirconia, vitrocerámica y cerámicas feldespáticas) que presentan mayor éxito y durabilidad en la adhesión son el ácido fluorhídrico, microarenación, recubrimiento triboquímico, silanización y metal primer. (Klosa et al., 2009)

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

En el presente estudio se encontró mayor resistencia de unión en el grupo en el que se grabó con ácido fluorhídrico al 9% por 120 segundos, seguido por el grabado por 60 y 240 segundos, por lo que se concluye que el tiempo óptimo de grabado con ácido fluorhídrico al 9% es de 120 segundos, por otra parte los resultados reflejan que en 60 y 240 segundos de grabado se fracturaron los cilindros de cemento resinoso asociados a valores de resistencia más bajos comparado con el grabado a 120 segundos, de esta forma la hipótesis de este estudio fue comprobada ya que el tiempo disminuido (60 segundos) o prolongado (240 segundos) de grabado con ácido fluorhídrico al 9% evidenció valores de resistencia menores entre la cerámica feldespática y la restauración protésica.

La resistencia de unión entre la cerámica y el cemento no sólo depende de los materiales que son usados, sino también del tratamiento y técnicas empleadas sobre las superficies, esto va a influenciar en la longevidad del tratamiento asimismo en el éxito del mismo.

La preparación de la superficie de la cerámica feldespática es un proceso dinámico cuyo impacto está influido por composición del sustrato, es decir por el tamaño, número y distribución de los cristales de leucita de cada cerámica ya que de esto dependerá la acción del ácido fluorhídrico sumado a su concentración y el tiempo de grabado. De esta forma se explica la variación de resultados en el protocolo de grabado ya que en el caso de algunas cerámicas que contienen cantidades mínimas de cristales de leucita, se inhibe la formación de las microporosidades y se requiere un menor tiempo y/o mayor concentración de ácido fluorhídrico, caso contrario en las cerámicas reforzadas con leucita el grabado con ácido fluorhídrico al 9% por 60 segundos es suficiente.

El protocolo de preparación de las cerámicas debe ser específico según la composición de la misma.

La sensibilidad de la preparación de la cerámica es una realidad clínica debido a que existen factores que no se pueden controlar, tales como habilidad del operante, la cantidad del silano, adhesivo, además de la porosidad de la cerámica lo cual se atribuye a la forma de fabricación, y factores biológicos de la calidad y tipo de estructura dental en la que se va a cementar la restauración.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar un estudio similar que determine las resistencias de unión entre la cerámica feldespática y cemento resinoso asociadas con el análisis de la microestructura de la superficie por medio de un rugosímetro o por medio de imágenes observadas con microscopio de barrido. Adicionalmente se podría medir la tasa de éxito en el tiempo con un estudio de termociclado.

REFERENCIAS

- 3M. (9 de 11 de 2011). 3M. Obtenido de <http://multimedia.3m.com/mws/media/736591O/relyx-u200-brochure-for-gulf-region.pdf>
- Addison O, Marquis PM, Fleming GJ. (2007) The impact of hydrofluoric acid surface treatments on the performance of a porcelain laminate restorative material. *Dent Mater.*;23(4):461-8.
- Álvarez, Fernández MA, Peña López JM, González-González IR, Olay-García MS. (2003). Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. *Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España.* 8 (5):525-546.
- Babu, P., Alla, R., Alluri, V., Datla, S. R., Konakanchi, A. (2015). Dental Ceramics: Part I – An Overview of Composition, Structure and Properties. *American Journal of Materials Engineering and Technology.* 3(1), 13-18.
- Bajraktarova-Valjakova E, Grozdanov A, Guguvcevski L, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, Mijoska A, Bajraktarova-Misevska C. (2018). Acid Etching as Surface Treatment Method for Luting of Glass-Ceramic Restorations, part 1: Acids, Application Protocol and Etching Effectiveness. *Open Access Maced J Med Sci.* 14;6(3):568-573.
- Baratieri L. (2011) Odontología restauradora "Fundamentos y técnicas" Saó Paulo : Santos Editora.
- Barrionuevo, M. A. (2014). Tratamiento de superficie de las restauraciones de porcelana feldespática y su implicancia en la propagación de las fallas estructurales propias del material. *Revista De La Facultad De Odontología. Universidad Nacional De Cuyo.* 8(2), 8-11.
- Blatz, M. B., Sadan, A., & Kern, M. (2003). Resin-ceramic bonding: A review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry,* 89(3), 268–274.doi:10.1067/mpr.2003.50

- Carpena, G. & Ballarin, A., 2014: Hydrofluoric Acid – Simple Things You May Do Not Know About Something You Are So Habituated To Use.- *ODOVTOS-Int. J. Dental S.C.*, 16: 15-23.
- Carrillo, Carlos. Monroy, Monserrat. (2009). Materiales de resinas compuestas y su polimerización. Parte I. *Revista Asociación Dental Mexicana*. 65 (4)
- Castro, José Miguel. Málaga, Jimmy. (2013). Rugosidad en la superficie de cerámicas feldespáticas, empleando dos tipos de agente grabador. *Kiru*. 10 (2):101–6.
- Cevik P, Eraslan O, Eser K, Tekeli S. (2018) Shear bond strength of ceramic brackets bonded to surface-treated feldspathic porcelain after thermocycling. *Int J Artif Organs*.;41(3):160-167. doi: 10.1177/0391398818756181.
- Cömlekoğlu M. E., DüNDAR M., GÜNGÖR M. A., SEN B. H., ARTUNÇ C. (2009) Preliminary evaluation of titanium tetra fluoride as an alternative ceramic etchant to hydrofluoric acid. *Journal of Adhesive Dentistry*, 11: 447-53.
- Corts, J. Abella, R. (2013). Protocolos de cementado de restauraciones cerámicas. *Actas Odontológicas*. 10 (2), 37–44.
- Chen, J., Matsumura, H., Atsuta, M. (1998). Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. *Operative Dentistry*. 23: 250-257.
- Della Bona, A. Anusavice, K.J. Hood, J.A. (2002) Effect of ceramic surface treatment on tensile bond strength to a resin cement.; *Int. J. Prosthodont* 15: 248-255.
- Della Bona, A., Anusavice, K.J. (2002). Microstructure, composition, and etching Topography of dental ceramics. *Int. J. Prosthodont*.; 15 (2); 159-167
- Díaz, P.; Orejas, J.; López, E. Veny, T. (2009). Cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas. *Científica dental*. 6;1:137-151.
- Eufar. (5 de 10 de 2015). *Eufar*. Obtenido de http://www.eufar.com/DENTAL/AgentesGrabadores/ACIDO_FLUORHIDRICO_2g.html

- Felenc S, Lethuillier J (2014) Optimization of the Bonding of Glass-Ceramics to Dental Structures: A Case Study. *J Dent Oral Disord Ther* 2(3): 1-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.15226/jdodt.2014.00122>
- Fons Font, A, Solá, M., Granell, M., Labaig, C., Martínez, A. (2006). Choice of ceramic for use in treatments with porcelain laminate veneers. *Medicina Oral Patología Oral Cirugía Bucal*. 11:E297-302.
- Fonseca R.G., Cruz C.A.S., Adabo G.L. (2004) The influence of chemical activation on hardness of dual-curing resin cements. *Braz. Oral Res*. 18(3): 228-32.
- Furuse, A. Y., Scotti, C. K., Llerena Icochea, A., Bombonatti, J. F. S., Haragushiku, G. A., & Gonzaga, C. C. (2018). Influence of light activation of simplified adhesives on the shear bond strength of resin cements to a leucite-reinforced ceramic. *European Journal of Dentistry*. 12(1), 3–6. http://doi.org/10.4103/ejd.ejd_307_17
- González G., Lourdes María, Paredes Largo, Gabriela, Arce, Fernando, & García, Ivonne. (2016). Tratamiento estético con laminados cerámicos para cierre de diastemas. Relato de caso clínico.. *Actas Odontológicas*, 13(2), 44-51. <https://dx.doi.org/10.22235/ao.v13i2.1264>
- Güler AU, Yilmaz F, Yenisey M, Güler E, Ural C. (2006). Effect of acid etching time and a self-etching adhesive on the shear bond strength of composite resin to porcelain. *J Adhes Dent.*; 8(1):21-5.
- Guzmán, J. González, H. Salgado M. (2012). Influencia del tiempo de tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico de la porcelana VITA VM 13 en la resistencia de unión a cemento de resina frente a fuerzas de tracción. Estudio in vitro. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*. 5(3); 117-122.
- Henostroza Haro g., H. q. n. M. I. j., (2010). Perspectiva histórica. Adhesión en Odontología Restauradora. Madrid: *Ripano editorial médica*. 20-39
- Herrera, E. (2005). Fracasos en la adhesión. *Av. Odontoestomatol.hn*; 21-2: 63-69.
- Hooshmand T., van Noort R., Keshvad A. (2002) Bond durability of the resin bonded and silane treated ceramic surface. *Dent Mater*; 18: 179–88.

- Hooshmand, T., Parvizi, S., Keshvad, A. (2008). Effect of Surface Acid Etching on the Biaxial Flexural Strength of Two Hot-Pressed Glass Ceramics. *Journal of Prosthodontics*. 17:415-419.
- Kato, H., Matsumura, H., Atsuta. (2000). Effect of etching and sandblasting on bond strength to sintered porcelain of unfilled resin. *J Oral Rehabil.*; 27; 103-110.
- Kimmich M, Stappert CF. (2013). Intraoral treatment of veneering porcelain chipping of fixed dental restorations: a review and clinical application. *J Am Dent Assoc.*;144(1):31-44
- Klosa, K., Boesch, I., & Kem, M. (2013). Long-term Bond of Glass Ceramic and Resin Cement: Evaluation of Titanium Tetrafluoride as an Alternative Etching Agent for Lithium Disilicate Ceramics. *Journal of Adhesive Dentistry*, 15(4), 377–383.
- Kukiattrakoon B, Thammasitboon K. (2007). The effect of different etching times of acidulated phosphate fluoride gel on the shear bond strength of high-leucite ceramics bonded to composite resin. *J Prosthet Dent.*; 98(1):17-23.
- Manicone, P. F., Lommetti, P. R., & Raffaelli, L. (2007). An overview of zirconia ceramics: Basic properties and clinical applications. *Journal of Dentistry*. 35, 819–826. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2007.07.008>
- Martínez, F. Pradíes, R., Suárez, MJ., Rivera, B. (2007) Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España*. 12 (4). 253-263.
- Martínez-Galeano G, Pacheco-Muñoz LF, López-Palomar LC. (2017) Selection of dental ceramics in an esthetic area. A case report. *Rev Fac Odontol Univ Antioquía*; 29 (1): 222-240. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v29n1a12>
- Moradas Estrada, M, & Álvarez López, B. (2017). Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. *Avances en Odontoestomatología*, 33(6), 261-272.

- Murillo F., De Goes M. (2017) Effect of Different Silane Treatments on Long-Term Bonding Between Non-Etched Glass-Ceramic and Resin Cement. *ODOVTOS-Int. J. Dental Sc.*, 19-2: 33-46.
- Ortiz, C., Méndez, M., Cornejo, P., Oliver, P.R. (2011) Efecto de la aplicación de diferentes ácidos fluorhídricos en la resistencia adhesiva sobre una cerámica feldespática. *Oral. 12* (38). 734-738.
- Peña, J., Fernández, J., Álvarez, J., González, P. (2003). Técnica y sistemática de la preparación y construcción de carillas de porcelana. *Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España*. 8 (6), 647-668.
- Petrauskas, A., Novaes, K., Mendes, Y., Berger, G., Gonçalves, E. (2018). Influence of different resin cements and surface treatments on microshear bond strength of zirconia-based ceramics. *Journal of Conservative Dentistry*. 21:198-204
- Pineda, É., Escobar, J., Correa, F., Villarraga, J. (2013). Comparison of the resistance of three ceramic systems in anterior fixed prosthetic. Análisis por elementos finitos. *Revista facultad de odontología. Universidad de Antioquia*. 25 (1), 44-75.
- Prado M, Prochnow C, Marchionatti AME, Baldissara P, Valandro LF, Wandscher VF. (2018). Ceramic Surface Treatment with a Single-component Primer: Resin Adhesion to Glass Ceramics. *J Adhes Dent.*;20(2):99-105. doi: 10.3290/j.jad.a40303.
- Radovic, I., Monticelli, F., Goracci, C., Vulicevic, Z., Ferrari, M. (2008). Self-adhesive Resin Cements: A Literature Review. *Journal Adhesive Dentistry*. 10: 251-258.
- Ramakrishnaiah, R., Alkheraif, A. A., Divakar, D. D., Matinlinna, J. P., & Vallittu, P. K. (2016). The Effect of Hydrofluoric Acid Etching Duration on the Surface Micromorphology, Roughness, and Wettability of Dental Ceramics. *International journal of molecular sciences*, 17(6), 822. doi:10.3390/ijms17060822
- Ramos Sánchez, G., Calvo Ramírez, N., & Fierro Medina, R. (2015). Adhesión Convencional en Dentina, Dificultades Y Avances en La

- Técnica. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 26(2), 468–486.
- Rizzante F.A.P., Soares A.F., Son-Lee H., Mondelli R.F.L., Mondelli J., Furuse A.Y (2016). Color: Consideración en Odontología e instrumentos para el registro. *Revista de Operatoria dental y Biomateriales*. 5 (2).
- Saavedra, R., Iriarte, R. Oliveira, O. Moncada, G. (2014). Clasificación y significado clínico de las diferentes formulaciones de las cerámicas para restauraciones dentales. *Acta Odontológica Venezolana*. 52 (1).
- Sadaqah, N.R. (2014). Ceramic Laminate Veneers. *Materials Advances and Selection. Open Journal of Stomatology*, 4, 268-279. <http://dx.doi.org/10.4236/ojst.2014.45038>
- Shimada Y., Yamaguchi S., Tagami J. (2002) Micro- shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mat*; 8: 380-388.
- Stamatacos, C. Simon, J. (2013). Cementation of indirect restoration: an overview of resin cements. *Compendium of continuing education in Dentistry*. 34 (1).
- Ultradent. (2016). *Ultradent*. Obtenido de <https://www.ultradent.com/es/Product%20Instruction%20Documents/Porcelain%20Etch%20and%20Silane.pdf>
- Ural, Ç., Duran, İ., Evmek, B., Kavut, İ., Cengiz, S., & Yuzbasioglu, E. (2016). Light transmittance and surface roughness of a feldspathic ceramic CAD-CAM material as a function of different surface treatments. *Biomed Central Oral Health*. 17:16. 161-7. doi:10.1186/s12903-016-0245-5
- Vargas, M. Bergeron, C. Diaz, A. (2011) Cementing all-ceramic restorations. Recommendations for success. *Journal of American dental Association*. 142 (2).
- Vivadent, I. (01 de 2008). *Ivoclar Vivadent*. Obtenido de <http://www.ivoclarvivadent.com/en/p/all/products/metal-ceramics/ips-design>
- Yadav, S., Upadhyay, M., Borges, G. A., & Roberts, W. E. (2010). Influence of ceramic (feldspathic) surface treatments on the micro-shear bond

strength of composite resin. *The Angle Orthodontist*, 80(4), 765–770. doi:10.2319/082409-481.1

Zogheib, L., Della Bona, A., Kimpara, E., McCabe, J. (2011). Effect of Hydrofluoric Acid Etching Duration on the Roughness and Flexural Strength of a Lithium Disilicate-Based Glass Ceramic. *Brazilian dental journal*. 22(1): 45-50

ANEXOS

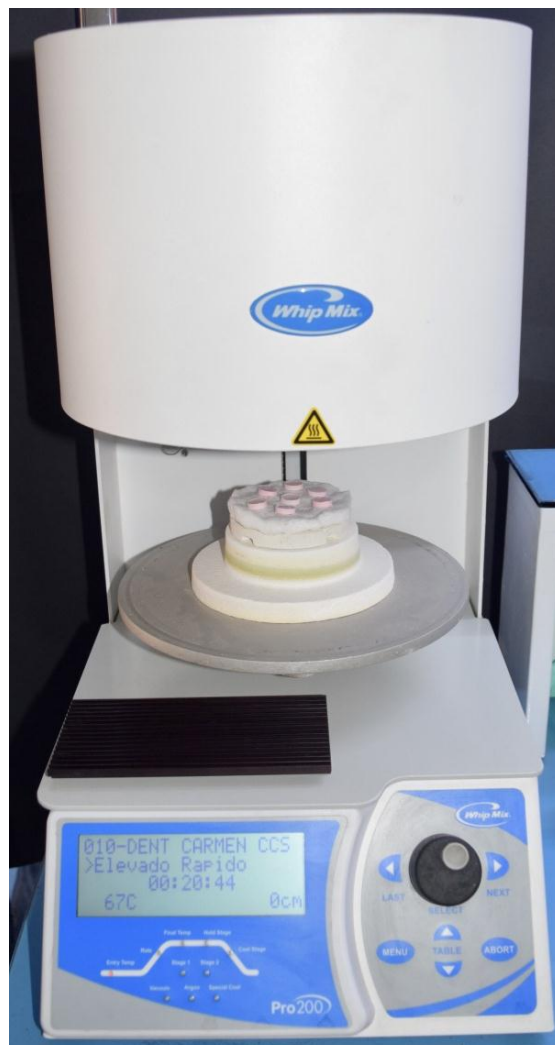
Anexo 1. Materiales usados en este estudio.

Material	Nombre comercial	Marca procedencia	Composición	Forma de aplicación según fabricante
Cemento de resina para carillas	Permashade Número de lote J100	Ultradent Products, Inc. Utah, USA	Cemento de resina: monómero metacrilato, ácidos monómeros funcionales y relleno.	Coloque una delgada capa de cemento solo en la superficie interna de la carilla, asiente con cuidado con presión suave sobre el diente y fotocure por 2 segundos. Retire los excesos de cemento de los márgenes y fotocure por de 1 a 3 minutos (Ultradent, 2015).
Ácido fluorhídrico	Ácido fluorhídrico al 9% Número de	Ultradent Products, Inc. Utah, USA	Ácido fluorhídrico: hidrógeno fluoruro y agua al 9%	Limpiar la superficie de porcelana que va a ser grabada.

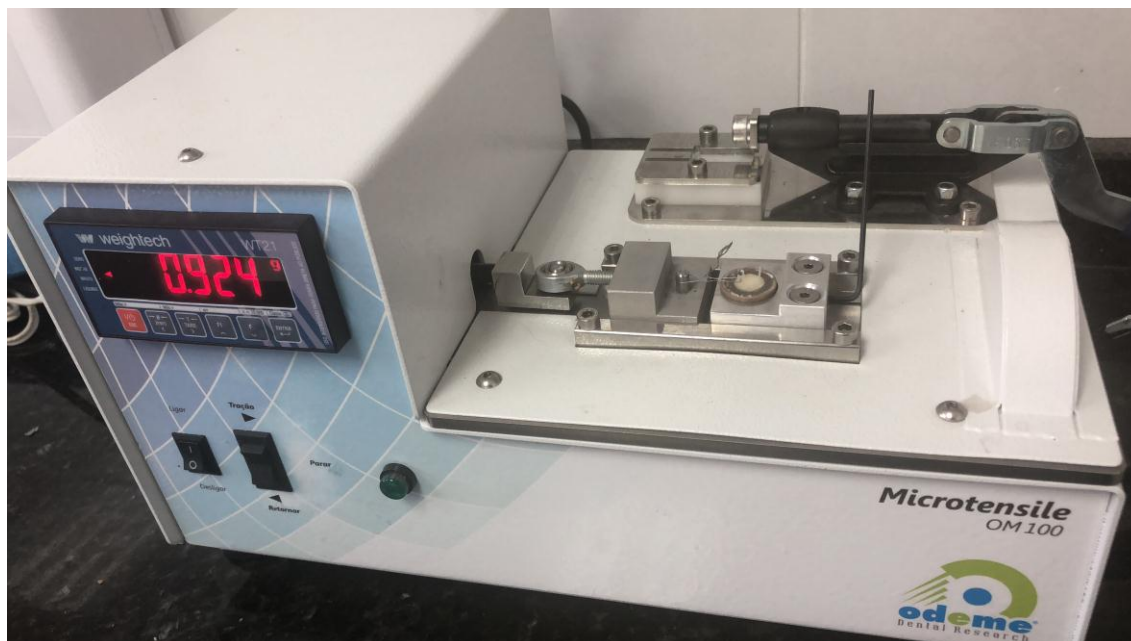
	lote BP9H8			Colocar la restauración sobre una gasa y aplicar el ácido fluorhídrico en la superficie de la porcelana por 90 segundos minutos, enjuagar la superficie con el spray de agua (Ultradent, 2015).
Silano	Silano Número de lote BF4JR	Ultradent Products, Inc. Utah, USA	Silano	Colocar y frote el silano sobre la superficie seca de la porcelana, y deje evaporar por 60 segundos (Ultradent, 2015).

<p>Cerámica feldespática</p>	<p>Compact Ceramic System</p> <p>Número de lote AG189</p>	<p>Dentaurum Ispringen, Alemania.</p>	<p>Feldespato (Aluminio Silicato de Potasio, Aluminio Silicato de Sodio), cuarzo, caolin</p>	<p>Mezclar polvo líquido en agua destilada, la pasta formada se coloca en una cofia para ser sinterizada en un horno entre 900 a 1000 grados (Dentaurum, 2015).</p>
<p>Óxido de aluminio</p>	<p>Blasting medium</p> <p>Lote 459781 A</p>	<p>Dentaurum Ispringen, Alemania</p>	<p>Óxido de aluminio 99.6% 88-125 um</p>	<p>Colocar el chorro sobre toda la superficie de la cerámica.</p>

Anexo 2. Horno para cerámicas



Anexo 3. Máquina Odeme.



Anexo 4. Prueba de microcizallamiento 2.

