

Universidad de Costa Rica
Facultad de Odontología
Programa Macro de Investigación



Seminario de Graduación

Caracterización morfológica del disilicato de litio tratado con agentes grabadores y su correlación con resistencia adhesiva a cemento de resina

Investigador Principal:

Dra. Tatiana Vargas Koudriavtsev.

Colaboradores Asociados:

Dra. Marcela Hernández Jiménez.

Sustentantes del Seminario de Graduación:

No.Carné

José Andrés Alvarado Padilla

B00306

Sabrina Hernández Sandoval

A73185

Fabiana Sibaja Conejo

B36649

Gustavo Ulloa Hernández

B06394

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Brenes
San José, Costa Rica.

2019.

HOJA DE APROBACIÓN MEMORIA
SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Nombre del proyecto:

Caracterización morfológica del disilicato de litio tratado con agentes grabadores y su correlación con resistencia adhesiva a cemento de resina

Sustentantes Fecha: martes 10 de diciembre de 2019

Nombre:	Carné	Firma
<u>José Andrés Alvarado Padilla</u>	<u>B00306</u>	<u>Jose Andrés Alvarado</u>
<u>Sabrina Hernández Sandoval</u>	<u>A73185</u>	<u>Sabrina Hernández Sandoval</u>
<u>Fabiana Sibaja Conejo</u>	<u>B36649</u>	<u>Fabiana Sibaja Conejo</u>
<u>Gustavo Ulloa Hernández</u>	<u>B06394</u>	<u>Gustavo Ulloa Hernández</u>

Miembros del Tribunal

Nombre:	Firma:
<u>Karel Ramírez Chan</u>	<u>Karel Ramírez Chan</u>
<u>Tatiana Vargas Knudsen</u>	<u>Tatiana Vargas Knudsen</u>
<u>Guillermo Knudsen</u>	<u>Guillermo Knudsen</u>
<u>Mauricio Montero Aguilar</u>	<u>Mauricio Montero Aguilar</u>
<u>Carlos E. Fillo</u>	<u>Carlos E. Fillo</u>
_____	_____

Dedicatoria

A todas y cada una de las personas que fueron parte de nuestra carrera universitaria, formándonos no solo como excelentes clínicos sino también como mejores seres humanos.

Reconocimientos

A Dios:

Por permitirnos llegar hasta este punto en la carrera profesional, darnos la fortaleza para lograr nuestros objetivos y siempre brindarnos su infinita bondad y amor.

A nuestros familiares:

Por ser pilares durante nuestra carrera profesional, siempre brindarnos su apoyo y comprensión durante estos años de estudio.

A la doctora Tatiana Vargas:

Por su apoyo, guía y paciencia en la elaboración de este proyecto macro de investigación.

CICIMA:

A la Dra. Marcela Hernández por colaborarnos con el equipo y las mediciones para realizar las pruebas de perfilometría.

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

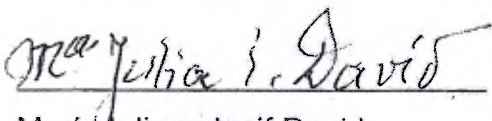
San José, 26 de noviembre 2019

Señores,

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Estimados señores,

Sirva la presente para saludarles y confirmar que en mi calidad de Licenciada en Filología he realizado la revisión de la ortografía, estilo y presentación del proyecto final de graduación **Caracterización morfológica del disilicato de litio tratado con agentes grabadores y su correlación con resistencia adhesiva a cemento de resina** elaborado por José Andrés Alvarado Padilla, Sabrina Hernández Sandoval, Fabiana Sibaja Conejo y Gustavo Ulloa Hernández para optar por el grado académico de Licenciatura en Odontología y puedo dar fe del correcto español que contiene.



María Juliana Iosif David

Cédula 8-082-278

Carné 2208

Tabla de contenido

Dedicatoria	iii
Reconocimientos	iv
Hoja de revisión por el Filólogo	v
Fe de Erratas	viii
Lista de Tablas	ix
Lista de Ilustraciones	x
Abreviaturas	xi
Resumen	xii
Capítulo I. Parte introductoria	1
Antecedentes	1
Justificación	2
Problema	3
Objetivos	3
Objetivo general.	3
Objetivos específicos.	3
Capítulo II. Marco teórico	5
Las Cerámicas	5
Clasificación de las Cerámicas.	5
Cerámicas de matriz vítrea	6
Feldespáticas	6
Sintéticas	7
Naturaleza y Composición del Disilicato de Litio.	7
Procesamiento de Laboratorio del Disilicato de Litio.	8
Efectos de agentes aplicados al Disilicato de Litio	10
Arenado:	10
Ácido:	11
Silano:	14
Adhesivo	16
Capítulo III. Métodos del trabajo	19
Procedimiento	19
Preparación de las muestras	22

Grabado de las muestras.	23
Protocolo convencional de grabado con ácido fluorhídrico.	23
Protocolo de grabado con MEP (Monobond Etch & Prime de Ivoclar Vivadent).....	25
Perfilometría.....	26
Confección de los cilindros de acrílico para pruebas de cizalla.....	28
Grupo A. Protocolo convencional (ácido fluorhídrico).	30
Grupo B. Protocolo con MEP (Monobond Etch & Prime de Ivoclar Vivadent).....	31
Colocación del cemento en las muestras.....	31
Análisis estadístico.	32
Capítulo IV. Desarrollo	33
Resultados.	33
Correlación con pruebas de cizalla.....	36
Discusión.....	38
Conclusiones.	50
Capítulo V. Parte Final	51
Bibliografía	59

Fe de Erratas

Lista de Tablas

Tabla 1. Materiales utilizados	19
Tabla 2. Promedios y desviación estándar (DS) de las rugosidades promedio medidas antes y después del tratamiento de superficie.	33
Tabla 3. Análisis de varianza (ANOVA).....	34
Tabla 4. Resultados de la prueba de cizalla de ambos grupos experimentales (MPa).	37
Tabla 5. Análisis de regresión lineal de cizalla (ANOVA b)	37

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Pulido digito-manual de muestra en lámina de disilicato de litio.	23
Ilustración 2. IPS Ceramic etching gel, Ivoclar Vivadent	24
Ilustración 3. Grabado de las muestras con ácido fluorhídrico	24
Ilustración 4. Lavado profuso de muestras	24
Ilustración 5. Ivoclean, Ivoclar Vivadent.....	24
Ilustración 6. Aplicación del Ivoclean con microbrush.	25
Ilustración 7. Baño ultrasónico de las muestras.	25
Ilustración 8. Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent	26
Ilustración 9. Aplicación del MEP con microbrush.....	26
Ilustración 10. Muestras de disilicato de litio en portaobjetos.	27
Ilustración 11. Perfilómetro en mesa neumática y con muestra	27
Ilustración 12. Parámetros de perfilometría	28
Ilustración 13. Anillo y base para confección de cilindros de acrílico.....	29
Ilustración 14. Cilindro de acrílico con muestra de disilicato infundida.	30
Ilustración 15. Base para confección de cilindros de cemento	31
Ilustración 16. Escaneo inicial de muestras post-pulido inicial	33
Ilustración 17. Pre tratamiento de grupo A.....	35
Ilustración 18. Post tratamiento de grupo A.	35
Ilustración 19. Pre tratamiento de grupo B.....	36
Ilustración 20. Post tratamiento de grupo B.	36

Abreviaturas

AFM: Microscopio de fuerza atómica

HF: Ácido Fluorhídrico

MEP: Monobond Etch and Prime

MPTS: γ -methacryloxypropyltrimethoxysilano

Resumen

Introducción. En la presente investigación se realizarán pruebas de perfilometría y cizalla, dos protocolos de acondicionamiento de superficie de la cerámica vítrea disilicato de litio: protocolo de grabado ácido y silanización y el protocolo de aplicación de Monobond Etch & Prime.

Metodología. Se seleccionaron 20 láminas de disilicato de litio, se les aplicó un protocolo de pulido con 3 diferentes granos (600, 1500 y 2000), se realizó la perfilometría después del protocolo de pulido, se dividieron los especímenes en 2 grupos de 10 cada uno, donde al grupo A se le aplicó el protocolo convencional de grabado con ácido fluorhídrico 5%, seguido de ivoclean y al grupo B se le aplicó el MEP y se volvió a realizar perfilometría para el análisis de rugosidad superficial. Seguido de eso se confecciono 1 cilindro de cemento Multilink N (Ivoclar vivadent), cada uno de 2,5 mm de diámetro, estos cilindros fueron probados en la máquina de prueba universal para medir la resistencia adhesiva de cizalla lograda en cada una.

Resultados y conclusiones. En las pruebas de perfilometría se obtuvo un promedio de rugosidad de los especímenes antes del tratamiento de superficie de 30.62 ± 6.72 nm para el grupo A y de 30.03 ± 4.3 nm para el grupo B, después del tratamiento de superficie la rugosidad del grupo A fue de 52.12 ± 9.67 nm y para el grupo B de 30.21 ± 8.07 nm. En las pruebas de cizalla no se encontró correlación entre el grado de rugosidad promedio y la resistencia a la cizalla.

Capítulo I. Parte introductoria

Antecedentes

Hoy en día el tema de la adhesión de los distintos materiales restaurativos con la estructura dentaria se encuentra en boga, la comunidad científica investiga constantemente cómo mejorar los protocolos de cementación, no solo en términos de la resistencia de adhesión a largo plazo sino también la cantidad de pasos necesarios para observar la restauración cementada, iniciando por el tratamiento de la superficie del material cerámico. A diferencia del reciente lanzamiento (2015) del MonobondEtch and Prime (un agente acondicionador de cerámica con la capacidad de grabar y silanizar en un solo paso), la utilización de cerámicas en odontología data del siglo XVIII y surge en las manos del boticario francés Alexis Duchâteau como respuesta a una necesidad particular, la de mejorar las características estéticas de las piezas dentales en prótesis totales. (1) Posteriormente, a inicios del siglo XX, Charles Land desarrolla incrustaciones de tipo inlay-onlay y coronas utilizando por primera vez porcelanas cocinadas y desde entonces las cerámicas dentales han visto modificados aspectos como sus procesos de manufactura, composición química, propiedades estéticas e indicaciones, esto debido a que desde un inicio se obtuvieron buenos resultados de biocompatibilidad y estética pero la debilidad del material al aplicarse fuerzas de tracción o cizalla requirió el desarrollo de materiales cerámicos con mayor resistencia y durabilidad, sobre todo cuando era necesario aumentar el grosor de la restauración o cuando el sustrato era primordialmente dentina. (1) A partir de este punto, se desarrollaron materiales como el disilicato de litio, que gracias a sus características estéticas y estructurales, se ha convertido en uno de

los materiales a elegir; inclusive, a pesar de que no han demostrado tener un impacto real por sí solas en el tratamiento del disilicato de litio para mejorar su adhesión, hoy en día se investiga la implementación de técnicas láser, por ejemplo de dióxido de carbono, sobre la superficie interna de la restauración, cuando es necesaria retención extra (2); de tal manera que resulta importante conocer cuál protocolo de cementación optimiza su vida útil mediante la acertada escogencia de materiales como acondicionadores de superficie, agentes de unión, adhesivos y cementos.

Justificación.

Actualmente hay una extensa variedad de elementos pretratantes para la superficie del disilicato de litio que hacen posible una correcta, efectiva y predecible adhesión del mismo. En este estudio se busca evaluar y caracterizar dichos agentes para así tener un criterio sólido y poder compararlos para determinar los más efectivos. El motivo de esta investigación radica en que hay mucha contradicción en la literatura asociada al tema, además de que los estudios independientes con respecto al MEP son escasos. Se pretende aportar evidencia para disipar las contradicciones encontradas. Por esta razón es importante ampliar y profundizar en el tema del tratamiento de superficie, la rugosidad superficial obtenida y su efecto en la calidad de la adhesión lograda.

Planteamiento de problema

¿Es significativa la diferencia en la rugosidad de la superficie cerámica del disilicato de litio tras la aplicación de diferentes agentes grabadores y se correlaciona con la resistencia a la adhesión?

Problema

El disilicato de litio es una cerámica vítrea que se usa extensamente en el área de rehabilitación y protodoncia. La eficacia de los tratamientos restaurativos fijos en odontología depende fuertemente de la adhesión; por lo que es de suma importancia optimizar y maximizar la duración y fortaleza de la relación sustrato-cerámica. Con la gran variedad de cementos y adhesivos que proporcionan las casas comerciales, los protocolos de acondicionamiento para dicho material se han estandarizado con el objetivo de maximizar la fuerza de adhesión.

Hay actualmente una gran variedad de estudios sobre el empleo de diferentes pretratamientos para el disilicato de litio. Esto ocasiona que los resultados en comparación no sean concluyentes.

Objetivos.

Objetivo general.

Evaluar las propiedades adhesivas y de superficie en el disilicato de litio tras la aplicación de distintos protocolos de acondicionamiento sobre la superficie cerámica.

Objetivos específicos.

- I. Cuantificar la rugosidad superficial producida por medio del protocolo convencional de grabado con ácido fluorhídrico 5% y con el MEP utilizando un análisis perfilométrico.

- II. Cuantificar la resistencia adhesiva del cemento a la cerámica mediante la aplicación de fuerzas de cizallamiento después de acondicionar la superficie con ácido fluorhídrico 5% + silanos y con MEP
- III. Correlacionar la rugosidad resultante de los diferentes protocolos de grabado con la resistencia adhesiva en cizalla.

Capítulo II. Marco teórico

Las Cerámicas.

Las cerámicas son descritas como compuestos sólidos inorgánicos no metálicos, que se crean por medio de un alto aumento de su temperatura seguido de una disminución de la misma. Esta disminución de temperatura involucra, entre otros elementos, los nitruros y los carburos. Estos materiales cerámicos pueden poseer una composición ya sea cristalina o parcialmente cristalina. La forma de la cerámica tiene mucha influencia en su comportamiento mecánico y clínico. (1)

Las cerámicas han sido un elemento pilar de la odontología estética y restauradora por más de 100 años. Originalmente se encuentran en la naturaleza en una forma denominada “feldespática” que se utilizaba primordialmente para la restauración de dientes anteriores (coronas, piezas protésicas y coberturas parciales). Desde que se dio la introducción de las porcelanas aluminicas en la década de 1960 – 1970 por parte de John McLean, se ha dado una continua mejora en resistencia física, estética y métodos de fabricación, los mismos permiten a los operadores elegir entre una amplia gama de opciones, cuál se ajusta a su criterio y a los casos que manejan. (3)

Clasificación de las cerámicas.

Es importante un sistema de clasificación de los materiales cerámicos ya que esto nos permite desarrollar tanto habilidades básicas para su estudio y comunicación, como capacidades más avanzadas en el conocimiento aplicado en el ámbito clínico. Los

materiales cerámicos poseen varios criterios de clasificación, dentro de los que se pueden mencionar: métodos de procesado, composición química, translucidez, indicaciones clínicas, capacidad de modificación de superficie (grabado), entre otras. (3)

De manera meramente introductoria se utilizará un sistema de clasificación basado en la composición que divide los materiales cerámicos restauradores en tres familias:

- Cerámica con una matriz de vidrio (vítrea)
- Cerámica que no posee fase vítrea (cerámicas policristalinas).
- Cerámica con una matriz orgánica (resinosa) (3)

Cerámicas de matriz vítrea.

Son cerámicas que poseen una fase de vidrio, no metálicas e inorgánicas. Se encuentran tres subtipos de acuerdo a esta “familia”:

- Feldespáticas.
- Sintéticas.
- Infiltradas con vidrio.

Feldespáticas.

Se hablará levemente de las cerámicas feldespáticas como una pequeña introducción a esta clasificación de vitrocerámicas.

Se caracterizan por ser los primeros materiales de porcelana utilizados en odontología.

Este grupo tradicional de cerámicas está compuesto por tres elementos estructurales: cuarzo (sílice), caolín (aluminosilicato hidratado) y feldespato natural (aluminosilicatos formados por la mezcla de potasio y sodio). (3)

Con el pasar del tiempo, dicha composición sufrió modificaciones que la llevaron a ser las cerámicas feldespáticas que se conocen actualmente (poca cantidad de caolín y partículas dispersas de cuarzo). Estos elementos le proporcionan las siguientes propiedades:

- **Caolín:** propicia plasticidad y simplifica el manejo cuando no se ha dado la cocción de la cerámica.
- **Cuarzo:** constituye la fase cristalina.
- **Feldespato:** responsable de la translucidez de la porcelana. (4)

Sintéticas.

Las cerámicas sintéticas se pueden clasificar en otros tres subtipos según su composición:

- Disilicato de litio y derivados.
- A base de flúor apatita.
- A base de leucita.

La fase vítrea que posee este tipo de cerámicas les permite usar la leucita en combinación con los cristales de apatita, dando una resistencia mayor. (4)

Naturaleza y composición del disilicato de litio.

Las cerámicas se consideran materiales de naturaleza inorgánica formados mayoritariamente por elementos no metálicos que se obtienen por la acción del calor y cuya estructura final es cristalina.

El disilicato de litio es una vitrocerámica, lo que indica que las partículas cristalizadas de naturaleza mineral se encuentran infundidas en una fase o matriz vítrea. Característica

importante a tener en cuenta es que la fase cristalina de esta cerámica le proporciona resistencia a la misma mientras que la fase vítrea le otorga la estética. (4)

El sistema de esta vitrocerámica está compuesto de sílice, óxido de litio, óxido de potasio, pentóxido de fósforo, alúmina y dióxido de zirconio ($\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O-K}_2\text{O-ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$) (3).

Procesamiento de laboratorio del disilicato de litio.

Las cerámicas vítreas son sumamente útiles en la fabricación de restauraciones dentales tanto de una, como múltiples unidades. El procesamiento implica el prensado en caliente del disilicato para formar bloques de cobertura refractaria por medio de la técnica de cera perdida. Las cerámicas vítreas tienen buena capacidad de prensado en calor por equipos especializados, en otras palabras, la habilidad de ser transformados en artículos dentales por medio de dichas maquinarias.

En uno de los procesos destinados a formar dichas cerámicas se siguen varios pasos:

1. Las composiciones se funden preferiblemente en un rango de 1300 a 1400 °C (aproximadamente de 1200 a 1600°C se produce su fundición) por un tiempo aproximado de 4 horas.
2. Luego se enfría ya sea por medio de agua, de rodillo, fundido en moldes de acero o de forma alternativa enfriado hasta su temperatura de cristalización.
3. Posteriormente al vidrio producido se le aplican termociclados entre 400 y 1100°C ya sea en uno o dos pasos (preferiblemente dos) para así formar la vitrocerámica. Este tratamiento con calor cuya finalidad es la cristalización puede comprender un paso de nucleación y un paso en el que se da un crecimiento de cristales.

- i. Dependiendo de la composición de la vitrocerámica, la primera etapa de nucleación puede realizarse en un tiempo de aproximadamente media hora a 4. Durante este tiempo. La temperatura aplicada está en un rango de 450 a 700°C.
 - ii. La segunda etapa de crecimiento de los cristales toma un tiempo de entre media hora a 2 días. La temperatura aplicada idealmente debería estar entre 830 y 930°C (se da entre 800 y 1000 °C).
 - iii. Preferiblemente el tratamiento térmico comprende aproximadamente un remojo a 645°C por una hora seguido de otro remojo a 850°C por 4 horas.
4. Las cerámicas vítreas resultantes son luego pulverizadas y se utilizan para formar pellets y/o unidades vírgenes con formas, tamaños y estructuras que se deseen.
 - i. Aditivos pueden ser mezclados con el polvo antes de formar dichos pellets o unidades vírgenes.
5. Estas unidades y pellets pueden ser prensados para formar restauraciones dentales.
 - i. Se someten a una deformación viscosa en un rango de temperatura entre 800 y 1200°C.
 - ii. La temperatura ideal sería menos de 930 °C pero más de 850 °C
 - iii. Realizar al vacío.
 - iv. Aplicar una presión preferible de entre 0.2 y 0.6 MPa para obtener dicha restauración dental.
6. Además, es posible que dichas unidades y pellets pueden ser maquinadas para la realización de una restauración dental de una geometría deseada.

7. De manera alternativa, en lugar de formar pellets y unidades vírgenes, el polvo (con o sin aditivos), es utilizado para formar restauraciones dentales ya sea por la técnica de lámina de platino o la técnica de tinción refractaria. (5)

Efectos de agentes aplicados al disilicato de litio.

Existen diferentes elementos que proporcionan acondicionamiento a la superficie del disilicato de litio. Entre estos se puede mencionar el grabado con ácido fluorhídrico, los adhesivos de autograbado, arenado, etc. En una gran variedad de artículos investigativos (Uwalaka et al, Ramakrishnaiah et al, Prochnow et al, Barreto et al y Murillo- Gomez et al) se comparan estos acondicionadores para determinar cuál de ellos generan la rugosidad superficial necesaria para obtener una óptima adhesión a la cerámica.

Arenado

El intaglio de la restauración se puede arenar para ganar retención micromecánica, lo que puede mejorar la micro rugosidad. En el artículo de Uwalaka, después del protocolo recomendado por el fabricante para el arenado (partículas de 100 μm de Al_2O_3 , presión de 2 bar y con una distancia de 10 mm entre la boquilla del arenador y el espécimen), la perfilometría de la superficie produjo un valor de rugosidad superficial (Ra) de 5,7 μm . Dicha Ra fue consistente en ambos ejes X e Y, lo que ilustra que los tamaños de las fallas en el IPS e.max fueron uniformemente repartidos. El proceso de arenado crea una retención micromecánica para la unión, a costas de que reduce la resistencia a la flexión en muestras de cerámica vítrea de disilicato de litio. En este artículo, el aumento de la tasa de erosión y la rugosidad de la superficie posterior pueden estar relacionadas al cuadrado del diámetro de grano, ya que fueron utilizadas partículas de 100 μm de Al_2O_3

(presión de 150 KPa). Sin embargo, el daño de la superficie después del arenado es multifactorial y está determinado por la velocidad de impacto, dureza, el ángulo de impacto y la morfología del material con el que se arenan las muestras, así como las propiedades físicas del sustrato de la vitrocerámica. (6)

Ácido

El grabado de la superficie antes de la cementación es un paso imprescindible para mejorar el rendimiento de las restauraciones. El grabado altera la topografía de la superficie, mediante la creación de porosidades a micro y nano- escala de profundidad y anchura variable. La topografía alterada resultante aumenta el área de superficie para la unión micromecánica con compuestos de resina. (7)

El ácido fluorhídrico reacciona con la matriz de vidrio, que contiene sílice y forma hexafluorosilicatos, esta matriz vítrea se graba y se revela la microestructura cristalina, produciendo que la rugosidad de superficie cerámica aumente, beneficiando la retención micromecánica de los cementos de resina.

La superficie grabada ayuda a aumentar la energía de la superficie antes de la aplicación del agente de silano. (8) Sin embargo, de acuerdo con Yavuz y Eraslan, a pesar de sus funciones, el paso del grabado con HF no es indispensable y puede ser removido del protocolo de cementado de cerámicas por los siguientes motivos: (9)

- Es altamente tóxico y puede provocar daño tisular
- Genera subproductos insolubles (sales de fluoruro de sílice) en la superficie cerámica que pueden alterar la difusión del cemento.

-No es compatible con algunas de las cerámicas más recientes con estructuras altamente cristalinas.

En el estudio de Ramakrishnaiah et al. se estudia el efecto del ácido fluorhídrico al 5% a diferentes tiempos, se evaluaron 75 especímenes y se asignaron a los diferentes grupos de estudio: grupo control (sin grabado), ácido fluorhídrico al 5% por 20s, ácido fluorhídrico al 5% por 40s, ácido fluorhídrico al 5% por 80s y por último un grupo de ácido fluorhídrico al 5% por 160s.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que a mayor tiempo de grabado mayor rugosidad se obtiene. Con un grabado de 20s se observa predominantemente una fase vítrea y pequeños poros aislados con bordes cerrados e irregulares. A 40 s se observa una fase vítrea más débil, por lo que se observan poros más grandes, que parecen surcos alargados. A 80s y 160s se observan cristales orientados irregularmente y huecos como rasguños debido a una pérdida extensa de la fase vítrea y áreas con extracción de grano. (7)

En el estudio de Prochnow et al. se evaluó el efecto del grabado con ácido fluorhídrico a diferentes concentraciones, se evaluaron 115 especímenes, que se dividieron en los diferentes grupos de estudio: grupo control (sin grabado), ácido fluorhídrico al 1% por 20s, ácido fluorhídrico al 3% por 20s, ácido fluorhídrico al 5% por 20s y un grupo de ácido fluorhídrico al 10% por 20s.

Los resultados obtenidos indican que no hay cambios significativos en la rugosidad a diferentes concentraciones de ácido fluorhídrico. (8)

Murillo, Palma y De Goes evaluaron 60 bloques de disilicato de litio (IPS e.max CAD - Ivoclar Vivadent) cristalizados de acuerdo a la instrucción del fabricante, pulidos y limpiados por medio de ultrasonido en agua. Estos bloques se dividieron en 5 grupos de 10 variables para analizar rugosidad y profundidad de grabado. Cada grupo de 10 variables fueron grabados siguiendo diferentes protocolos de acuerdo al respectivo fabricante y en una sola cara. (10)

Los grupos se dividieron de acuerdo a los siguientes protocolos: grupo control (sin grabado), ácido fluorhídrico al 5% por 20 secs (HF5%20s), ácido fluorhídrico al 5% por 60 secs (HF5%60s), ácido fluorhídrico al 10% por 20 secs (HF10%20s) y el grupo final de ácido fluorhídrico al 10% por 60 secs (HF10%60s) .

Los resultados de la evaluación de rugosidad y perfilometría óptica en 3d de este estudio indicaron que la mayor rugosidad fue producida por los 2 tratamientos con HF 10% mientras que el HF5%20s no mostraron mayor diferencia estadística con respecto al grupo control. (10)

Por otro lado, las imágenes de perfilometría óptica en 3D revelaron que una alteración más agresiva de la morfología superficial fue producida por los dos grupos de HF10% y el de HF5%60s.

En cuanto a profundidad de grabado los resultados indicaron que todos los otros grupos presentaron diferencias estadísticas entre ellos, siendo HF10%60s el que produjo mayor profundidad de grabado (75.7 μm). (10Error! Reference source not found.)

Zogheib et al. busca relacionar el tiempo de grabado del HF a una concentración de 4.9%, con la calidad de las microretenciones generadas y la resistencia flexural final de

la muestra de disilicato de litio. Para ello se evaluaron 75 muestras, que fueron divididas en: grupo A (control) y los grupos del B al D se grabaron con periodos de tiempo de 20s, 60s, 90s y 180s respectivamente. Para su evaluación se utilizó microscopía electrónica de barrido y una prueba de resistencia a flexión que utiliza tres puntos de fuerza. (11)

Los resultados del estudio muestran que el grupo con mayor microretenciones superficiales es el grupo E grabado durante 180s con HF al 4.9%. Además, demuestran que al incrementar el tiempo de grabado la resistencia flexural final de la muestra disminuye, es decir, un exceso en el tiempo de grabado con HF puede debilitar la estructura y aumentar el riesgo de fractura del producto de disilicato de litio usado. (11)

Silano

Ha sido ampliamente investigado cómo la utilización de un protocolo de grabado ácido sobre la superficie cerámica y la subsecuente aplicación de silano como agente de unión incrementan la fuerza de adhesión tras el cementado de una restauración. El grabado de la superficie con HF, cuya función principal es crear microcavidades en la superficie de la matriz cerámica, seguido de la colocación del silano mejoran la humectabilidad, es decir aumentan la capacidad del cemento resinoso (líquido) de mantenerse en contacto con la superficie sólida de la cerámica, además, forma enlaces covalentes entre ellos, en otras palabras, el silano (formando siloxano) establece la adhesión de la fase orgánica del adhesivo con la fase inorgánica de la cerámica. (7, 9)

Los silanos consisten en compuestos orgánicos, que contienen uno o más átomos de silicón, en odontología el más común es el γ -methacryloxypropyltrimethoxysilano (MPTS). Es una molécula con un grupo órgano funcional que contiene metilmetalacrilato

que copolimeriza con cementos de resina e hidroliza con grupos alcoxy que reaccionan con Si-OH en la superficie de la cerámica. El grupo alcoxy primero se activa vía hidrolisis ($\text{SiOR} \rightarrow \text{SiOH}$) para poder reaccionar con cerámicas. El grupo silanol sufre una reacción de condensación con hidrolisis presente en la cerámica liberando agua como subproducto. MPTS también reacciona para formar enlaces de siloxano por condensación horizontal, dando una capa tridimensional de reticulado. (12)

Los silanos son monómeros de tri-alcoxisilano inorgánico-orgánico-funcional híbridos que por medio de sus agentes de acoplamiento promueven la adhesión y forman un enlace químico con las superficies orgánicas e inorgánicas, aumentando así la humectabilidad de las superficies cerámicas y las características de flujo de las resinas de baja viscosidad (13). Tienen grupos no hidrolizables e hidrolizables, que los hace químicamente bifuncionales.

Cuando los silanos reactivos se aplican sobre la superficie cerámica grabada, reaccionan con agua y forman una red de siloxano donde los grupos alcoxi hidrolizables reaccionan con los grupos hidroxilo expuestos, esto está directamente asociado a un aumento de la retención micromecánica (9), y los grupos orgánicos no hidrolizables se polimerizan con cemento compuesto de resina. (7, 9)

Asimismo, ha sido demostrado que mejorar la reacción de condensación del silano impacta de manera positiva la adhesión del cemento resinoso con la cerámica; debido a esto, con el fin de optimizar la efectividad y estabilización de dicha reacción, se puede aplicar un tratamiento con calor entre la interface silano/cerámica ya que mejora el desempeño del silano eliminando alcohol, agua y otros subproductos en la superficie cerámica. (9)

Adhesivo.

En cuanto a las cerámicas, se debe tomar en cuenta que la adhesión con el sustrato dental se obtiene mediante cuatro factores principales: (15)

- El grabado del intaglio de la restauración,
- Acondicionamiento del sustrato dental,
- Cemento resinoso que fungirá de interfase entre la porcelana y la superficie dental,
- Un agente de unión entre el disilicato y el cemento resinoso

El fracaso adhesivo en las restauraciones de porcelana se debe principalmente a fallas en la interfase cemento-cerámica, por esto resulta importante estudiar aquellos tratamientos que mejoren los protocolos de cementado. Anteriormente se mencionó que la superficie de la porcelana debe ser tratada con agentes ácidos con el objetivo de mejorar la retención micromecánica a raíz de un aumento en el área superficial, esto resulta, consecuentemente, en un aumento en la resistencia de la unión al cemento de resina del diente y la restauración. (15)

En cuanto al disilicato de litio, es ampliamente conocido que el ácido fluorhídrico tiene una afinidad particular para reaccionar con la sílice y formar hexafluorosilicatos, molécula química altamente estable, a diferencia de la poca interacción con compuestos a base de óxido de aluminio o zirconio. No obstante, la utilización de HF tiene algunas desventajas, entre ellas (16):

- Es un químico altamente tóxico que al difundir entre las células produce necrosis, la misma puede presentarse inmediatamente o incluso días después de entrar en contacto con los tejidos,
- Está vinculado con la formación de sales de fluoruro de sílice que pueden precipitar sobre la superficie de la cerámica impidiendo así la difusión del cemento. La presencia de estas sales se encuentra asociada a la concentración y tiempo de aplicación del ácido.

El Monobond Etch & Prime (MEP) Ivoclar Vivadent© se caracteriza por incluir el agente de unión (silano) y el ácido en una sola botella. Murillo, Palma y De Goes en su artículo “Effect of acid etching on tridimensional microstructure of etchable CAD/CAM materials” evaluaron un sexto grupo de 10 muestras con Monobond etch&prime (MEP). Dicho agente se aplicó de acuerdo al protocolo establecido por el fabricante.

Los resultados de perfilometría óptica en 3d y de rugosidad no mostraron mayor diferencia estadística con respecto al grupo control. La media de rugosidad (S_a) del grupo control fue de $0.35\mu\text{m}$ mientras que la del MEP fue de $0.38\mu\text{m}$. (10).

De igual forma los resultados de profundidad de grabado indicaron que el MEP y el grupo control no mostraron diferencia estadística entre ellos, teniendo respectivamente valores de $6.1\mu\text{m}$ y $6.4\mu\text{m}$ en dicha categoría. (10)

Asimismo, Murillo-Gómez y De Goes en el artículo “Bonding effectiveness of tooth-colored materials to resin cement provided by self-etching silane primer after short- and long-term storage.” utilizaron 30 muestras de disilicato de litio, que fueron distribuidas en 3 grupos: un grupo de control sin tratamiento de superficie y dos grupos a los que se les

aplicó HF (5%) y MEP respectivamente, ambos utilizando los protocolos que recomienda el fabricante. Posteriormente realizaron el análisis de la rugosidad de las superficies (S_a) mediante perfilometría láser 3D. Los resultados en μm fueron los siguientes: Control 0.34 ± 0.07 , HF 0.39 ± 0.05 , MEP 0.37 ± 0.06 . De ellos se infiere que el HF mostró valores de rugosidad estadísticamente mayores que el grupo control y el MEP, las muestras tratadas con este último presentaron una superficie más rugosa en comparación con el control, sin embargo, presentó un patrón de rugosidades más liso que el HF. (14)

Capítulo III. Métodos de trabajo

Procedimiento.

Los materiales utilizados en esta investigación se describen brevemente como referencia en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1. Materiales utilizados

Material.	Composición.	Aplicación según fabricante.
IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	< 5% ácido fluorhídrico	<ol style="list-style-type: none">1. Aplicar el gel de grabado IPS Ceramic con una espátula de plástico, un pincel desechable o bien unas puntas de aplicación, igualmente de plástico, sobre las superficies a grabar.2. Dejar actuar el gel de grabado IPS Ceramic en función del tipo de cerámica a grabar.<ul style="list-style-type: none">– IPS e.max Press 20seg– IPS e.max CAD 20seg3. Eliminar a continuación, bajo agua corriente, el gel de grabado IPS Ceramic de la restauración en un vaso de polietileno (aprox. 250 ml).
Ivoclean, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	Dispersión de partículas de óxido de metal en agua.	Agitar el frasco antes de usar. <ul style="list-style-type: none">- Tras la prueba lavar cuidadosamente con agua pulverizada la restauración y secar con aire libre de aceite.

		<ul style="list-style-type: none"> - cubrir la superficie de adhesión de la restauración con una capa de Ivoclean utilizando un micro cepillo o un cepillo no abrasivo. - Dejar que actúe la acción limpiadora durante 20 segundos y después limpiar cuidadosamente con agua pulverizada y secar con aire libre de aceite.
Monobond N, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	Solución alcohólica de metacrilato de silano, metacrilato de ácido fosfórico y sulfuro metacrilato	<p>Luego del grado ácido y limpieza de la restauración se procede al siguiente protocolo</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar una fina capa de Monobond N con pincel o Microbrush sobre las superficies pre-tratadas. 2. Dejar al material reaccionar durante 60 segundos. <p>A continuación, dispersar cualquier exceso remanente con una fuerte corriente de aire.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Aplicar el cemento resinoso.
Multilink N, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	La matriz de monómero está compuesta por dimetacrilato y HEMA. Los rellenos inorgánicos son vidrio de bario, trifluoruro de iterbio y óxidos mixtos esferoidales.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mezcla de Multilink N Primer A y Multilink N Primer B. Se mezclan los dos líquidos Multilink N Primer A y B en una proporción de 1/1, se debe aplicar en un tiempo límite de 10 minutos.

	<p>El tamaño de la partícula es de 0,25-3,0 μm. El tamaño medio de partícula mide 0,9 μm. El volumen total de rellenos inorgánicos es de aproximadamente el 40%.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Aplicación de Multilink N Primer A/B mezclados a esmalte y dentina utilizando un micropincel, comenzando por el esmalte y frotándolo con una ligera presión durante 30 segundos. 3. Dispersar el exceso con un fuerte chorro de aire hasta que no se vea líquido en movimiento. <p>Debido a que el Primer es exclusivamente autopolimerizable, no es necesaria la fotopolimerización.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Fotopolimerización del exceso de cemento y subsiguiente eliminación: 1s por cada cuarto de superficie, a 10 mm de distancia máximo, para luego eliminar los excesos con una cuchareta y fotocurar finalmente 10s por cada cuarto de superficie.
<p>Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein</p>	<p>Solución acuosa alcohólica de polifluoruro de amonio, silano metacrilato y colorante.</p> <p>(Componente para grabado: Polifluoruro de amonio.</p> <p>Componente para silanizar: metacrilato de silano. Solvente:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enjuagar la restauración con un spray de agua y secar con aire libre de aceite y agua. 2. Aplicar Monobond Etch & Prime en la superficie de adhesión usando un Microbrush y frotar contra la superficie durante 20 segundos usando una presión ligera. 3. Dejar actuar durante otros 40 segundos.

	alcohol y agua. Colorante de comida color verde)	4, Enjuagar vigorosamente con agua para retirar el MEP hasta que el color verde haya desaparecido. Si queda algún residuo alojado en alguna microporosidad tras el enjuagado, la restauración podrá ser limpiada con agua en un baño de ultrasonidos durante 5 minutos. 5. Secar la restauración con aire comprimido libre de agua o aceites durante 10 segundos.
IPS e.max CAD	Disilicato de litio (LS ₂)	bloques de cerámica vítrea utilizadas en rehabilitación y prostodoncia para la confección de prótesis fijas unitarias o múltiples con la tecnología CAD / CAM

Preparación de las muestras.

Bloques de disilicato de litio IPS e.max CAD de Ivoclar Vivadent se seccionaron en 24 láminas de 1 cm de alto por 1 cm de ancho por 1 mm de grosor con un disco de carborundum delgado para no fracturar los especímenes. Luego se sometieron al protocolo estandarizado de cristalización en laboratorio.

Posteriormente se sometió, en solo una de las caras de dichas muestras, a un proceso de pulido digito-manual (Ilustración 1) con lijas de agua (Wetordory de 3M) de 3 diferentes granos bajo el siguiente protocolo:

1. 20 minutos o más con lija de grano 600 para eliminar irregularidades y rayones mayores.

2. 20 minutos con lija de grano 1500 para eliminar irregularidades menos perceptibles a simple vista.
3. 20 minutos con lija de grano 2000 para eliminar irregularidades menores y para dar un acabado más fino (representado a nivel macroscópico como picos y valles menos pronunciados).



Ilustración 1. Pulido digito-manual de muestra en lámina de disilicato de litio.

Luego de que las 24 pruebas terminaron el proceso de pulido fueron llevadas al perfilómetro para su respectivo análisis de rugosidad superficial.

Grabado de las muestras.

Protocolo convencional de grabado con ácido fluorhídrico.

Para este sistema se realiza un grabado de la superficie de análisis de las muestras de disilicato de litio con ácido fluorhídrico al 5% (IPS CeramicEtching Gel (Ilustración 2) por un periodo de 20 segundos (Ilustración 3). Posterior al grabado se deben enjuagar las muestras con agua durante 20 segundos hasta eliminar cualquier remanente del ácido (Ilustración 4) y se secan con aire.



Ilustración 2. IPS Ceramicetching gel, IvoclarVivadent



Ilustración 3. Grabado de las muestras con ácido fluorhídrico

Luego se procede a aplicar Ivoclean (Ivoclar Vivadent) (Ilustración 5) en cada una de las muestras de este grupo. Seguido de agitar bien el frasco, se aplica una capa a la superficie de estudio con un microbrush no abrasivo y se deja actuar por 20 segundos (Ilustración 6). Nuevamente se lava la muestra con spray de agua y se seca con aire.

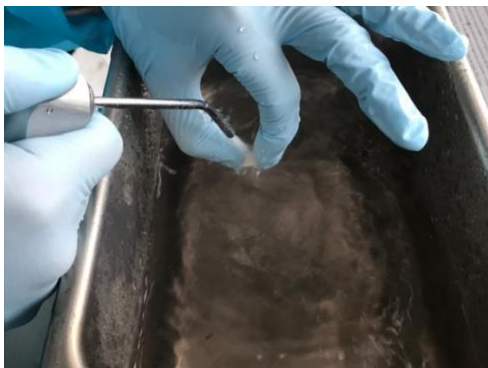


Ilustración 4. Lavado profuso de muestras



Ilustración 5. Ivoclean, IvoclarVivadent

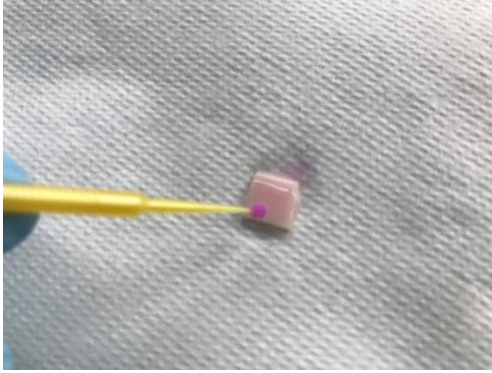


Ilustración 6. Aplicación del Ivoclean con microbrush.



Ilustración 7. Baño ultrasónico de las muestras.

Por último, las muestras permanecen en un baño ultrasónico durante 5 minutos (Ilustración 7).

Protocolo de grabado con MEP (Monobond Etch & Prime de Ivoclar Vivadent).

Inicialmente se enjuagan las muestras con abundante agua y se secan por completo con aire. Seguidamente se aplica el MEP (Ilustración 8) de la siguiente manera: colocar 2 gotas sobre la superficie de análisis y se frota con leve presión con un microbrush durante 20 segundos (Ilustración9). El MEP se deja actuar por un lapso cronometrado de 40 segundos y se lava exhaustivamente con agua hasta retirar por completo el MEP de la superficie utilizada (no dejar rastros verdes en la muestra).



Ilustración 8. MonobondEtch& Prime, IvoclarVivadent

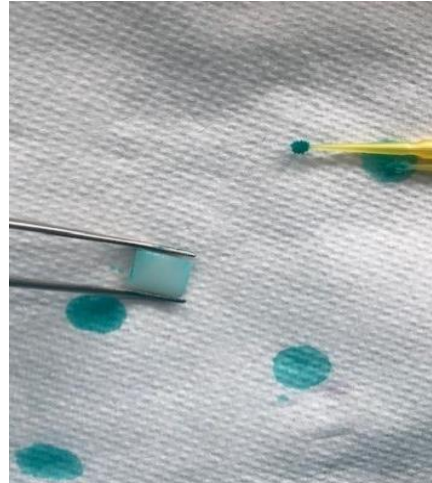


Ilustración 9. Aplicación del MEP con microbrush.

No se realizó baño ultrasónico en este estudio ya que no se consideró necesario por el hecho de que no quedaron remanentes de MEP posterior al lavado indicado.

Posteriormente en ambos grupos se realiza un segundo análisis perfilométrico con el fin de analizar los cambios superficiales causados por los 2 diferentes protocolos de grabado. El hecho de realizar la perfilometría tanto antes como después del grabado permite que cada espécimen cumple la función de ser su propio control, individualizando el resultado de cada muestra.

Perfilometría

Se realizó una perfilometría inicial con el fin de analizar las irregularidades remanentes posteriores al pulido realizado en la preparación de las muestras con el fin de poder comparar los cambios en la regularidad de las superficies en esta instancia con los resultados que se produzcan luego del grabado al que se someterán las muestras.

El proceso conlleva un lavado de las muestras con agua y jabón para luego llevar un baño en ultrasónico por 5 minutos al 50% de la capacidad de la máquina (Fisher Sonic Dismembrator model 300). Posteriormente se secan las muestras con paños especializados para tareas delicadas (Kimwipes Kimtech, Kimberly-Clark) y así no dejar fibras en la superficie de análisis. Seguidamente se coloca la muestra en un portaobjetos para ser colocado en el perfilómetro (Ilustración 10)



Ilustración 10. Muestras de disilicato de litio en portaobjetos.

El perfilómetro utilizado (Dektak XT, Bruker) mide a escala milimétrica con una punta de diámetro de 2 micrometros (entre más pequeña tiene más capacidad de penetración y resolución) Se colocan las muestras en el perfilómetro y éste sobre una mesa neumática para evitar alteraciones por movimientos inesperados a la máquina (Ilustración 11).

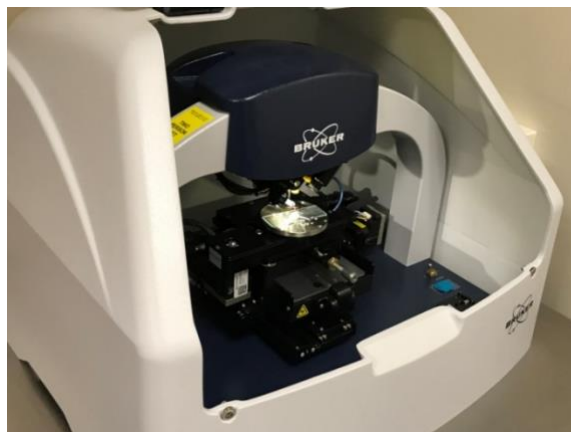


Ilustración 11. Perfilómetro en mesa neumática y con muestra

El perfilómetro realiza el escaneo en trazas de $500\ \mu\text{m} \times 500\ \mu\text{m}$ de la superficie de la muestra para luego hacer un stitching o “sutura” de cada traza. El proceso en cada muestra va a una velocidad de $10\ \mu\text{m}/\text{seg.}$, por lo que dura un tiempo de análisis de 10 horas. El perfilómetro calcula el tiempo enlapsado y realiza el proceso con los valores ingresados (Ilustración 12).

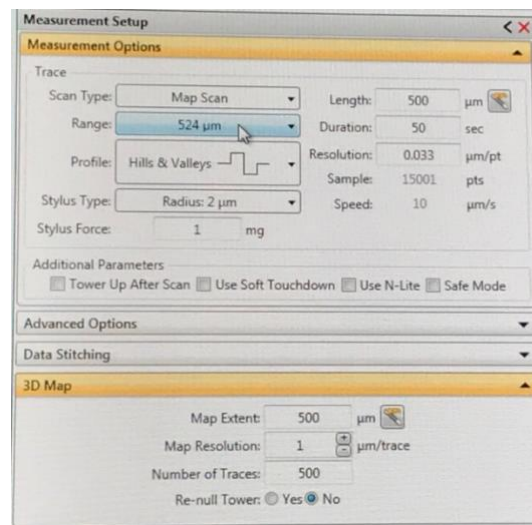


Ilustración 12. Parámetros de perfilometría

Una vez leída la superficie de $500\ \mu\text{m} \times 500\ \mu\text{m}$ en cada espécimen, se seleccionaron aleatoriamente tres áreas de $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$ en cada espécimen con el fin de tener únicamente la información de la topografía superficial causada por el grabado y no imperfecciones de curvatura e inclinación de cada espécimen.

Confección de los cilindros de acrílico para pruebas de cizalla

Cada espécimen tratado se infunde en un cilindro de acrílico por medio de un molde con el fin de proporcionar un vehículo para someter los mismos a la prueba de cizalla.

Como se muestra en la ilustración 13, cada muestra se coloca con la parte pulida sobre una base con una pequeña cantidad de cera utility con el fin de sellar el espacio para que el acrílico no toque la cara de análisis del disilicato.

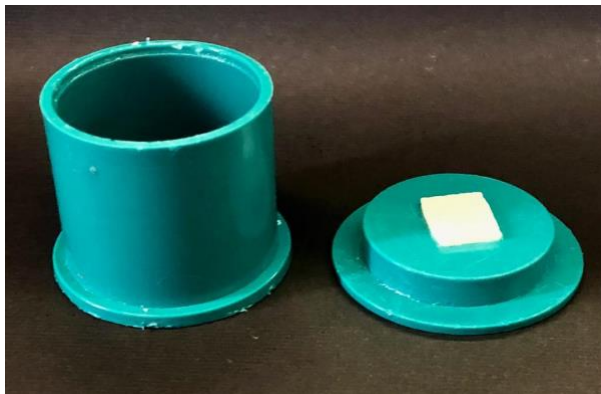


Ilustración 13. Anillo y base para confección de cilindros de acrílico.

Posterior a la colocación del espécimen en la base, se continúa colocando vaselina en la superficie interna del anillo sin tocar la base. Luego se cierra el anillo para continuar con el vaciado de acrílico dentro del molde.

El acrílico se mezcla de acuerdo a las proporciones que indica el fabricante y se procede a decantarlo boca abajo con la ambición de que haga presión hacia la cara no pulida de la muestra. El fin de esta presión y posición es que quede la cara pulida de la muestra al mismo nivel del acrílico para facilitar las pruebas a realizar. Se vacía en todos los especímenes hasta alcanzar toda la altura del molde.

Posterior a la confección de los cilindros de acrílico se volvieron a pulir las muestras, con lijas de 600, 1500 y 2000 por 5 minutos cada una, con el fin de eliminar cualquier residuo de cera utility que interfiriera con la efectiva unión del disilicato de litio al cemento Multilink N.

La presentación final de los cilindros de acrílico se aprecia en la Ilustración 14.

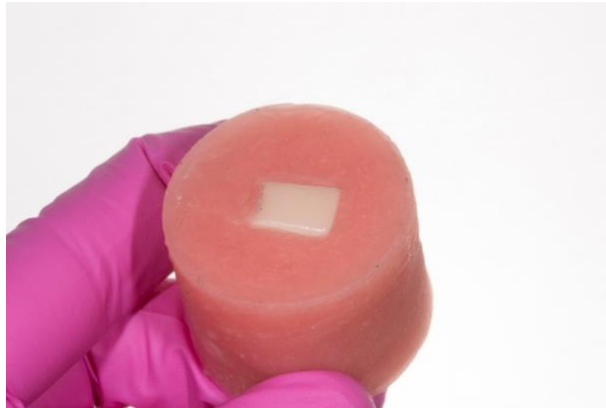


Ilustración 14. Cilindro de acrílico con muestra de disilicato infundida.

Grupo A. Protocolo convencional (ácido fluorhídrico).

El grupo A se sometió al mismo protocolo convencional de grabado con ácido fluorhídrico. Posterior a esto se realiza la aplicación del silano previo al proceso de colocación del cemento.

Seguidamente se colocan los cilindros en la base y se procede a inyectar el cemento evitando burbujas en el contacto con la muestra y excesos en tope. Se fotocura durante 40 segundos asegurando que la luz impacte la mayor cantidad de área y se separa la muestra de la base con un IPP delgado para no separar el cilindro de cemento del disilicato. Finalmente se guardan los especímenes en el contenedor con agua destilada asegurándose de que el cilindro de acrílico quede totalmente cubierto por el agua destilada y se somete al proceso de incubación.

Grupo B. Protocolo con MEP (Monobond Etch & Prime de Ivoclar Vivadent).

En este grupo se aplica el MEP, posterior al lavado se seca con aire la muestra por completo antes de proceder a la colocación del cemento.

Nuevamente se colocan las muestras en la base y se agrega la medida de cemento, se fotocura por 40 segundos, se separa la muestra y por último se colocan en el contenedor con agua destilada para el proceso de incubación.

Colocación del cemento en las muestras.

Luego de que se tienen las muestras listas en el cilindro de acrílico se procede a la colocación del cemento por medio de otra base (Ilustración 15) que le dará a éste la forma requerida para las pruebas a realizar. Posterior a este paso se incluirán las muestras en un contenedor con agua destilada a 37° y colocados en una incubadora durante el período de una semana.



Ilustración 15. Base para confección de cilindros de cemento

Análisis estadístico.

Se analizaron las mediciones de la rugosidad promedio por medio de Análisis de Varianza de Medidas Repetitivas, por medio del programa SPSS v19.

Además, se realizó regresión lineal de las medidas de resistencia a cizalla de la primera parte de este estudio en relación a lo obtenido en la perfilometría con el fin de determinar si la rugosidad provocada por los tratamientos de superficie tiene correlación significativa con resistencia adhesiva en cizalla.

Capítulo IV. Desarrollo

Resultados.

Los resultados del primer análisis perfilométrico reflejaron superficies lisas salvo por indentaciones rectas causadas por las lijas utilizadas en el proceso de pulido inicial (Ilustración 16). Esto se interpreta en el sistema como superficies planas sin valles ni montañas.

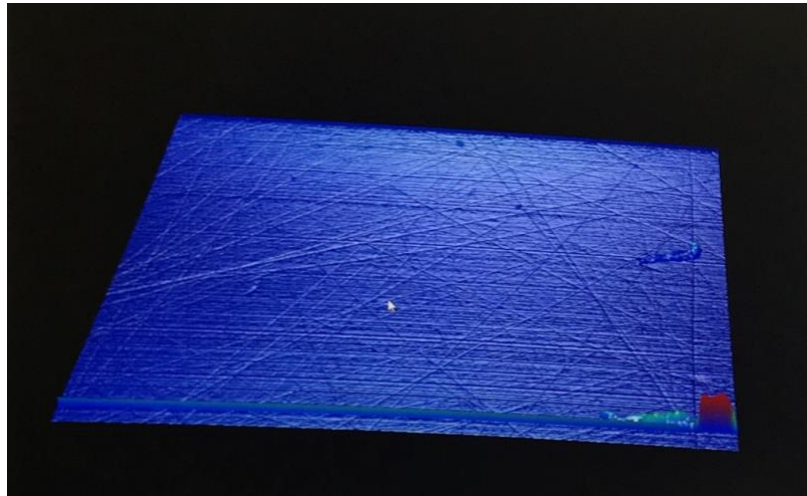


Ilustración 16. Escaneo inicial de muestras post-pulido inicial

Se presenta la estadística descriptiva de ambos grupos experimentales en la Tabla 2.

Tabla 2. Promedios y desviación estándar (DS) de las rugosidades promedio medidas antes y después del tratamiento de superficie.

Grupo experimental (N=10)	Rugosidad inicial nm (DS)	Rugosidad final nm (DS)
A	30.62 (6.72) ^a	52.12 (9.67) ^b
B	30.03 (4.3) ^a	30.21 (8.07) ^a

P=0,05

Se puede observar que el promedio de rugosidad de los especímenes antes del tratamiento de superficie es de 30.62 nm para el grupo experimental A y de 30.03 nm para el grupo experimental B. Después del tratamiento de superficie, la rugosidad del grupo A aumentó en 20 nm, mientras que para el grupo B la rugosidad no aumentó. En el Gráfico 1 se aprecia la rugosidad superficial en nm de acuerdo al grupo experimental tanto pre como post tratamiento con los valores dados anteriormente.

En la Tabla 3 se puede observar el análisis de varianza (ANOVA), la rugosidad inicial no es significativamente diferente entre los grupos experimentales. Mientras que la rugosidad post tratamiento si es significativamente diferente entre los grupos.

Tabla 3. Análisis de varianza (ANOVA)

Tabla de ANOVA		
		Sig.
Rugosidad inicial nm * grupo experimental	Inter-grupos	.816
Rugosidad final nm * grupo experimental	Inter-grupos	.000

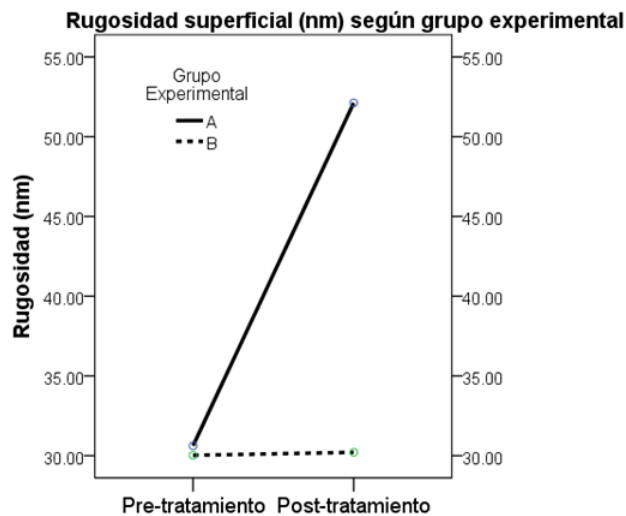


Gráfico 1. Estadística descriptiva de los grupos experimentales.

En las figuras siguientes (Ilustración 17 – 20) se puede apreciar el cambio de rugosidad en ambos grupos de muestras tanto pre como post tratamiento.

Grupo A.

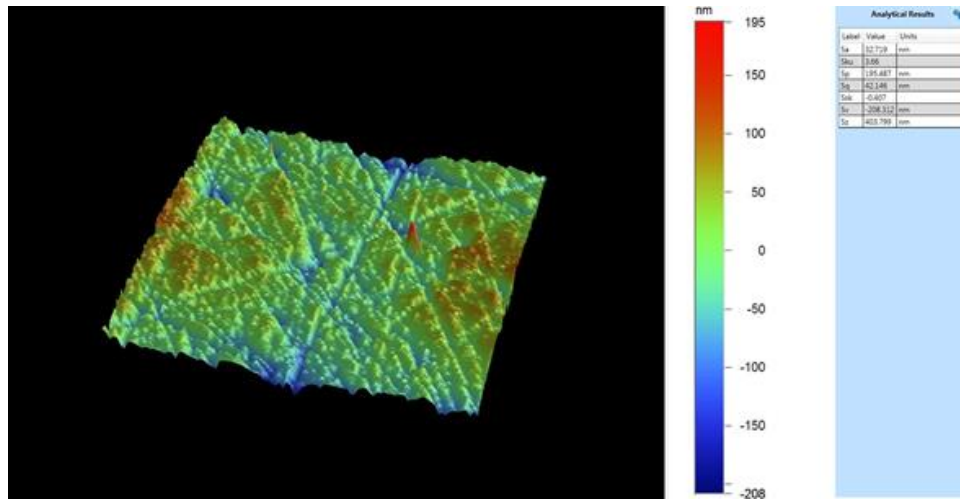


Ilustración 17. Pre tratamiento de grupo A.

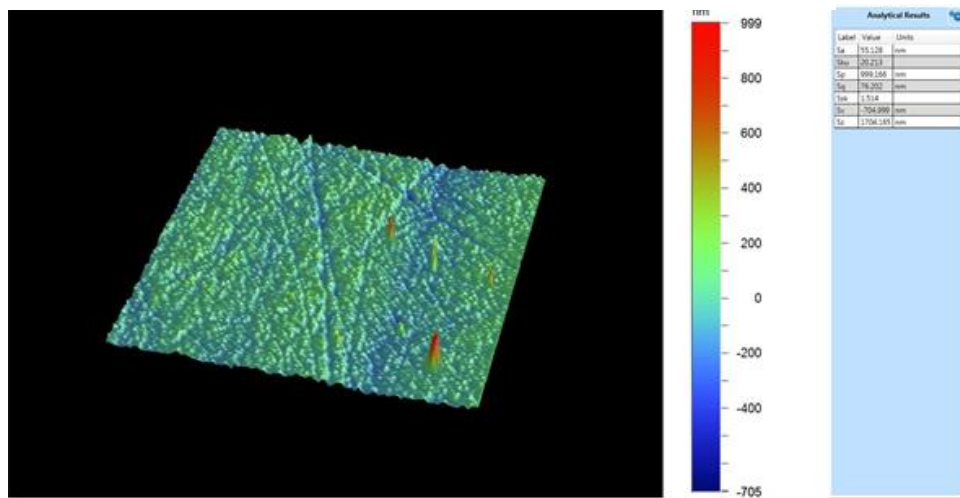


Ilustración 18. Post tratamiento de grupo A.

Grupo B.

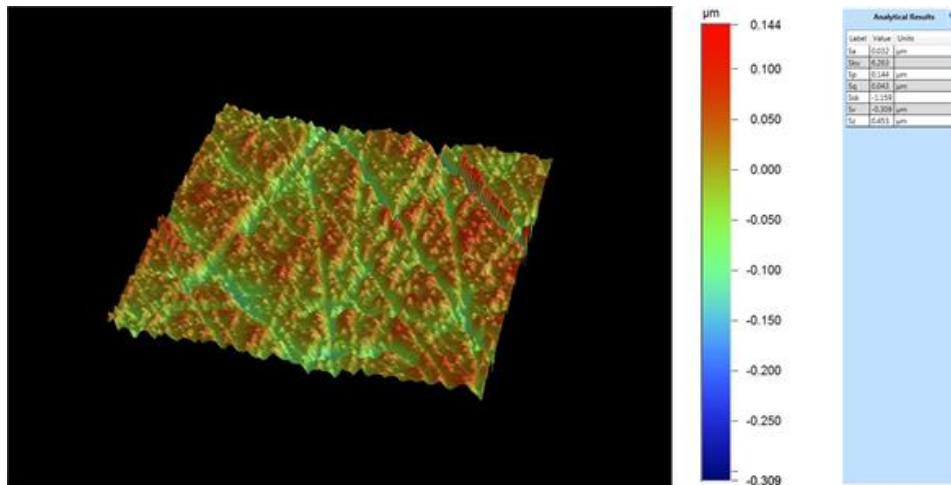


Ilustración 19. Pre tratamiento de grupo B.

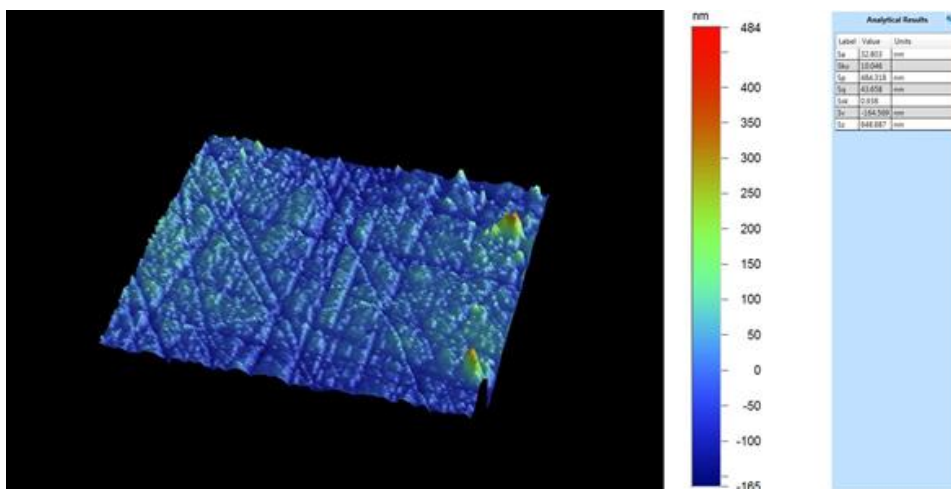


Ilustración 20. Post tratamiento de grupo B.

Correlación con pruebas de cizalla

En la Tabla 4 se registra el análisis estadístico de los resultados de la prueba de cizalla en ambos grupos experimentales. El grupo de protocolo convencional tuvo una diferencia en la resistencia de adhesión de 23.81 MPa a 33.89 MPa (obtuvo una media de 28.85 MPa con una desviación estándar de 6.56 MPa). Por otro lado el grupo de protocolo con MEP produjo un límite inferior de 27.59 MPa a uno superior de 35.69 MPa (en este grupo

se obtuvo una media de 31.64 MPa y una desviación estándar de 5.67 MPa). En resumen se registró que el grupo de especímenes tratado con MEP presentó una ligeramente mayor resistencia a la adhesión tras la aplicación de fuerzas de cizallamiento, no obstante, dicha diferencia no fue estadísticamente significativa. Se pueden apreciar también los resultados estadísticos de ambos grupos juntos.

Tabla 4. Resultados de la prueba de cizalla de ambos grupos experimentales (MPa).

	N	M (DE)	95% IC	
			Límite inferior	Límite superior
HF + S	9	28.85 (6.56)	23.81	33.89
MEP	10	31.64 (5.67)	27.59	35.69
Total	19	30.31 (6.10)	27.38	33.25

En la Tabla 5 se puede apreciar el análisis de regresión lineal con las mediciones de cizalla de la primera parte de esta línea de investigación que reveló que no hay correlación entre el grado de rugosidad promedio y la resistencia a cizalla. Ello también se puede observar en el gráfico 2.

Tabla 5. Análisis de regresión lineal de cizalla (ANOVA b)

ANOVA^b						
Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	127.87	1	127.87	2.57	.126 ^a
	Residual	894.31	18	49.68		
	Total	1022.18	19			

A. Variables predictoras: (Constante), Rugosidad final nm

B. Variable dependiente: MPa

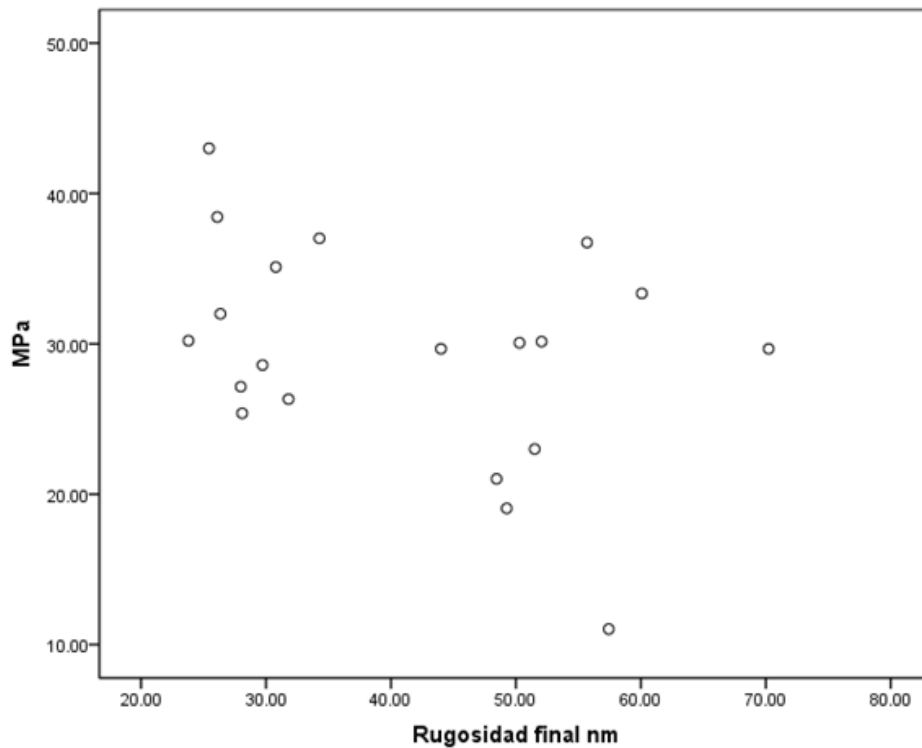


Gráfico 2. Estadística descriptiva macro de la relación fuerza rugosidad

Discusión

A medida que la tecnología avanza, la sociedad cambia y los profesionales en las distintas áreas del conocimiento se han adaptado a ello en beneficio de los consumidores, en nuestro caso, la odontología no se encuentra exenta. Las redes sociales han tenido un fuerte impacto en la manera en la que las personas se comunican entre sí y pareciera que, en esta era digital, la publicidad se ha encargado de aumentar la demanda de productos y servicios estéticos. Hoy en día las personas invierten grandes cantidades de dinero para mejorar su aspecto, específicamente para nuestro gremio, su sonrisa. De la mano con lo anterior, el quehacer en la práctica odontológica ha variado

considerablemente, el nicho de las restauraciones a base de metal, ya sean prótesis fijas o removibles ha sido relegado a un segundo plano, sustituido por el auge en implantología y los avances en adhesión, ya sean incrustaciones, coronas unitarias, puentes o carillas. Predominan las restauraciones en cerámica libres de metal y ahí radica la importancia de investigar no solo con cuál protocolo se obtiene una mayor estabilidad en el cementado de las restauraciones en el mediano y largo plazo sino también cuál minimiza el tiempo de trabajo en pro del operador y el paciente.

Por otra parte, resulta importante destacar que, gracias a los nuevos protocolos de adhesión y la predictibilidad de sus resultados, la práctica clínica ha sufrido algunas modificaciones. En primer lugar, la cantidad de estructura dental remanente tras la preparación de la pieza dental a restaurar es mayor, a diferencia de aquellos protocolos donde resultaba necesario extenderse y remover tejido dental sano con el fin de obtener una geometría específica en la preparación que proporcionara retención mecánica, hoy prevalece la odontología mínimamente invasiva y se remueve únicamente el tejido dañado o que interfiera de alguna manera con el asentamiento de la restauración, no el desalojo. En segundo lugar, se pretende que aunado a las retenciones micromecánicas tras el acondicionamiento de las superficies del sustrato y la cerámica exista una adhesión mediada por enlaces químicos entre el agente cementante, la restauración y la pieza dental.

Con respecto al tratamiento de la superficie del disilicato de litio, ha sido ampliamente descrito el protocolo grabado con HF y la posterior aplicación de silano, sin embargo hace 4 años sale al mercado el Monobond Etch & Prime® como el primer acondicionador de una sola botella para grabar y silanizar la superficie de las cerámicas,

lo que disminuye el tiempo de trabajo durante el protocolo de cementación y de acuerdo con el fabricante, la casa comercial Ivoclar Vivadent, también minimiza los patrones de rugosidad de la cerámica sin comprometer la fuerza de adhesión. En cuanto al primer objetivo específico de este estudio se pretendía cuantificar y analizar la rugosidad superficial alcanzada por los diferentes agentes pretratantes por medio de un estudio de perfilometría.

Las muestras se sometieron al agente pretratante y se obtuvieron resultados de 52.12 nm en el grupo A y de 30.21 en el grupo B, lo que indica que el protocolo convencional de grabado con ácido fluorhídrico tiene efectos deseables para promover la penetración del cemento en el disilicato de litio.

Por otro lado, el grupo B sufrió el cambio menos considerable en su media de rugosidad, dando un ligero aumento, el grabado superficial más leve de la superficie cerámica, es decir, una disolución menos agresiva de la fase vítrea, tras la aplicación del MEP puede ser explicado por su agente ácido, el tetrabutilamonio trifluoruro de dihidrógeno (14). Cuando resulta necesario grabar materiales a base de sílice en procesos industriales se han utilizado sales de polifluoruro de amonio, el cual ha demostrado producir patrones de grabado menores en comparación con el HF (14). Lo anterior es congruente con los resultados obtenidos en el presente estudio e investigaciones anteriores.

En el artículo de Stawarczy "Effect of hydrofluoric acid etching duration on fracture load and surface properties of three CAD/CAM glass-ceramics" realizaron pruebas de perfilometría utilizando una punta de diamante de $2\mu\text{m}$ al igual que en nuestro estudio, ellos grabaron los especímenes con HF al 9% por 10 s y obtuvieron resultados de

55±6.5nm (17), siendo similares a los nuestros, donde utilizamos HF al 5% por 20 s y obtuvimos como resultado 52.12±9.67nm.

Murillo-Gomez et al en el artículo “Effect of acid etching on tridimensional microstructure of etchable CAD/CAM materials” realizaron pruebas de perfilometría, a las muestras se les aplicó MEP y se realizó la lectura de las superficies, los resultados de perfilometría entre el grupo control y el grupo con MEP son similares entre sí, ya que se obtuvo valores de 0.6 μm y 0.7 μm por lo que no hay diferencia estadística entre ellos, al igual que en nuestro estudio dado que la diferencia fue de 0.19 entre las muestras donde se utilizó el MEP.

Asimismo, Murillo-Gomez y De Goes en su artículo “Bonding effectiveness of tooth-colored materials to resin cement provided by self-etching silane primer after short- and long-term storage” distribuyeron los especímenes en 3 grupos: un grupo de control sin tratamiento de superficie y dos grupos a los que se les aplicó HF (5%) y MEP respectivamente, ambos utilizando los protocolos que recomienda el fabricante. Los resultados de perfilometría coinciden con los de nuestro estudio dado que los valores más altos se obtuvieron con los especímenes tratados con HF y los tratados con MEP no tienen diferencia significativa estadísticamente en cuanto a la rugosidad obtenida.

Strasser y colaboradores, en su artículo “Roughness, surface energy, and superficial damages of CAD/CAM materials after surface treatment” examinan los efectos de diferentes procedimientos de pretratamiento en una gama representativa de diferentes materiales CAD/CAM. Entre éstos solo es relevante la comparación de resultados en rugosidad causado por el HF al 5% (diferencia de tiempo de aplicación siendo aplicado solo por 20 segundos) y el MEP en el disilicato de litio (E.max CAD). Los resultados del

artículo revelan que el HF condujo a patrones de grabado fuertes y homogéneos con valores superiores de rugosidad superficial cuando es comparado con el MEP. Esto lo justifica Strasser al mencionar que el primer cubre la superficie de la muestra y eso causa cambios más ligeros en la rugosidad superficial. Esto es congruente con el presente estudio ya que la perfilometría realizada reveló la superioridad del HF en penetración al ser comparado con el MEP. (18)

En el artículo “Hydrofluoric acid etching versus self-etching glass ceramic primer: consequences on the interface with resin cements” Geneviève y colaboradores comparan la rugosidad superficial obtenida por diferentes protocolos de grabado. Al comparar MEP con el protocolo convencional de HF al 5% se encontraron resultados congruentes con el estudio realizado. Reportan que el grupo tratado con ácido fluorhídrico produjo la disolución de matriz vítrea más alta, dando como resultado una superficie considerablemente rugosa y porosa. Por otro lado, el grupo de MEP promovió una disolución parcial de la matriz vítrea, mostrando comparativamente, un menor número de poros y una superficie menos rugosa (19).

A pesar de que diversos estudios indican que el MEP produce un patrón de grabado más leve que el HF, el potencial adhesivo es similar en contraste con el protocolo convencional de HF (10) (14). De lo anterior se infiere que altos valores de rugosidad no siempre se relacionan con una fuerza de unión mayor (14), esto concuerda con este estudio ya que los valores obtenidos en la estadística descriptiva de la relación fuerza/rugosidad apoyan el hecho de que no hay correlación entre el grado de rugosidad promedio y la resistencia a la cizalla. Por lo que se puede considerar al MEP como una opción menos dañina en comparación con los protocolos tradicionales de HF (10).

El fabricante recomienda aplicar el MEP por 20 segundos y dejar actuar por 40 segundos y después lavarlo con agua, esto a pesar que la unión química de silano se ha definido como una unión resistente al agua, el motivo de este paso es eliminar el grabador ácido de la superficie de la cerámica y solo dejar el agente silano, dado que el agente silano que se encuentra en el MEP es capaz de formar una unión química resistente al agua entre el sustrato vítreo y el cemento de resina compuesto, el agua elimina el solvente y los subproductos de las superficies cerámicas mejor que el de aire en el HF+S, esto por la afinidad química el agua recolecta y elimina mejor esas sustancias (14). El grupo de muestras tratado con MEP en este estudio se mantuvieron fieles a este protocolo de grabado.

Para comparar la adhesión lograda en cada uno de los protocolos y determinar cuál es mejor y si hay diferencias significativas se utilizaron 18 muestras de disilicato de litio, 9 tratadas con el protocolo convencional (HF +silano) y 9 muestras a las que se les aplicó Monobond Etch and Prime ®.

Se realizó la prueba de cizalla en ambos grupos con el fin de cuantificar la fuerza de adhesión obtenida en cada caso. Para evaluar in vitro la durabilidad de la unión entre el cemento y la cerámica, se almacenan los especímenes en agua destilada a 37° por una semana, para recrear condiciones de desgaste biológico y así evaluar la resistencia a la degradación hidrolítica en los especímenes (20). Sin embargo, esto a su vez representa una limitante en la investigación in vitro dado que dicho almacenamiento no necesariamente refleja la dinámica de degradación real de la interfase en ambiente oral.

(14)

Los resultados de esta prueba revelaron que no hay una correlación entre la rugosidad promedio y la resistencia a cizalla.

Según el artículo de El Damanhoury se evalúa el acondicionamiento superficial en la cerámica de disilicato de litio con diferentes protocolos, siendo de interés de este estudio el de HF + silano y MEP. Se concluye que la fuerza de adhesión es mayor con el protocolo de HF +silano ya que el promedio fue de 37,60 MPa y el de MEP fue de 28,06 MPa, por lo que para este estudio el estándar de oro sigue siendo el protocolo con ácido fluorhídrico y silano (21).

El aumento de la fuerza de unión al usar el protocolo de HF +silano se atribuye al incremento del área de superficie y una mayor rugosidad que produce este protocolo con el pretratamiento (21).

De acuerdo con el artículo de Prado y Prochnow, se utilizaron los mismos materiales y se realizaron los mismos protocolos de grabado que en este estudio mientras que se diferencia en el tipo de cemento, habiéndose utilizado Multilink Automix en el artículo y Multilink N en esta investigación. Prado y Prochnow reportan que el protocolo con ácido fluorhídrico y silano tuvo una media más alta de fuerza de unión que el MEP, evidenciando una vez más que el protocolo convencional tiene mejores resultados. (22)

Tribst y Anami reportan que tras el tratamiento con HF se observaron diferencias significativas en la rugosidad de la superficie de la cerámica, sin embargo, esta diferencia morfológica modifica únicamente la humectabilidad de la superficie, pero no afecta la fuerza de adhesión, hecho que concuerda con los resultados obtenidos. (23)

El artículo de Roman-Rodriguez concluye que no hay diferencia estadística significativa entre los protocolos, al utilizar el MEP se logran obtener con una técnica simplificada resultados equivalentes con respecto a la resistencia de unión comparables con el protocolo convencional, por lo que el MEP reduce el número de pasos a la hora de cementar disilicato de litio sin comprometer la fuerza de unión (24).

En el artículo “Bond strength of resin cement to ceramic with simplified primers and pretreatment solution” de Swank se compara la fuerza de adhesión en disilicato de litio entre varios protocolos, entre ellos el convencional y el MEP, los resultados de ese estudio coinciden con el nuestro, ya que a pesar que el MEP produce una superficie menos rugosa que con HF + silano no mejora la fuerza de unión (25).

De la misma manera, Lopes y colaboradores realizan un análisis de las porosidades en la superficie de las muestras de disilicato mediante microscopio electrónico de barrido de emisión de campo y pruebas de cizalla tras la aplicación de distintos protocolos de grabado con HF (cuyas concentraciones oscilaban de 5% a 10%) y MEP. Sus resultados coinciden con los de esta investigación en términos de los patrones de porosidad o rugosidad obtenida tras el grabado, siendo significativamente mayores las de HF en comparación con las de MEP, cuyos patrones inclusive estuvieron cercanos a los del grupo control sin tratamiento previo. (26) Asimismo, las muestras tratadas con las concentraciones más altas de HF (entre 9%-10%), presentaban patrones de grabado más pronunciados con cristales sin soporte y áreas con morfología compatible con sobregrabado, por tanto para minimizar el daño a la superficie del disilicato consideran como ideal el protocolo de HF 5%, mismo que se utilizó en nuestro estudio. (26) En cuanto a la prueba de cizalla, a diferencia de los resultados obtenidos en la presente

investigación, sí correlacionan la rugosidad de las muestras tras el acondicionamiento de la superficie con una mayor fuerza de unión, siendo estadísticamente significativa la diferencia entre HF 5% (15 MPa) en contraste con MEP (3,8 MPa). (26)

Lyann et al valoraron la superficie de 450 bloques de disilicato de litio (IPS e.max CAD - Ivoclar Vivadent) lijadas previamente con lija de agua de grano de 600 bajo agua y divididas en subgrupos según el tratamiento de superficie empleado en: sin tratamiento (control) y Monobond Plus, 37% de ácido fosfórico y Monobond Plus, <5% de ácido fluorhídrico y Monobond Plus y Monobond Etch & Prime. La topografía superficial fue evaluada con un microscopio electrónico de barrido, el grupo control y el grupo en el que se utilizó ácido fosfórico no mostraron cambios en la superficie, en los bloques tratados con HF por 20 segundos se observaron micro-porosidades y una fase cristal completamente grabada. Por último, en el grupo tratado con MEP son visibles surcos en la superficie, una fase cristal con grabado incompleto, esto es congruente con los resultados de nuestra investigación. (27) Además, realizan pruebas de cizalla, medido en una máquina de prueba universal (Autograft-J, Shimadzu; Kyoto, Japan) para evaluar la fuerza adhesiva de tres cementos: Varilink Esthetics DC, Multilink Automix y SpeedCEM. Los resultados, al igual que en nuestro estudio, muestran que el MEP, a pesar de mostrar un grabado menos eficaz que el HF. En cuanto a fuerza adhesiva no hay diferencia significativa entre MEP y HF para los tres cementos usados y determinan que Monobond Etch & Prime (MEP) Ivoclar Vivadent© genera suficiente retención mecánica y química ya que la silanización es efectiva. (27)

Guimarães y Cardoso en su artículo "Simplified Surface Treatments for Ceramic Cementation: Use of Universal Adhesive and Self-Etching Ceramic Primer" realizan una

comparación de rugosidades de superficie y fuerza de adhesión mediante la aplicación de pruebas de cizalla utilizando diversos protocolos de acondicionamiento de HF y MEP, incluidos los de la presente investigación (con la modificación de que la concentración de HF era de 10% y no 5%). Concluyen que tras el tratamiento con HF se pueden observar patrones de grabado más profundos con disolución de la fase vítrea y exposición de cristales, mientras que con el MEP el grabado fue más superficial y sin exposición de cristales, mostrando menos retenciones micro-mecánicas, coincidente con los patrones de grabado que obtuvimos tras el análisis de perfilometría. (28) Por otra parte, a pesar de que el tratamiento con HF + silano mostró valores más altos de fuerza adhesiva, no fueron estadísticamente significativos en comparación con los que se obtuvieron tras el tratamiento con MEP, de lo que se infiere y coincide con nuestros resultados que no existe correlación entre los patrones de grabado y la fuerza de adhesión y por tanto el MEP podría ser considerado como una alternativa eficaz para reemplazar el protocolo con HF. (28)

Apenas un año después del lanzamiento al mercado del MEP, Siquiera y su equipo de colaboradores publican un artículo donde describen el desempeño in vitro del MEP en contraste con el HF en términos de patrones de grabado sobre la superficie de la cerámica y pruebas de fuerza de adhesión, también realizan el reporte de un caso de restauraciones anteriores en coronas y carillas de disilicato de litio utilizando el MEP en su protocolo de cementación debido a que el HF ha sido cuestionado por representar un riesgo para la salud al considerarse un material venenoso y cáustico, además de tóxico y volátil, sobre todo cuando entra en contacto directo con la piel, lo que representa un gran problema para las reparaciones intraorales de cerámica. (29) Por su parte, el MEP

además de ser menos tóxico y representar un riesgo menor para la salud (29), acorta el tiempo de trabajo previo a la cementación y esto beneficia tanto al odontólogo tratante como al paciente. Respecto al caso clínico, se realizó un control 6 meses después del tratamiento restaurativo, la paciente no presentaba sensibilidad postoperatoria y prevalecían las propiedades estéticas y funcionales de la restauración, asimismo no se observaron manchas o brechas en los márgenes de la restauración ni indicios de fracturas marginales al examen clínico con un explorador fino. (29) En cuanto a los resultados de las pruebas de fuerza de adhesión y los patrones de rugosidad tras el acondicionamiento de las superficies, son consistentes con los de nuestra investigación, muestran una mayor disolución de la fase vítrea tras la utilización del HF, sin embargo, a pesar de ser menor, el patrón de rugosidad creado por el MEP demostró ser lo suficientemente eficiente puesto que el desempeño de las muestras en las pruebas de adhesión fue estadísticamente similar al grupo del HF. (29)

El estudio realizado por Alrahlah y colaboradores, "Effect of self etching ceramic primer and universal adhesive on bond strength of lithium disilicate ceramic" valora la rugosidad superficial de 30 muestras de disilicato de litio divididas en 3 grupos. En el grupo 1 y 2 se utilizó HF como agente de grabado y en el grupo 3 MEP. Los resultados obtenidos son coincidentes con los de este estudio, los grupos grabados con HF presentan mayor retención y cristales más prominentes en su superficie en comparación con el grupo 3. (30)

Al igual que en el presente estudio, Alrahlah et al prosiguen con la evaluación de las fuerzas de cizalla, para la que hacen uso de un adhesivo universal y el cemento a base de resina Variolink Esthetic. El grupo 1 (HF +silano+ adhesivo universal) presenta en su

mayoría fallas mixtas, el grupo 2 (HF + adhesivo universal) es el único en presentar fallas adhesivas y el grupo 3 (MEP+ adhesivo universal) muestra fallas mixtas y una falla cohesiva en cerámica, es decir que no existe una diferencia significativa entre la adhesión generada al usar HF o MEP como agente de grabado, lo que concuerda con los resultados obtenidos en este estudio. Los autores indican que existe un enlace fuerte entre el sílice y fluoruro lo que explica la afinidad de la sílice presente en el disilicato de litio y el trifluoruro de amonio que contiene el MEP para lograr una adhesión competente con la generada por HF. (29)

Para finalizar, la reciente incorporación de los acondicionadores de autograbado de superficies cerámicas, además de que aparenta mejorar la eficiencia del odontólogo tras ser igualmente efectivo en términos de adhesión y disminuir el tiempo del protocolo de cementación en comparación con los protocolos estándar del HF; provee a la comunidad científica de un tópico de investigación con distintas áreas pendientes, tales como el análisis químico/mecánico de la estabilidad de adhesión, variaciones en los protocolos, por ejemplo, tiempos de aplicación; interacción con distintos cementos a base de resina y desempeño clínico. (14).

Conclusiones.

1. El ácido fluorhídrico causó un patrón de grabado con una rugosidad mayor al producido por el Monobond Etch & Prime
2. La resistencia de adhesión tras la aplicación de fuerzas de cizallamiento fue ligeramente mayor en las muestras tratadas con MEP, sin embargo la diferencia no resultó estadísticamente significativa.
3. Los resultados obtenidos en las pruebas de cizalla revelaron que no hay una correlación entre la rugosidad de la superficie y la resistencia a la cizalla con los materiales utilizados en nuestra investigación.

Capítulo V. Parte final

Fecha	Objetivos de la sesión	Actividades realizadas en la sesión	Observaciones	Recomendaciones	Participantes
18/3/19	Entrega del programa del proyecto de investigación. Primera asignación: buscar artículos relacionados al tema y tabla de literatura.				Gustavo Sabrina José Andrés Fabiana
8/4/19	Entregar de tablas de literatura				Gustavo Sabrina José Andrés Fabiana
10/5/19	Analizar y evacuar dudas sobre las tablas de literatura. Dar indicaciones para el desarrollo de los	Revisión de las tablas de literatura. Orientación de la dirección del proyecto de investigación.	Enfoque en las pruebas de perfilometría debido al problema de variabilidad en las muestras.	Iniciar con la elección de un protocolo de pulido.	Gustavo Sabrina José Andrés Fabiana

	antecedentes y marco teórico.	Indicaciones para trabajo escrito.			
15/5/19	Crear documento en línea para la debida discusión y análisis del material literario recolectado y la elección del protocolo de pulido a emplear.	Elaboración de documento en línea.			Sabrina
16/5/19	Agregar contenido				Sabrina Gustavo
18/5/19	Agregar contenido				José Andrés Sabrina
21/5/19	Agregar contenido				Gustavo Fabiana
23/5/19	Agregar contenido				Gustavo Sabrina José Andrés
23/5/19	Entrega de protocolo de pulido				Gustavo

24/5/19	Mostrar el lugar de trabajo, equipo, el tipo de especímenes de disilicato de litio a utilizar. Indicar el tratamiento previo que requieren las muestras de disilicato de litio.	Llegada al laboratorio de materiales, demostración del uso de la pulidora. Entrega de las muestras para su previa preparación al pulido.			Gustavo Sabrina José Andrés Fabiana
25/5/19	Crear documento para el desarrollo del trabajo de investigación.				Gustavo
27/5/19	Agregar contenido a documento en línea				Sabrina José Andrés
27/5/19	Cristalizar las muestras de disilicato de Litio	Entrega y retiro de los especímenes cristalizados.	Discos de carborundum se fracturan al realizar los cortes.	Utilizar un disco más abrasivo.	José Andrés Sabrina
3/6/19	Agregar contenido a				Sabrina Gustavo

	documento en línea.				
4/6/19	Adquisición de lijas de agua para pulir los especímenes	Se realiza la compra de lijas de grano fino y extra-fino.	Tipos de lija: 600 (3M) 1500 (3M) 2000 (Fandeli)		Fabiana Gustavo
4/6/19	Prueba de pulido con la máquina.	Se realizaron 4 pruebas con 2 lijas de 600 más suspensión de pulido mastermet2 de BUEHLER.	La máquina no se adapta a las necesidades de pulido y deja rugosidades en la superficie de la muestra.	Se decide pulir los especímenes manualmente.	Sabrina
6/6/19	Reunión de estandarización de protocolo de pulido.	Se lijaron 3 especímenes manualmente.	El protocolo utilizado fue: 1. Lijar en forma circular con la lija de 600 hasta que la superficie luzca lisa. 2. Lijar durante 20min con movimientos circulares		Sabrina Gustavo

			con la lija de 1500. 3. 20min con movimientos circulares con la lija de 2000.		
7/6/19	Agregar contenido a documento en línea.				Gustavo Sabrina José
7/6/19	Pulir especímenes				Sabrina Gustavo
8/6/19	Pulir especímenes				Gustavo Sabrina Fabiana
9/6/19	Pulir especímenes				Gustavo Sabrina Fabiana
9/6/19	Revisión de literatura Agregar contenido				Gustavo Sabrina
11/6/19	Pulir especímenes				Fabiana José
11/6/19	Entrega de antecedentes,				Gustavo

	problema y justificación				
20/6/19	Entrega de especímenes pulidos.				Sabrina
25/6/19	Entrega de especímenes pulidos				Fabiana Gustavo
6/7/19	Entrega de correcciones de trabajo escrito				Gustavo
25/7/19	Avance trabajo escrito				Gustavo Sabrina Fabiana José
30/8/19	Reunión en el laboratorio CICIMA				Fabiana Sabrina Gustavo
13/9/19	Reunión	Grabado de especímenes			Sabrina Gustavo
15/10/19	Pulir especímenes				Sabrina Gustavo
16/10/19	Elaboración de cilindros y pulir especímenes				Fabiana José

17/10/19	Elaboración de cilindros				Fabiana
18/10/19	Reunión	Cilindros de cemento en grupo B			Gustavo Sabrina Fabiana José
25/10/19	Reunión	Pruebas cizalla grupo B			Gustavo Sabrina Fabiana José
28/10/19	Recolección resultados perfilometría				Fabiana
29/10/19	Reunión	Cilindros de cemento grupo A			José Gustavo
4/11/19	Reunión	Pruebas de cizalla grupo A			Sabrina José
5/11/19- 8/11/19	Agregar contenido bibliográfico al trabajo escrito				José Gustavo Sabrina
10/11/19 11/11/19	Extensión de la discusión, correcciones y formato				José Sabrina Gustavo Fabiana
12/11/19	Correcciones				José

					Sabrina
20/11/19	Correcciones				José Sabrina Gustavo Fabiana
21/11/19	Confección de póster				Fabiana
22/11/19	Correcciones				Fabiana

Bibliografía

1. Edward A. McLaren JF. Updating Classifications of Ceramic Dental Materials: A Guide to Material Selection. *Compendium*. 2015; 36(6).
2. Farzaneh, A. Alireza, B. Hamideh, S. Mehrnoosh, A. The effect of surface treatment with a fractional carbon dioxide laser on shear bond strength of resin cement to a lithium disilicate-based ceramic. *Dental Research Journal*. 2017. Volume 14 / Issue 3
3. Gracias S, Thompson V, Ferencz J, Silva N, Bonfante E. A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-like Restorative Materials: *The International Journal of Prosthodontics*; 2015.
4. Martinez F, Pradíes G, Suarez J, Rivera B. Dental ceramics: Classification and selection criteria. 2007; 12(4): p. 253-263.
5. Brodtkin D, Panzera C, Panzera P. Lithium disilicate glass ceramics. 2003; Patent 6517623. <http://www.freepatentsonline.com/6517623.html>.
6. Uwalaka, C; Karpukhina, N; Cao, X; Bissasu, S; Wilson, R; Cattell, M. Effect of sandblasting, etching and resin bonding on the flexural strength/bonding of novel glass-ceramics. *Dental materials* 3. 2018. 34 (1566-1577)
7. Ramakrishnaiah R, Alkheraif A, Divakar D, Matinlinna J, Vallittu P. The Effect of Hydrofluoric Acid Etching Duration on the Surface Micromorphology, Roughness, and Wettability of Dental Ceramics. *International Journal of Molecular Sciences*. 2016;17(6):822.

8. Prochnow C, Venturini A, Grasel R, Bottino M, Valandro L. Effect of etching with distinct hydrofluoric acid concentrations on the flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2016;105(4):885-891.
9. Yavuz T, Eraslan O. The effect of silane applied to glass ceramics on surface structure and bonding strength at different temperatures. *J Adv Prosthodont*. 2016 Apr; 8(2): 75–84
10. Murillo-Gómez F., et al. Effect of acid etching on tridimensional microstructure of etchable CAD/CAM materials. *Dent Mater* (2018).
11. Zogheib, L. Bona, A. Kimpara, E. McCabe, J. Effect of hydrofluoric acid etching duration on the roughness and flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. *Brazilian Dental Journal*. 2011; Volumen 22(1):45-50.
12. Barreto, M; Murillo-Gomez, F; De Goes MF. Physicochemical and morphological characterization of a glass ceramic treated with different ceramic primers and post-silanization protocols. *Dental materials*. 2019.
13. Erdemir U et al. Shear bond strength of a new self-adhering flowable composite resin for lithium disilicate reinforced CAD/CAM ceramic material. *J Adv Prosthodont* 2014; 6: 434-43.
14. Murillo-Gómez F., De Goes MF. "Bonding effectiveness of tooth-colored materials to resin cement provided by self-etching silane primer after short- and long-term storage.". *The Journal of Prosthetic Dentistry*. Volume 121 Issue 4. 2019
15. Tripodakis A, Putignano A, Eliades G, Kaitsas V. The proceedings of the 2011 autumn meeting of the European Academy of Esthetic Dentistry. *The European Journal of Esthetic Dentistry*. 2012, 7(2):186-241.

16. Cedillo J; Solano A. Monobond Etch & Prime, primer acondicionador monocomponente, que permite el grabado y la silanización de las superficies cerámicas en un solo paso. Revista ADM 2018; 75 (6): 358-369
17. Stawarczy B, Hristova E, Sener B, Ross M, Edelhoff D, Keul C. Effect of hydrofluoric Acid etching duration on fracture load and surface properties of three CAD/CAM glass-ceramics OHDM 2014; 13 (4):1131-1138
18. Strasser, T. Preis, V. Behr, M. Rosentritt, M. Roughness, surface energy, and superficial damages of CAD/CAM materials after surface treatment. Clinical Oral Investigations. Journal 2018; Volumen 22 (8): 2787-2797.
19. Genevieve, G. Poulet, P-P. Sharrock, P. Destruhaut, F. Tavernier, B. Hydrofluoric acid etching versus self-etching glass ceramic primer: consequences on the interface with resin cements. Oral Health Care (2019)
20. Noda Y, Nakajima M, Takahasi M, Mamanee T, Hosaka K, Takagaki T, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. The effect of five kinds of surface treatment agents on the bond strength to varios ceramics with thermocycle aging. Dent Mater J 2017; 36(6):755-761
21. El- Damanhoury HM, Gaitantzopoulou MD. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: etching efficacy and bonding performance. J prosthodont Res. 2018; 62(1) 75-83.
22. Prado, M.J., Prochnow, C., Marchionatti, A.M., Baldissara, P., Valandro, L.F., &Wandscher, V.F. Ceramic Surface Treatment with a Single-component Primer: Resin Adhesion to Glass Ceramics. The journal of adhesive dentistry 2018, 20 (2), 99-105.
23. Tribst, J. Anami, L. Self-etching Primers vs Acid Conditioning: Impact on Bond Strength Between Ceramics and Resin Cement. T 2018. J Operative Dentistry, 2018, 43-4, 372-379.

24. Román-Rodríguez JL, Pérez- Barquero JA, González- Angulo E, Fons-Font A, Bustos-Salvador JL. Bonding to silicate ceramics: Convencional technique compared with a simplified technique. *J Clin Exp Dent* 2017; 9(3): 384-386
25. Swank HM, Motyka NC, Bailey CW, Vandewalle KS. Bond strength of resin cement to ceramic with simplified primers and pretreatment solution. *Gen Dent* 2018; 66(5): 33-37
26. Lopes GC, Perdigão J, Baptista D, Ballarin A. Does a Self-etching Ceramic Primer Improve Bonding to Lithium Disilicate Ceramics? Bond Strengths and FESEM Analyses. *Oper Dent*. 2019 Mar/Apr;44(2):210-218
27. Lyann, S. Takagaki T. Nikaido, T. Ikeda, M. Sadr, A. Tagami, J. Effect of different surface treatments on the tensile bond strength to lithium disilicate glass ceramics. *The Journal of Adhesive Dentistry* 2018;20:261,268
28. Guimarães, H. Cardoso, P. Simplified Surface Treatments for Ceramic Cementation: Use of Universal Adhesive and Self-Etching Ceramic Primer. *International Journal of Biomaterials*. Volume 2018.
29. Siqueira FS, Alessi RS, Cardenas AF, Kose C, Souza Pinto SC, Bandeca MC, et al. New single-bottle ceramic primer: 6-month case report and laboratory performance. *J ContempDentPract* 2016;17:1033–1039.
30. Alrahlah, A. Awad, M. Vohra, F. Al-Mudahhi, A. Al jeaidi, Z. Elsharawy, M. Effect of self etching ceramic primer and universal adhesive on bond strength of lithium disilicate ceramic. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2017.