

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**Programa Macro de Investigación**

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN**

**Evaluación del efecto de dos tratamientos de superficie**

**sobre el Disilicato de Litio**

Investigadora principal:

Dra. Tatiana Vargas Koudriavtsev

Colaboradores asociados:

Dra. Marcela Hernández Jiménez

Sustentantes del Seminario de Graduación

- Idania León Agüero B33717

-Jorge Lobo Vega B23717

-Rebecca Martínez Rojas B34043

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Brenes, Costa Rica

San José, Costa Rica

Año 2018

## **a. Páginas preliminares:**

<b>Esta parte comprende:</b>	<b>Página</b>
Anteportada	i
Hoja de aprobación de memoria	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Hoja de revisión por el filólogo	v
Índice general	vi
Fe de erratas	vii
Lista de Tablas	viii
Lista de Figuras	ix
Abreviaturas	x
Resumen	xi

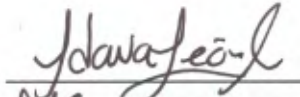
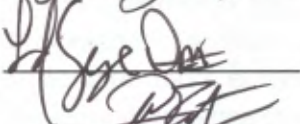

HOJA DE APROBACIÓN MEMORIA  
SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Nombre del proyecto:

Caracterización de agentes para aumentar la adhesión al Disilicato de Lítio

Sustentantes

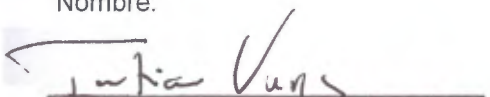
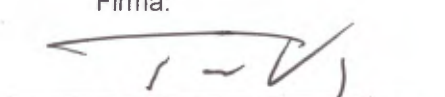
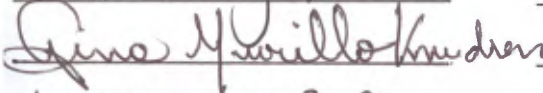
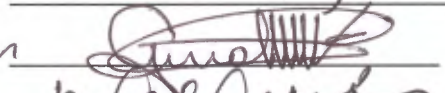
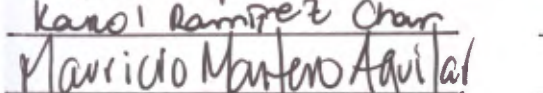
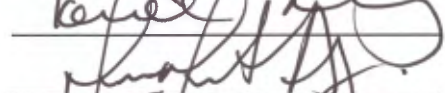
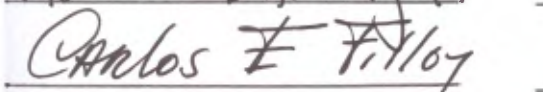
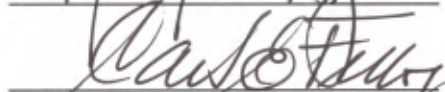


Fecha: (4 de diciembre del 2018)

Nombre:	Carné	Firma
Idania León Agüero	B33717	
Jorge David Lobo Vega	B23717	
Rebecca Martínez Rojas	B34043	

Miembros del Tribunal:

Nombre:

Firma:

### **Dedicatoria**

Queremos dedicar este trabajo a Dios por habernos permitido llegar a este momento tan importante en nuestra formación profesional. También queremos agradecer a nuestros padres, por ser pilares durante todo el tiempo que tenemos de estar en nuestros estudios profesionales, y a nuestros hermanos y amigos, por ser apoyo en los momentos más difíciles de nuestra carrera. Queremos dedicar este proyecto también a la doctora Tatiana Vargas, por todo su apoyo y enseñanza durante este periodo y por impulsarnos a dar lo mejor de nosotros en este seminario de graduación.

## **Agradecimientos**

*A Dios.*

*Por habernos permitido llegar hasta este punto en la carrera profesional y habernos dado salud para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

*A nuestros familiares.*

*Por participar directa o indirectamente en la elaboración de nuestro proyecto de Seminario de Graduación de Odontología. ¡Muchas gracias por todo su apoyo!*

*A la doctora Vargas.*

*Por su gran apoyo y motivación en la elaboración de nuestro proyecto macro de investigación, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.*

## Corrección filológica

Inscrito, Ministerio de Hacienda:  
452100000187  
Fecha 10-6-2013.

San José, 28 de noviembre de 2018

Comisión Evaluadora de Trabajos Finales  
Universidad de Costa Rica

Facultad de Odontología  
Programa Macro de Investigación

Estimados señores:

Los estudiantes, Idania León Agüero con carné B33717; Jorge Lobo Vega, B23717 y Rebecca Martínez Rojas, B34043 me han presentado, para efectos de corrección de filológica, el trabajo de investigación denominado: *Evaluación del efecto de dos tratamientos de superficie sobre el Disilicato de Litio*, el cual elaboraron para optar por el grado académico de Licenciatura.

He revisado, de acuerdo con los lineamientos de la corrección de estilo señalados por la Universidad de Costa Rica, los aspectos de estructura gramatical, acentuación, ortografía, puntuación y los vicios de dicción, que se trasladan al escrito, y he verificado que se realizaron todas las correcciones indicadas en el documento. Por consiguiente, doy fe de que este trabajo (Seminario de Graduación) se encuentra listo para ser presentado oficialmente ante la Universidad.

Atentamente,

Darsy Antonio Navarro Corrales

Código ACFIL: 274

Correo electrónico: [darsy.navarro@ucr.ac.cr](mailto:darsy.navarro@ucr.ac.cr)

Teléfono: 8752-6671

## Índice General

<b>Esta parte comprende:</b>	<b>Página</b>
Parte Introdutoria	1
Justificación, Planteamiento	1
Objetivos	2
Hipótesis	2
Marco Teórico	3
Métodos del trabajo	19
Desarrollo	28
Discusión	30
Conclusiones y Recomendaciones	36
Parte Final	37
Cronograma	37
Referencias Bibliográficas	39
Anexos	43

## **Fe de erratas**

No se realizó ninguna modificación en el presente documento luego de su impresión.



## **Lista de Tablas**

Tabla 1. Materiales utilizados en estudio invitro

Tabla 2. Resultados de la prueba de cizalla de ambos grupos experimentales (MPa)

Tabla 3, Prueba de homogeneidad de varianza

Tabla 4. Análisis de Varianza (ANOVA)

Tabla 2. Tabla de revisión de literatura para perfilometría.

Tabla 3 Tabla de revisión de literatura para AFM

Tabla 4 Tabla de revisión de literatura para prueba de cizalla (Parte 1).

Tabla 4 Tabla de revisión de literatura para prueba de cizalla (Parte 1).

## **Lista de Figuras**

Figura 1. Base para colocar espécimen

Figura 2. Base y anillo utilizados para fabricar cilindros de acrílico

Figura 3. Acrílico colocado al tope del cilindro.

Figura 4. Especímenes una vez finalizados.

Figura 5. Aplicación de Ivoclean.

Figura 6. Aplicación de Monobond

Figura 7. Cemento Multilink

Figura 8. Aditamento para fabricar cilindros de cemento

Figura 9. Modo de colocación del cemento

Figura 10. Cilindros de cemento una vez terminados

Figura 11. Colocación de MEP

Figura 12. Lavado después de la aplicación de MEP

Figura 13. Patrón de grabado en la superficie de disilicato de litio logrado con HF, vista de área aleatoria de 100  $\mu\text{m}$  x100  $\mu\text{m}$  para análisis de rugosidad promedio

Figura 14. Patrón de grabado en la superficie de disilicato de litio logrado con Monobond Etch and Prime, vista de área aleatoria de 100  $\mu\text{m}$  x100  $\mu\text{m}$  para análisis de rugosidad promedio.

## **Lista de Abreviaturas**

AFM: microscopio de fuerza atómica.

ATZ: zirconio reforzado con alúmina.

FSZ: zirconia completamente estabilizada.

HF: ácido fluorhídrico

HF+S: ácido fluorhídrico y silanizado posterior.

MEP: Monobond Etch & Prime.

PSZ: zirconia parcialmente estabilizada.

SEM: microscopio electrónico de barrido.

TZP: policristales de zirconia tetragonal.

Y-TZP: zirconia estabilizada con itrio.

ZTA: alúmina reforzada con zirconio.

## Resumen

**Introducción:** En la presente investigación se pondrán a prueba dos protocolos de acondicionamiento de superficie de la cerámica vítrea disilicato de litio: protocolo de grabado ácido y silanizado, y el protocolo de aplicación de Monobond Etch & Prime.

**Metodología:** diez especímenes de disilicato de litio se dividieron en dos grupos experimentales, en el primer grupo, cinco se acondicionaron con MEP y en el segundo grupo a 5 muestras se les aplicó ácido fluorhídrico al 5% por 20s seguido por Ivoclean; finalmente se aplicó una fina capa de Monobond N sobre la totalidad de especímenes ya acondicionados, se confeccionaron 2 cilindros de cemento Multilink N (Ivoclar Vivadent), cada uno de 2.5 mm de diámetro. Lo que resulta en 10 especímenes de cemento (n=10) por cada grupo experimental. Dichos cilindros fueron testeados en la máquina de prueba universal para medir la fuerza de cizalla lograda en cada caso. Se realiza un análisis descriptivo con el perfilómetro utilizando un solo espécimen de cada grupo para observar el patrón de grabado.

**Resultado y Conclusiones:** la fuerza de adhesión en la prueba de cizalla con el protocolo convencional fue de 28.84 Mpa (desviación estándar:  $\pm 6.55$ ) y con el MEP el promedio fue de 31.63 Mpa (desviación estándar:  $\pm 5.66$ ). No hay diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la fuerza de adhesión entre el protocolo de Monobond Etch and Prime y el protocolo de grabado con ácido fluorhídrico y silanización. En la prueba de perfilometría, que fue de tipo cualitativa, se observa un patrón de grabado más homogéneo y regular con el protocolo de grabado ácido y silanizado, dicho espécimen que fue tratado con Monobond Etch & Prime.

# **i. PARTE INTRODUCTORIA: Capítulo I**

## **JUSTIFICACIÓN:**

La Odontología se encuentra en constante cambio tanto en la manera de realizar procedimientos o tratamientos como en los materiales que son utilizados.

En el mercado existe gran variedad de agentes de ambos protocolos para acondicionar la superficie (MEP/ HF- silano) para garantizar la longevidad de la unión adhesiva entre las prótesis fijas con el cemento y de esta forma asegurar que las restauraciones van tener la vida útil esperada. Es de suma importancia analizar los protocolos vigentes en el mercado para así obtener una base científica sólida que justifique con bibliografía amplia y experimentación, es decir, la decisión clínica del uso de un protocolo por sobre otros disponibles.

La prueba de protocolos que se analiza en la literatura debe proveer al clínico de la herramienta discriminatoria para elegir los materiales óptimos a la hora de realizar el acto restaurador.

## **PLANTEAMIENTO:**

Debido al avance en el campo de la Odontología en cuanto a disminuir pasos en procedimientos, como lo es el caso del protocolo de cementación, es de suma importancia identificar si al innovar con un producto se obtienen resultados similares o mejores que al utilizar el protocolo convencional. Tal es el caso del uso de MEP como pretratante de superficie y el interés de conocer si su uso es justificable en lugar de emplear HF + Silano como protocolo estándar. La calidad de la adhesión proveída por ambos pretratamientos se puede medir por medio de la rugosidad de superficie y área superficial de adhesión.

## **Pregunta de Investigación:**

¿Existe diferencia significativa en cuanto a la fuerza adhesiva entre el cemento resinoso al disilicato de litio si este se trata con MEP o si se acondiciona con el protocolo convencional de grabado ácido y silano?

## **OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **- General:**

Evaluar la fuerza de adhesión entre disilicato de litio y un cemento resinoso después de diferentes procedimientos acondicionadores de superficie.

### **- Específicos:**

- Describir cualitativamente la topografía superficial del disilicato de litio por medio de perfilometría después de aplicar ácido fluorhídrico al 5% o Monobond Etch & Prime.
- Cuantificar la fuerza de adhesión en cizalla entre disilicato de litio y un cemento resinoso después de aplicar un protocolo adhesivo convencional de ácido fluorhídrico al 5% y silano o Monobond Etch & Prime.
- Evaluar si hay diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la fuerza adhesiva en cizalla entre ambos protocolos de tratamiento de superficie.

## **Hipótesis de trabajo**

Los especímenes pretratados con el protocolo convencional (aplicación de HF y silano) obtendrán mayor fuerza en la prueba de cizalla en comparación con los especímenes pretratados con el Monobond Etch & Prime.

### **Hipótesis estadística**

Hipótesis nula: Se asume que no hay diferencia entre ambos grupos experimentales en cuanto a la fuerza en MPa en la prueba de cizalla

Hipótesis alternativa: Se asume que los grupos experimentales provienen de diferentes poblaciones.

## ii. MARCO TEÓRICO: Capítulo II

### Clasificación de las Cerámicas

Las cerámicas son compuestos sólidos inorgánicos no metálicos que se producen por el calentamiento de altas temperaturas y el posterior enfriamiento de sus compuestos como carburos o nitruros, entre otros. Los materiales cerámicos pueden contener una estructura cristalina o parcialmente cristalina. La forma de la cerámica tiene mucha influencia en su comportamiento mecánico y clínico. (1)

Las cerámicas se pueden clasificar de muchas maneras, esto es, según su indicación clínica, composición, capacidad de grabado, métodos de procesamiento, temperaturas de cocción, translucidez, resistencia a fractura, desgaste de antagonistas, entre otros. El siguiente sistema de clasificación divide los materiales restauradores de cerámica en tres grandes familias de acuerdo con su composición, esta clasificación de las cerámicas se basa en si tiene o no una fase de matriz de vidrio o si contiene una matriz orgánica. Stefano *et al.* (2) proponen el siguiente sistema de clasificación de las cerámicas:

- a) **Cerámicas de matriz de vidrio:** Son cerámicas inorgánicas no metálicas que contienen una fase vítrea. Existen tres subtipos de cerámicas de matriz de vidrio:
  - **Feldespáticas:** las primeras porcelanas que se utilizaron en Odontología contenían tres elementos básicos: feldespato, cuarzo y caolín. Con el tiempo, esta composición se fue modificando hasta las cerámicas feldespáticas actuales, estas constan de un magma de feldespato que contiene partículas de cuarzo dispersas y en poca medida caolín. Cada elemento le confiere una propiedad, el feldespato es responsable de la translucidez de la porcelana, el cuarzo constituye la fase cristalina y el caolín le da plasticidad facilita el manejo de la cerámica cuando todavía no está cocida. (3)

- **Sintéticas:** dentro de las cerámicas sintéticas se pueden encontrar tres subtipos según su composición: a base de leucita, disilicato de litio y derivados y a base de flúor apatita. La composición que se utiliza comúnmente incluye dióxido de silicón, óxido de potasio, de sodio y de aluminio. La fase vítrea de este tipo de cerámicas se puede combinar con cristales de apatita y leucita para obtener una mayor resistencia. Estos materiales se pueden modificar para que coincida con el coeficiente de expansión térmica de sus estructuras respectivas. (2)
  - **Infiltrado de vidrio:** existen tres subtipos, el primer subtipo, Alúmina, fue el primer material infiltrado con vidrio, fabricado con una técnica llamada *Slip-casting*, en el que se forma un esqueleto poroso por medio de sinterización y luego se infiltra con vidrio de lantano para nuevamente infiltrar esa porosidad y aumentar así la resistencia de la porcelana; esto requiere de un recubrimiento de porcelana porque tiene una alta opacidad. Con el tiempo se crearon los subtipos Alúmina y magnesio y Alúmina y zirconia. (2)
- b) Cerámicas Policristalinas:** son cerámicas inorgánicas no metálicas que no contienen una fase vítrea, presentan una estructura cristalina de grano fino que provee resistencia y tenacidad a la fractura, y tienen una translucidez limitada. Existen tres subtipos de cerámicas policristalinas: (2)
- **Alúmina:** este material cerámico consiste en un óxido de aluminio de alta pureza, el cual presenta una gran resistencia y una alta dureza. Además posee presenta uno de los módulos de elasticidad más altos entre las cerámicas y una alta tenacidad a la fractura. (4)
  - **Zirconia Estabilizada:** la zirconia pura se puede encontrar en tres formas alotrópicas, que varía según la temperatura a la que se encuentre: Monoclínica, Tetragonal y Cúbica. En odontología se requiere que las fases tetragonales o cúbicas sean estables a temperatura ambiente, por lo que se utilizan óxidos de itrio, magnesio, cecio, entre otros. La zirconia puede clasificarse según su micro-estructura: FSZ: zirconia completamente estabilizada. La zirconia está en su forma cúbica, PSZ: zirconia parcialmente estabilizada. Tiene partículas



tetragonales y monoclinicas en una matriz cúbica, TZP: policristales de zirconia tetragonal. Son materiales monolíticos principalmente de fase tetragonal estabilizados con itrio o cerio. (2)

Las zirconias utilizadas en odontología son las de tipo TZP, que son estabilizadas comúnmente con itrio (Y-TZP). Estas poseen cristales con forma tetragonal que cambian a forma hexagonal cuando son sometidos a tensiones. (5) Por la técnica de procesamiento que tiene el material presenta una alta resistencia, ya que las partículas de alúmina están densamente empaquetadas reduciendo así la porosidad del material, entonces disminuye la vulnerabilidad a que presente *cracks*. (4)

- **Alúmina reforzada con zirconio (ZTA) y zirconio reforzado con alúmina (ATZ):** estas restauraciones se caracterizan por una elevada resistencia, el óxido de zirconio aumenta la tenacidad y tensión de la cerámica aluminosa, es decir, la adición de zirconia a la alúmina aumenta la resistencia a la fractura. El porcentaje de zirconia o alúmina en el compuesto se puede variar según el fabricante. (3)
  
- c) **Cerámicas de matriz de resina:** estas cerámicas se componen de una matriz orgánica altamente llena de partículas cerámicas. Se busca obtener un material que simule más el módulo de elasticidad de la dentina, desarrollar un material más fácil de ajustar y que permita una reparación con resina compuesta. Existen tres subgrupos de cerámicas de matriz de resina: (2)
  - **Resina nano-ceramica:** consiste en una matriz de resina altamente curada, reforzada con partículas nano-cerámicas.
  - **Cerámica híbrida** (vitrocerámica en matriz de resina): se compone de una red de cerámica feldespática y una red de polímeros (compuesta de UDMA y TEGDMA).
  - **Cerámica zirconia-sílica en matriz resinosa:** es una cerámica con diferentes matrices orgánicas y diferentes porcentajes de porcelana cerámica.

## **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, quiere decir que sus partículas de minerales cristalizados están dispersas uniformemente en una matriz vítrea. Es importante recalcar que la fase vítrea es la responsable de la estética de la cerámica, y la fase cristalina es la responsable de la resistencia. (3)

### **Formación y Composición del Disilicato de Litio**

La vitrocerámica de Disilicato de Litio (fórmula química:  $\text{LiSiO}_4$ ) está compuesta de sílice, óxido de litio, alúmina, óxido de potasio y pentóxido de fósforo entre otros. Estos componentes se funden a aproximadamente a 1200-1600°C durante un periodo de tiempo (aproximadamente de 4 horas) y luego se enfría, con agua o se funde en moldes de acero o se enfría a la temperatura de cristalización. El vidrio resultante se trata con el fin de formar una vitrocerámica mediante un tratamiento térmico (400-1100°C), que puede comprender un paso de nucleación y un paso de crecimiento de cristales.

Dependiendo de la composición la primera etapa de nucleación se realiza entre 450-700°C durante 0.5 a 4 horas. Y la segunda etapa de crecimiento de cristales se realiza con temperaturas de 800-1000°C durante 0.5 a 48 horas. El tratamiento térmico preferible comprende aproximadamente una hora de remojo a 645°C y un remojo posterior de 4 horas a 850°C. Las cerámicas resultantes se pulverizan y se utilizan para formar gránulos de formas, tamaños y estructuras preestablecidas. Los aditivos se pueden mezclar con el polvo antes de formarlos en gránulos, éstos se pueden usar para presionar núcleos u otras formas para restauraciones dentales. El gránulo puede someterse a deformación viscosa a una temperatura en el intervalo 800-1200°C al vacío y bajo presión (0.2-0.8MPa) para obtener la restauración dental. (6)

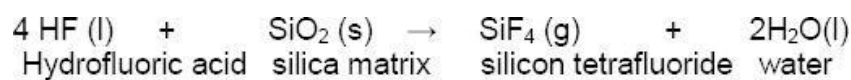
## Tratamientos de Superficie del Disilicato de Litio:

Cuando se desea cementar una prótesis fija de disilicato de litio, se realiza sobre la superficie un pretratamiento con la finalidad de crear microretenciones y aumentar la energía superficial del material; dicho acondicionamiento permite que la aplicación posterior del adhesivo sea más eficiente y alcance una mayor fuerza adherente, a continuación se profundiza sobre cada uno de los protocolos utilizados:

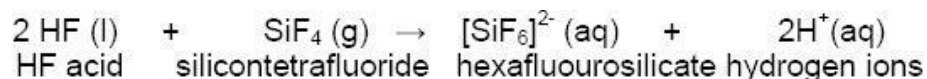
### a) Protocolo Convencional: Ácido Fluorhídrico + Silano

El grabado ácido de la cerámica dental a base de sílice se introdujo por primera vez en 1983 por Simonsen y Calamia (7). Los ácidos se utilizan para la alteración mecánica porque provocan cambios en la superficie de la cerámica. El ácido fluorhídrico es el ácido más frecuentemente utilizado, al aplicarlo sobre la superficie de la cerámica, esta reacciona con la matriz de sílice creando tetrafluoruro. (8)

El tetrafluoruro de silicio reacciona con otras moléculas de ácido fluorhídrico formando un ion complejo soluble, hexafluorosilicato:



Más adelante, los iones de hidrógeno reaccionan con el complejo de hexafluorosilicato formando un ácido fluorosilícico que se puede enjuagar:



Al disolver y eliminar la capa superficial de la matriz vítrea que contiene sílice (SiO<sub>2</sub>), silicatos (Si<sub>4</sub>O<sub>4</sub>) y cristales de leucita (K<sub>2</sub>O • Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> • 4SiO<sub>2</sub>), la superficie se vuelve porosa con un tamaño del poro de 3 - 4 μm, esto aumenta la adhesión mecánica de superficie. (7) El ácido fluorhídrico (HF) se considera un agente eficiente de modificación de superficie que es capaz de disolver la matriz vítrea en la porcelana, exponiendo así los cristales incrustados de disilicato de litio. En consecuencia, se han encontrado valores más altos de

resistencia de unión con la exposición de cristales de disilicato de litio debido al mayor entramamiento micromecánico entre el cemento resinoso y la cerámica. Por lo tanto, la aplicación del ácido fluorhídrico seguido de una solución de silano es el tratamiento de superficie más aceptado antes de cementar una vitrocerámica. (8)

Los protocolos de aplicación de ácidos varían de acuerdo a cada marca comercial, tipo de material entre otras características. Entre los protocolos de grabado ácido más aceptados, está la aplicación con un microbrush desechable en la cerámica, utilizando ácido HF al 5% (estudio con IPS Ceramic Etching Gel y Vita Ceramics Etch) estos se dejan reaccionar durante 20 s cuando se trata de disilicato de litio, 30 s para cerámica de disilicato de litio reforzado con zirconia, y 60 s para cerámicas feldespáticas o reforzado con leucita. (7)

Después de dejar actuar se debe lavar completamente de la superficie tratada con agua abundante o colocar en soluciones neutralizadoras de carbonato de calcio por 5 min. Finalmente se recomienda colocar la restauración en un baño ultrasónico para eliminar las sales de porcelana y los residuos formados por el tratamiento de superficie que podrían disminuir la adhesión. (7)

La rugosidad de la superficie y el patrón de grabado dependen del tipo de cerámica, los ácidos no afectan las cerámicas policristalinas que no contienen matriz vítrea. La matriz de sílice y los cristales de leucita se disuelven selectivamente (en vitrocerámicas), generando una estructura porosa tridimensional. (7)

Los efectos del grabado son: limpieza de la superficie de unión eliminando los óxidos, escombros y grasa no deseados, aumento de la rugosidad superficial, aumento del área de unión y aumento de la humectabilidad de la superficie de cerámica; finalmente se crea una micro-retención (microporos, surcos y canales) que se puede infiltrar fácilmente con cemento compuesto fluido no curado. Todos los efectos juntos aumentan de forma significativa la resistencia de unión cerámica – cemento resinoso. (9)

La rugosidad de superficie se puede cuantificar por medio de diferentes equipos disponibles en el ámbito de la investigación los cuales analizan la topografía superficial obteniendo registros de rugosidades promedio.

Yavuz y Eraslan en su artículo (10) comparan la rugosidad que crea el grabado usando con ácido fluorhídrico con la falta del mismo; se concluye que las superficies acondicionadas solamente con silano a diferentes temperaturas tienen similar rugosidad y la misma es menor que la superficie que fue acondicionada con ácido fluorhídrico al 5% por 20 segundos. Del mismo modo, Yavuz et al en otro artículo llamado *Effect of different Surface Treatments on Porcelain-Resin Bond Strength* hace otra comparación del acondicionamiento de la superficie del disilicato, pero esta vez compara el grabado con ácido fluorhídrico al 5% por 20 segundos y otros acondicionadores como lo son el arenado y la utilización del láser. En este artículo se concluye que el grupo que presentó la mayor rugosidad fue el grabado con ácido fluorhídrico ya que este presentaba los mayores picos. (11), (10), (12)

Existen algunos artículos científicos que comparan el porcentaje del ácido fluorhídrico en el disilicato de litio y otros donde se compara el tiempo que se deja actuando en la porcelana. Prochnow (13) pretende lograr por medio de una lectura de AFM una comparación de diferentes porcentajes de ácido fluorhídrico durante el mismo tiempo (20 segundos); se comparan los siguientes porcentajes: 1%, 3%, 5% y 10%. En este artículo se obtienen los siguientes resultados: los primeros dos grupos que fueron grabados con ácido al 1 y 3% no tuvieron mayor diferencia en sus resultados, se comienza a notar un aumento cuando el grabado se realiza con ácido fluorhídrico al 5%, pero la mayor rugosidad la obtuvo el grupo grabado con ácido al 10%. Por otro lado, Xiaoping *et al.* comparan el tiempo de grabado con ácido fluorhídrico al 9.6%, se realiza a los 0, 20, 40, 60 y 120 segundos; de este experimento se concluye que la rugosidad aumenta conforme aumenta el tiempo de grabado. (14) (13)

De igual forma, algo importante de evaluar es la fuerza de adhesión lograda. Los diferentes tipos de grabado ácido, tiempos de contacto del ácido entre otros detalles pueden tener un efecto real sobre la fuerza final de la unión adhesiva. Según Kalavacharla (15), se realizó una prueba en la cual se

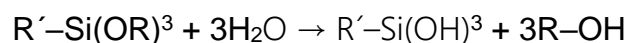
pretrataron las superficies de disilicato de litio con ácido fluorhídrico en un grupo al 5% por 20s y en otro al 9.5% por 60s, si se analiza el resultado del esfuerzo de cizalla fue de 19.08 Mpa y 24.93 Mpa respectivamente y al aplicar silano también los resultados fueron: 40.47 y 37.50 respectivamente; lo anterior da una idea de la equiparación de la concentración y el tiempo de acción en cada caso ya que en ambos los resultados de fuerza de adhesión son similares. Si se hubieran grabado los especímenes un mismo tiempo (20 s, el menor) para las 2 diferentes concentraciones de ácido la comparación entre los resultados obtenidos sería más objetiva. La rugosidad lograda a menor concentración de ácido (5%) y a un tiempo menor (20 s) logró una fuerza de adhesión deseable y similar. (15)

El grabado de 20 s con HF al 5% es suficiente para obtener una fuerza de adhesión aceptable sin debilitar las cerámicas. Después del grabado ácido el disilicato de litio requiere de la colocación del agente silanizador, el silano es un agente de unión con una base de alcohol u acetona que se usa para mejorar la unión entre la porcelana y el cemento de resina. (16)

Los silanos son un grupo de compuestos orgánicos que esencialmente contienen un átomo de silicio (Si). Es una molécula que posee grupos silanoles en un extremo (para la unión iónica con  $\text{SiO}_2$ ) y grupos metacrilatos en el otro extremo (para la unión covalente con la matriz orgánica); esta llega a ser la encargada de brindar una unión químicamente estable entre las partículas de relleno y la matriz orgánica. Por su composición los silanos tienen doble reactividad, es decir que es bifuncional, la parte funcional orgánica puede polimerizarse con una matriz orgánica y los grupos silanoles pueden reaccionar con un grupo inorgánico. En ambos casos se forman enlaces covalentes entre las matrices. (17)

El silano es un monómero de doble función, puede servir como mediador que promueve la adhesión entre matrices diferentes, orgánicas e inorgánicas a través de esa doble reactividad que presenta. Pero para poder actuar como agentes de unión los silanos deben ser activados (hidrolizados y condensados) primero. En una solución acuosa los grupos alcoxi reaccionan con agua y forman grupos de silano reactivos, hidrófilos y ácidos ( $\text{SiOH}$ ) y se liberan

alcoholes como productos secundarios. Las reacciones químicas se describen como: (17)



Con respecto a la utilización del silano en Odontología, su uso es necesario para la adhesión de restauraciones cerámicas, ya que los cementos son de origen orgánico y las cerámicas inorgánicas; por lo cual las superficies de las cerámicas necesitan grabado antes de la silanización. El silano mejora la adhesión de la resina con la cerámica en un 25%. (17)

La molécula de silano se une químicamente por medio de un enlace efectuado a través de la unión siloxano donde los grupos reactivos se adhieren químicamente a las moléculas encontradas en el adhesivo. (18) El silano, además de proporcionar una unión química, tiene la capacidad de mejorar la humectabilidad superficial provocando un mejor contacto e infiltración del cemento a las irregularidades causadas por el grabado ácido. (19)

Cuando el silano es aplicado a la superficie cerámica se forman tres capas: las capas externas están compuestas de oligómeros, los cuales que son absorbidos hacia el vidrio de tal forma que puedan ser lavados por solventes orgánicos o agua. Las capas intermedias están compuestas de uniones de siloxano que conectan los oligómeros y son hidrolizables con agua caliente. Las capas más profundas forman una red tridimensional la cual es hidrolíticamente estable. Solamente esta última capa mejora la adhesión. (19)

Los agentes de unión del silano son conocidos por favorecer la humectabilidad de los substratos de vidrio, aumentar la unión físico-mecánica y química del cemento resinoso a la porcelana y aumentar la resistencia al agua de la interfase de unión. (9) Actualmente se ha implementado el uso de un producto llamado *Monobond etch and prime*, el cual unifica el paso del grabado ácido con el de silanización, lo anterior disminuye la sensibilidad de la técnica; hay que recordar que la unión cerámica de disilicato de litio se lleva a cabo mediante grabado ácido con ácido fluorhídrico (HF) seguido de una aplicación de silano. Al reemplazar el HF con polifluoruro de amonio contenido en la misma matriz que el silano, se puede reducir el número de pasos en este

procedimiento clínico, aunque manteniendo los valores de resistencia de la unión y reduciendo la toxicidad. El ácido hidrofúorhídrico + silano resulta en una energía de superficie media más alta que Monobond Etch & Prime, sin embargo, este último tuvo un enlace más estable después del envejecimiento; aunque estadísticamente son similares en los resultados de acuerdo con los estudios más actuales. (20)

Los tratamientos mecánicos de superficie como es el arenado no son recomendados para las porcelanas de disilicato de litio ya que pueden provocar desprendimiento de *chips* (trozos de material no solo de la superficie ni solamente de la matriz), microfracturas o pérdidas de material; además de un gran debilitamiento de la superficie que pueden desencadenar en fallas de la restauración en el futuro. En caso de materiales no gravables se debe utilizar este método, debido a que es la única manera de aumentar la adhesión desde el punto de vista de la retención micromecánica. (9)

#### **b) Uso del Monobond Etch & Prime (MEP)**

Recientemente, Ivoclar Vivadent ha lanzado un imprimador de cerámica que acorta el pretratamiento de restauraciones dentales, que incluye grabado con ácido y silano en una sola botella (Monobond Etch & Prime: MEP).

El MEP combina fluoruro de amonio que es una sal ácida que se utilizada en el grabado de vidrio la cual tiene una menor acidez que el HF; el microscopio de fuerza atómica (AFM) y el SEM confirman cómo al grabar con MEP el acondicionamiento de superficie resulta en menor rugosidad que al aplicar HF y silano. (21)

En el artículo titulado *Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching; Etching efficacy and bonding performance* se utiliza el MEP (IvoclarVivadent), se aplicó el primer de cerámica autograbado con un microbrush, en el cual se agitó por 20s y se dejó actuar por 40s, se lavó con spray de agua y aire por 20s y se secó con aire por 10s en diez discos de cerámica al azar. (22)

El porcentaje de falla adhesiva se asoció con: el que no se tratara (NT) y Monobond Plus (MP) sin grabado, este porcentaje disminuyó cuando se trató



con Monobond Plus con ácido (HFMP) y Monobond etch & prime (MEP). En cuanto a la rugosidad de superficie todos los materiales tratados con MEP presentaron la menor rugosidad. En el examen topográfico el MEP generó un patrón menos pronunciado que el ácido fluorhídrico en todos los especímenes. (22)

En este artículo se concluye que la eficiencia del grabado del Primer de Cerámica auto-grabado es dependiente del material, y se manifiesta mejor cuando se utiliza como pre-tratamiento de cerámica de vidrio. En segundo lugar, se resume que la fuerza de adhesión de los cementos varía significativamente con el método de pre-tratamiento y, de acuerdo con el artículo, el método con mejores valores de adhesión para cerámicas feldespáticas y disilicato de vidrio es el tratamiento con el ácido fluorhídrico seguido de la silanización por lo que no se apoya en esta literatura el uso del MEP. (22)

El sistema de silano en MEP deja una capa de silano que se mantiene aún luego de lavar con agua, el análisis EDX muestra cómo queda un residuo de flúor en la superficie, esto puede ser debido a la reacción del material con la fase vítrea produciendo sales de flúor y sílica insolubles, y además la forma que los iones de flúor se quedan atrapados en la capa de silano. El significado clínico de este residuo de flúor es poco claro y requiere más investigación. (21)

Por otro lado, el artículo *New Single-Bond Ceramic Primer: 6-month Case and Performance HF*. (21), señala que la fuerza de enlace de microcizalla a la superficie intaglio del disilicato de litio fue estadísticamente similar cuando se comparó HF con MEP. Este nuevo acondicionador de vitrocerámica de autograbado mostró buenos resultados in vitro y clínicos a los 6 meses en el informe de caso. Se deben realizar futuros estudios clínicos a largo plazo, con más casos clínicos para confirmar el rendimiento del uso de este nuevo acondicionador

Otro estudio mostró que el patrón de grabado logrado con el MEP era solo superficial cuando se comparaba con el patrón de acondicionador observado después de la aplicación de HF, al ser evaluado mediante SEM. Esto se debe a que MEP contiene de 15 a 25% de poli fluoruro de amonio como agente de

acondicionamiento, el cual graba la superficie de la cerámica. Este ácido sería responsable de la única disolución parcial de la fase vítrea de la cerámica. Aunque el patrón de grabado es menos pronunciado, la media de los valores de cizalla, cuando se aplicó MEP, no fue estadísticamente diferente de los obtenidos con el grabado con HF. Esto sugiere que el patrón de acondicionamiento producido por MEP es suficiente para el anclaje adhesivo con un intaglio de superficie cerámica. (23)

Por el contrario, se ha informado que el grabado del HF en la superficie cerámica no solo proporciona un patrón de grabado agresivo que conduce a un patrón de rugosidad más alto, sino que también parece tener un efecto debilitador en las superficies cerámicas. Por lo tanto, una mayor rugosidad superficial no está directamente relacionada con una mayor resistencia de la unión. (24)

De este modo, se puede concluir hay contradicciones en la literatura. El MEP es comparable con el HF, pero a la hora de elegir un sistema de manera definitiva, se resume que el mejor sistema es aquel con el cual el operador se sienta más cómodo y cuyo protocolo maneje con mayor facilidad.

### **Métodos para evaluar la topografía superficial y cuantificar rugosidad**

El AFM (Atomic Force Microscope) o microscopio de fuerza atómica, mencionado anteriormente, es un instrumento óptico mecánico con la capacidad de percibir fuerzas hasta de valores en nano newtons. El AFM registra la topografía de una muestra gracias a una punta afilada en forma cónica o piramidal (sonda). Dicha sonda va unida a un microscópico y flexible listón. Puede considerarse como un perfilómetro de resolución sub-nanométrica. Permite longitudes de muestreo máximas de 100 micrómetros con resolución nanométrica, (25) aunque en la revisión literaria se reportan muestras de tamaños muy distintos siendo estas de 20  $\mu\text{m}$  x 20  $\mu\text{m}$  [ (26), (14)], 40  $\mu\text{m}$  x 40  $\mu\text{m}$  [ (11), (13)] o de 25  $\mu\text{m}$  x 25  $\mu\text{m}$  [ (27), (10)].

En cuanto a las especificaciones del equipo, la información reportada por los autores es muy resumida y no aporta lo necesario para conocer con total

certeza lo utilizado. Se reportan tamaños de puntas del equipo de 5-10 nm (11) e inclusive tamaños aún mayores de 40  $\mu\text{m}$ . (10) (12)

En cuanto al material de la punta el más utilizado es una punta de silicona barnizada con oro (27) (10) (12) e inclusive también se reportan punta de silicona pero barnizadas con fósforo. (26)

Entre la revisión bibliográfica realizada se logra observar que existen diferentes tamaños del área medida con AFM, los artículos que utilizan una muestra de 25x25 $\mu\text{m}$  concluyen lo mismo, la rugosidad en la superficie que fue grabada con ácido fluorhídrico es mayor en comparación con las que tuvieron un pretratamiento distinto. En los artículos que utilizan una muestra de 40x40 $\mu\text{m}$  se puede observar que la rugosidad superficial mayor la presentan las porcelanas grabadas con el mayor porcentaje de ácido comparado. (11), (13)

Debido a que varios de los artículos comparados no mencionan los resultados en forma numérica, no se puede comparar si la rugosidad aumenta con el tamaño de la muestra, y del mismo modo no se pueden comparar los resultados obtenidos con el tamaño de la punta utilizada porque en los artículos únicamente se menciona el grupo que obtuvo mayor rugosidad.

Además del AFM existe un método para cuantificar la rugosidad llamado perfilometría. En esta técnica se utiliza un equipo conocido como perfilómetro. La manera de operar de dicho equipo es mediante una punta fina en contacto con la superficie a analizar, dicha punta recorre en contacto con la muestra de manera lineal y registra las variaciones en altura en la topografía las cuales se traducen en señales eléctricas que son graficadas. Además con este equipo es posible construir imágenes 3D, logradas mediante barridos sucesivos para obtener una imagen en bloque de la topografía de la muestra analizada.

Un parámetro muy importante a tener en cuenta con estos equipos es el tamaño de la punta, ya que esta influye en la resolución obtenida en las mediciones. Normalmente se utilizan puntas de pocos micrómetros, 2 micras es un valor común aunque en la bibliografía consultada se reporta el uso de puntas de hasta 0.5  $\mu\text{m}$  (28) e inclusive puntas de diámetros aún mayores de 5 $\mu\text{m}$  de radio (27). En muchos artículos no se especifica el tamaño de la punta

analizada lo cual, como anteriormente fue mencionado, es de suma importancia para así comparar los resultados obtenidos. En cuanto al material de la punta si se logra una concordancia, la punta obtenida como la más utilizada es de diamante. (27) (28) (29)

Otro parámetro importante de considerar en cuanto al análisis de resultados alcanzados es la manera en que se analizan las muestras. El equipo tiene dos maneras de operar, ya sea mediante el análisis de manera lineal la superficie (generalmente las mediciones se repiten y se genera un promedio) o a través de las imágenes tridimensionales creadas por el equipo a partir de lecturas sucesivas (igualmente se toman algunas imágenes y se calcula un promedio). Al igual que las características de la punta, también en esta información se encuentran deficiencias en cuanto al detalle con que en los diferentes artículos especifican como fueron obtenidos los resultados.

Después de una búsqueda exhaustiva de artículos que relacionen perfilometría y análisis de superficie de disilicato de litio, se llega a la conclusión de la escasez de bibliografía disponible.

### **Pruebas para evaluar fuerza adhesiva**

Además de los análisis de la topografía superficial, se pueden realizar pruebas que evalúen las fuerzas adhesivas de distintos materiales al disilicato de litio. Una de estas pruebas es la prueba de cizalla, la cual se utiliza para conocer cuánta fuerza vertical puede soportar un material o la unión de diferentes. Las pruebas pueden ser aplicadas ejerciendo una fuerza sobre la superficie lateral del espécimen (la más utilizada) o aplicando una fuerza vertical que tire desde ambos extremos de la muestra hasta que produzca en un fallo en la interfase de unión. Cabe recalcar que esta prueba sí fue ampliamente utilizada, por lo que se cuenta con gran bibliografía de respaldo para considerar la efectividad de su uso. La velocidad a la cual la máquina opera puede variar pero generalmente se reportan velocidades de entre 0,5 y 1 mm/min. La velocidad más utilizada por la máquina de prueba universal reportada en los artículos es la de 0,5 mm/min. (12) (30)

También es importante tomar en cuenta el área adherida de las muestras analizadas, porque este parámetro es una variante influyente en el resultado del esfuerzo final.

Este ensayo (prueba de cizalla) usualmente toma un espécimen de la porcelana vítrea (disilicato de litio) y lo cementa con una resina o con un excedente de cemento (en una forma geométrica particular con dimensiones específicas) colocándolo en una máquina universal de pruebas que procede a halar o empujar esta forma geométrica hasta el punto de quiebre, registrando en todo momento el esfuerzo ejercido.

En los artículos revisados únicamente uno utilizó el mecanismo de halar la sección unida al espécimen cerámico, los demás empujaban dicha sección; desde el punto de vista físico, por esta razón las fuerzas medidas ya sea al empujar o halar son siempre equivalentes. Analizando los datos obtenidos no hay evidencia de diferencias estadística significativas entre ambas formas de realizar el procedimiento.

Si se compara el protocolo utilizado en los artículos que fueron revisados, la mayoría utilizan cilindros de cemento o de resina, aunque son pocos los que indican las dimensiones de estos. Lo importante es el área superficial de ese cilindro, porque dicha área la que se cementa al espécimen de cerámica (el cual tiene un área y forma que en principio no tiene importancia para esta prueba, mientras sea al menos del tamaño del cilindro de cemento o resina). Partiendo del hecho de que el esfuerzo (resistencia en voladizo de un material sólido) es fuerza entre área ( $E: F/A$ ) y, si el área varía entre los estudios (31), es difícil contrastar los resultados entre ellos, debido a que entre menor sea el área cementada más esfuerzo ejerce la máquina y más anticipado será el fallo de la unión, analizándolo a la viceversa: entre mayor el área cementada menor será el esfuerzo de la máquina sobre la interfase cementante y más retardado el fallo (con el aumento de resistencia ( $F$ ) en proporción que esto denota).

En cuanto a la velocidad con la cual las máquinas universales de pruebas mueven su pivote testeador varía en los estudios revisados entre: 0.5 – 1 mm/s. En principio sí existe deferencia estadística al realizar las pruebas en ambas velocidades, puesto que la fuerza es masa por la aceleración de esta

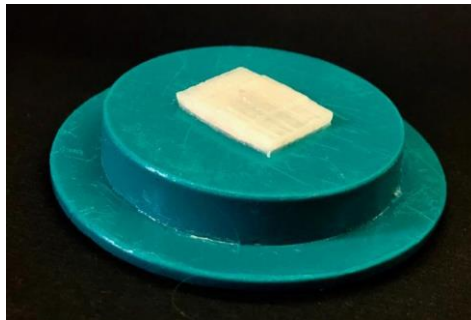
manera (31) (sería la masa del vástago de pruebas por la aceleración de aquella, que varía dependiendo de la velocidad a la que se realizó la prueba), por lo tanto en una velocidad de 1 mm/s la carga de resistencia es mayor que en una prueba a menos velocidad como a 0.5 mm/s; de esta forma el esfuerzo es mayor a una velocidad mayor (el material resiste ligeramente más esfuerzo).

## ii. MÉTODOS DEL TRABAJO: Capítulo III

### Confección de los cilindros de acrílico

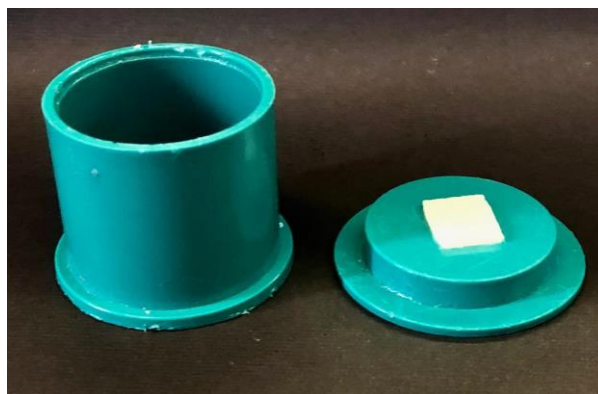
Para el proyecto de investigación se obtuvieron muestras de disilicato de litio sobrantes de paredes laterales de cubos CAD CAM, los cuales fueron aportados por un laboratorio de mecánica dental.

Cada espécimen de disilicato de litio se colocó sobre una base (Figura 1), la parte brillante pulida hacia la base con una cantidad pequeña de “cera utility” de color gris, de manera que sellará el espacio para que el acrílico no esté en contacto con la parte pulida.



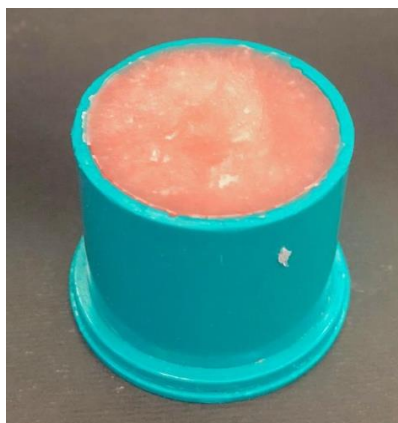
*Figura 1. Base para colocar espécimen*

Luego de colocar el espécimen en la base del anillo, se procedió a colocar vaselina en la superficie interna del mismo anillo, sin tocar su base. (Figura 2) Posteriormente se cierra el anillo, de esta manera está listo para colocar el acrílico.



*Figura 2. Base y anillo utilizados para fabricar cilindros de acrílico*

El acrílico se mezcla según las proporciones que aconseja el fabricante y se vierte dentro del anillo, se remueven los excesos y se deja boca abajo haciendo presión hasta que el acrílico comienza a calentarse. Cuando se calienta se coloca dentro de una copa de hule con agua fría y se deja reposando hasta que enfríe. Como se muestra en la Figura 3, en todos los especímenes se buscó que el acrílico alcanzara toda la altura del anillo. Luego de que el acrílico enfriara por completo con cuidado se extrajo cada cilindro de acrílico. Este procedimiento se realizó con cada uno de los diez especímenes utilizados en el trabajo de investigación. Se realizaron tres cilindros de acrílico extra con el fin de que los estudiantes pudieran practicar la colocación del cemento.



*Figura 3. Acrílico colocado al tope del cilindro.*

Esta última imagen (Figura 4) muestra cómo se ven los cilindros de acrílico cuando están listos para las pruebas del proyecto. Un aspecto importante es que los especímenes de disilicato de litio debieron quedar a la misma altura del acrílico para facilitar los procesos posteriores.



*Figura 4. Especímenes una vez finalizados.*



## Preparación de las muestras

**La lista completa de materiales utilizados e instrucciones de aplicación según los fabricantes se encuentra en la Tabla 1.**

### 1. Protocolo convencional

Se graba toda la superficie de la muestra de disilicato de litio con ácido fluorhídrico al 5% (IPS Ceramic Etching Gel, durante 20 segundos. Se debe enjuagar minuciosamente con agua y secar con aire libre de grasa.

Seguidamente, de esto se procede a colocar a las muestras la pasta de limpieza Ivoclean (Ivoclar Vivadent) tal y como se muestra en la Figura 5, este frasco se debe agitar bien antes de su colocación. Se cubre toda la superficie con una capa utilizando un microcepillo no abrasivo. Se deja actuar por 20 segundos y se procede a limpiar cuidadosamente con spray de agua y secar con aire libre de aceite. Para mayor limpieza se colocan las muestras en baño ultrasónico por 5 minutos.



*Figura 5. Aplicación de Ivoclean.*

Se aplica una fina capa de Monobond N (Ivoclar Vivadent) (Figura 6) con microcepillo sobre toda la superficie pretratada y se deja actuar por 60 segundos, a continuación, dispersar cualquier remanente con una fuerte corriente de aire. Si el primer se seca sobre la superficie antes de exponerlo al aire, la superficie debe limpiarse con alcohol puro y secarse con aire.



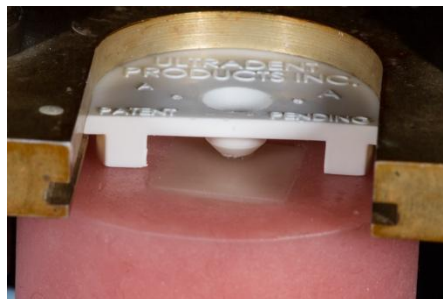
*Figura 6. Aplicación de Monobond*

El cemento utilizado Multilink N (Ivoclar Vivadent) (Figura 7). Se coloca una nueva punta automezcladora por cada muestra (se realizaran 2 cilindros de cemento por cada espécimen de disilicato de litio por lo cual para ambos cilindros se utilizará la misma punta mezcladora).



*Figura 7. Cemento Multilink*

Cada muestra de disilicato se coloca en una base con un aditamento especial para crear cilindros de cemento con la misma área de superficie con un diámetro de 2,5 mm, como el cual se muestra en la Figura 8.



*Figura 8. Aditamento para fabricar cilindros de cemento*

Se aplica la cantidad deseada, se remueven excesos y se continúa con fotopolimerización de cada cilindro de cemento por 20 segundos. Para remover el aditamento que ayuda a fabricar los cilindros una persona se encarga de sostener con un instrumento el cilindro de cemento y otra de remover la parte superior del aditamento en un solo movimiento.

En la siguiente imagen (Figura 9) se muestra una vez finalizado el espécimen con 2 cilindros de cemento, uno en cada extremo (Figura 10).



Figura 9. Modo de colocación del cemento



Figura 10. Cilindros de cemento una vez terminados

## 2. Protocolo del Monobond Etch and Prime (MEP)

Se enjuaga el espécimen de disilicato de litio soplando con agua y luego se seca con aire libre de agua y aceite. Luego se procede a aplicar el MEP, se colocan dos gotas sobre el disilicato de litio y con un microbrush se frota por 20 segundos con una presión ligera. Se deja actuar por 40 segundos y se lava vigorosamente con agua hasta retirar el MEP (hasta que el color verde haya desaparecido). Si quedara algún residuo del MEP se coloca en un baño de ultrasonido por 5 minutos. Se seca el disilicato con aire libre de agua y aceite por 10 segundos y posteriormente se coloca el cemento según el protocolo explicado anteriormente. En las imágenes siguientes (Figura 11, Figura 12) se puede observar la colocación del MEP con el microbrush y posteriormente el lavado con agua.



Figura 11. Colocación de MEP



Figura 12. Lavado después de la aplicación de MEP

## **Almacenamiento de los especímenes**

Cada espécimen fue almacenado en un recipiente conteniendo agua destilada a 37°C por una semana antes de las pruebas de cizalla. Se colocó cada espécimen separado del otro identificados según el grupo experimental.

## **Prueba de cizalla**

Para las pruebas de cizalla la selección de especímenes se realizó de manera aleatoria, las muestras fueron enumeradas para determinar posteriormente a cuál grupo experimental pertenecían.

Las muestras fueron colocadas en la máquina de prueba de cizalla marca Tinus Olsen Modelo H10KS, la cual aplicaba una fuerza con velocidad de 1 milímetro por minuto. Estas muestras se colocaron en una mesa que aproximaba mayormente al aditamento que ejerce la fuerza tipo cortante vertical sobre un costado del cilindro de cemento, el aditamento debe avanzar de manera recta y sobre la superficie de la cerámica hasta contactar el cemento y empezar a generar la fuerza que eventualmente provocará la falla del material. La fuerza aplicada se registró en kilogramos pero dichos resultados fueron analizados en mega pascales, transformándose de una unidad a otra a través del conocimiento del área estandarizada del cilindro de cemento (diámetro 2,5 mm, área  $4,91 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ ).

## **Análisis perfilométrico**

Se realiza un análisis descriptivo con un solo espécimen de cada grupo con el final de observar el patrón de grabado. El perfilómetro utilizado fue de marca Dektak XT (Bruker) que posee una punta de 2  $\mu\text{m}$  con una fuerza de 1mg. Una velocidad de medida de 10 micrómetros por minuto. Se realizaron dos lecturas de superficie, la lectura inicial de 500  $\mu\text{m}$  x 500  $\mu\text{m}$ , de la cual se seleccionaron 3 áreas aleatoriamente de 100  $\mu\text{m}$  x 100  $\mu\text{m}$  para el análisis de rugosidad promedio.

## Análisis estadístico

La muestra se compone de diez especímenes de cemento en cada uno de los dos grupos experimentales (n=10). La numeración de cada espécimen en los grupos se realizó de forma ciega. La prueba de cizalla se realizó aleatoriamente tomando muestras de los distintos grupos de estudio.

Los resultados de la prueba de cizalla se analizaron por medio de estadística descriptiva y la significancia comparativa entre ambos grupos experimentales fue analizada utilizando estudios de varianza de una vía ANOVA bajo el paquete estadístico SPSS.

Tabla 1. Materiales utilizados en estudio invitro

Material	Composición	Aplicación según fabricante	Lote
IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	< 5% ácido fluorhídrico	<ol style="list-style-type: none"><li>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.</li><li>2. Dejar actuar el gel de grabado IPS Ceramic en función del tipo de cerámica a grabar.<ul style="list-style-type: none"><li>– IPS e.max Press 20seg</li><li>– IPS e.max CAD 20seg</li></ul></li><li>3. Eliminar a continuación, bajo agua corriente, el gel de grabado IPS Ceramic de la restauración en un vaso de polietileno (aprox. 250 ml).</li></ol>	X1627 6
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"><li>- Tras la prueba lavar cuidadosamente con agua pulverizada la restauración y secad con aire libre de aceite.</li><li>- cubrir la superficie de adhesión de la restauración con una</li></ul>	X2870 3

		<p>capa de Ivoclean utilizando un micro cepillo o un cepillo no abrasivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dejar que actúe la acción limpiadora durante 20 segundos y después limpiar cuidadosamente con agua pulverizada y secar con aire libre de aceite.</li> </ul>	
<p>Monobond N, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein</p>	<p>Solución alcohólica de metacrilato de silano, metacrilato de ácido fosfórico y sulfuro metacrilato</p>	<p>Luego de el grado ácido y limpieza de la restauración se procede al siguiente protocolo</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicar una fina capa de Monobond N con pincel o Microbrush sobre las superficies pre-tratadas.</li> <li>2. Dejar al material reaccionar durante 60 segundos.</li> </ol> <p>A continuación, dispersar cualquier exceso remanente con una fuerte corriente de aire.</p> <p>3 Aplicar el cemento resinoso.</p>	<p>X9583 0</p>
<p>Multilink N , Ivoclar Vivadent, Liechtenstein</p>	<p>La matriz de monómero está compuesta por dimetacrilato y HEMA. Los rellenos inorgánicos son vidrio de bario, trifluoruro de iterbio y óxidos mixtos esféricos.</p> <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</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>3. Dispersar el exceso con un fuerte chorro de aire hasta que no se vea</li> </ol>	<p>X9427 9</p>

	es de aproximadamente el 40%.	<p>líquido en movimiento. Debido a que el Primer es exclusivamente autopolimerizable, no es necesaria la fotopolimerización.</p> <p>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>Solución acuosa alcohólica de polifluoruro de amonio, silano metacrilato y colorante. (Componente para grabado: Polifluoruro de amonio. Componente para silanizar: metacrilato de silano. Solvente: alcohol y agua. Colorante de comida color verde)</p>	<p>1. Enjuagar la restauración con un spray de agua y secar con aire libre de aceite y agua.</p> <p>2. Aplicar Monobond Etch &amp; Prime en la superficie de adhesión usando un Microbrush y frotar contra la superficie durante 20 segundos usando una presión ligera.</p> <p>3. Dejar actuar durante otros 40 segundos.</p> <p>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.</p> <p>5. Secar la restauración con aire comprimido libre de agua o aceites durante 10 segundos.</p>	W4021 2

### iii. DESARROLLO: Capítulo IV

#### Resultados de la Prueba Cizalla

Tabla 2. 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

Los resultados de las pruebas de cizalla se pueden observar en la Tabla 2, el total de las muestras evaluadas fue de 19 especímenes, de los cuales 9 muestras fueron pretratadas con el protocolo convencional, cuyo promedio de fuerza de adhesión fue de 28.85 MPa con desviación típica de 6.55142 MPa. Para los diez especímenes acondicionados con el MEP el promedio fue de 31.6362 MPa con una desviación típica de 5.66337 MPa.

Tabla 3. Prueba de homogeneidad de varianza.

Test de Levene	gl1	gl2	gl3	Sig.
	9	1	17	0.608

Se realizó una prueba de homogeneidad de varianza, donde el resultado fue No significativo, por eso se asume que las varianzas sí son homogéneas y sí se puede hacer ANOVA. (Tabla 3)

Tabla 4. Análisis de Varianza (ANOVA)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter-grupos	36.91	1	36.91	0,99	p=0.34
Intra-grupos	632.03	17	37.18		
Total	668.94	18			

La significancia de la prueba fue de 0.3, siendo mayor a 0.05 lo que quiere decir que el resultado no es significativo. Por lo tanto el análisis no discrimina



entre ambos grupos de estudio, ambos especímenes estadísticamente hablando provienen de la misma población. (Tabla 4)

### Resultados de la Perfilometría

Se realiza una prueba de perfilometría ilustrativa de un espécimen de disilicato de litio posterior al grabado ácido con ácido fluorhídrico por 20 segundos y a un segundo espécimen que fue pretratado con el acondicionador de superficie Monobond Etch and Prime, la lectura inicial de  $500\ \mu\text{m} \times 500\ \mu\text{m}$ , de la cual se seleccionaron tres áreas aleatoriamente de  $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$  para análisis de rugosidad promedio. (Figura 13, Figura 14)

El resultado de ambos grabados se observa claramente con picos y valles que representan la rugosidad de superficie creada por los agentes químicos; es importante notar cómo en el caso del grabado ácido (HF) el patrón de grabado se observa más regular y homogéneo en la superficie, mientras que en el patrón de grabado observado con el acondicionador (MEP) es más abrupto y en este las alturas entre valles y picos tiene variedades de amplitud muy amplias.

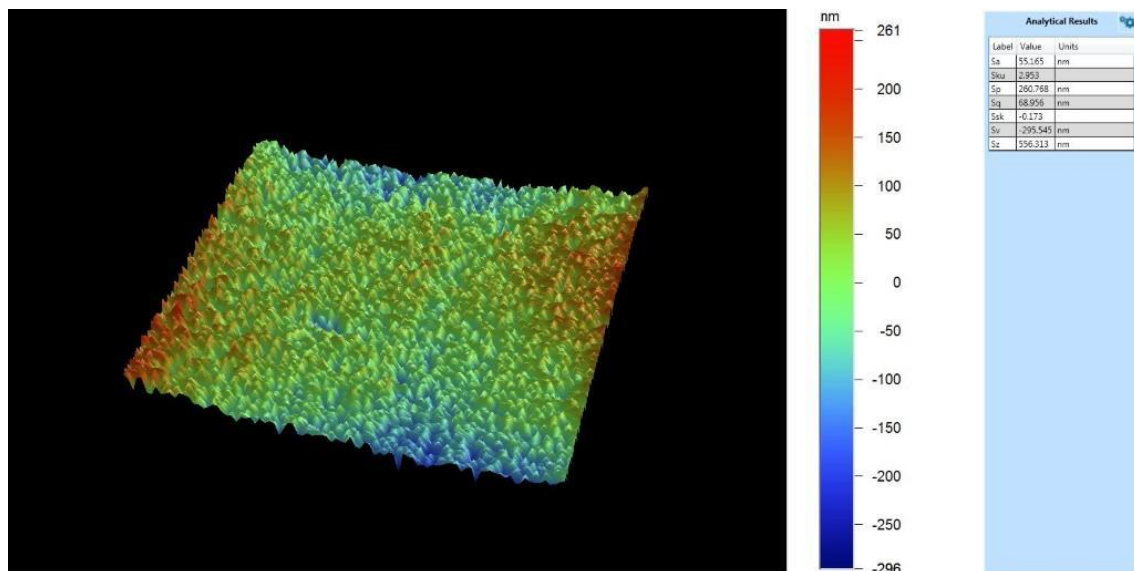


Figura 13. Patrón de grabado en la superficie de disilicato de litio logrado con HF, vista de área aleatoria de  $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$  para análisis de rugosidad promedio

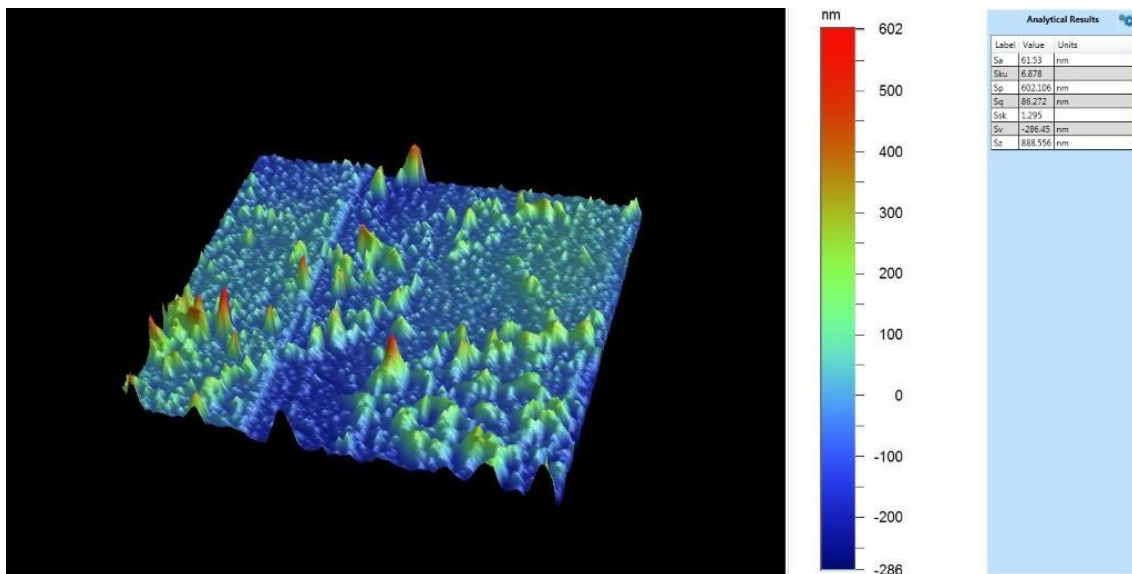


Figura 14. Patrón de grabado en la superficie de disilicato de litio logrado con Monobond Etch and Prime, vista de área aleatoria de  $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$  para análisis de rugosidad promedio.

## DISCUSIÓN:

En la actualidad la Odontología busca devolverle al paciente la función estomatológica sin dejar de lado la parte estética, por lo que las restauraciones deben tener el máximo mimetismo posible. Debido a las exigencias del cliente, los materiales restauradores en la odontología han cambiado drásticamente; A pesar de que se sigue restaurando con coronas de metal-porcelana, en los últimos años se tiende a rechazar esa opción, ya que se podría ver eventualmente una banda de metal en la boca, razón por la cual se prefiere entonces una restauración libre de metal. La adhesión de las prótesis fijas completas de porcelana depende en gran medida del protocolo de cementación, inclusive hay restauraciones dentales dependientes completamente de la adhesión como es el caso de las carillas de porcelana. Debido a esta tendencia restauradora el agente cementante, su protocolo y el acondicionamiento de la superficie de la porcelana son aspectos que deben de ser evaluados y comparados continuamente.

Las restauraciones indirectas requieren un tratamiento previo a la cementación conocido como acondicionamiento de superficie, este se realiza con el fin de eliminar residuos y crear porosidades en el intaglio de la porcelana las cuales

forman micro-retenciones para maximizar la función del sistema adhesivo utilizado posteriormente durante la cementación.

Dentro de los tratamientos de superficie para disilicato de litio se encuentra el grabado con ácido fluorhídrico y la posterior colocación del silano, el cual es el protocolo estándar previo a la cementación y el ideal para obtener los mejores resultados en adhesión; sin embargo con el fin de disminuir los pasos clínicos a la hora de cementar una prótesis fija, la casa comercial Ivoclar Vivadent crea el producto Monobond Etch & Prime (MEP) en el año 2015, compuesto de una solución acuosa alcohólica de polifluoruro de amonio y silano metacrilato. MEP el primer acondicionador monocomponente para grabar y silanizar superficies de cerámica vítrea en un solo paso; además, el producto promete eliminar cualquier resto de saliva presente.

Desde el punto de vista de la productividad acortar el tiempo clínico es siempre una prioridad, sin embargo no se debe dejar de lado el fin mismo de obtener una restauración de calidad y duradera. Al ser un producto reciente en el mercado los estudios científicos en los cuales es probado son escasos, debido a esto y con el objetivo de ampliar el fundamento científico del uso de este material se decide comparar la efectividad de ambos protocolos disponibles en el mercado (HF- silano y MEP).

Para comparar la adhesión lograda en cada uno de los protocolos y determinar cuál de estos es mejor se tomaron 19 muestras de disilicato de litio, 9 tratadas con el protocolo convencional (HF + silano) y 10 muestras a las que se les aplicó Monobond Etch and Prime. El número de especímenes varió en los grupos experimentales (fueron 2 grupos, uno de 10 especímenes y otro de 9) porque un espécimen fue desechado de la estadística ya que se encontró una burbuja en el material, razón por la que únicamente los bordes del cilindro estaban adheridos a la base de disilicato de litio, disminuyendo radicalmente la fuerza adhesiva obtenida durante la prueba. En este caso es importante establecer que la fuerza adhesiva se determina con respecto al área adherida, a mayor área de contacto la fuerza se distribuye de forma más homogénea por lo que la fatiga y la falla catastrófica se da paulatinamente soportando una mayor cantidad de fuerza, sin embargo en el caso de la muestra donde se

encontró la burbuja, se puede asumir que al tener menor área adhesiva la fuerza se concentró en un área pequeña aumentando la deformación del material y provocó la falla catastrófica con una menor fuerza.

Se realizó la prueba de cizalla en ambos grupos con el fin de cuantificar la fuerza de adhesión obtenida en cada caso. Cuando la interfase experimental (disilicato/adhesivo/cemento) falla de manera catastrófica pueden obtenerse resultados de 2 tipos: fallas de tipo cohesiva (son fallas que son provocadas por deficiencias e imperfecciones internas del material) y fallas de tipo adhesivo (que representan un fallo en la interfase de unión, lo que fracasa es el eslabón técnicamente más débil y que está más condicionado a la falla humana); con respecto a los resultados absolutamente todas las fallas fueron de tipo adhesivo, lo que es esperable y refuerza el hecho de la correcta manipulación de los materiales durante la experimentación.

La durabilidad de la unión entre el cemento y la cerámica se puede evaluar in vitro por medio de un almacenamiento en agua, con el fin de recrear condiciones de desgaste biológico, durante la experimentación los especímenes se almacenaron en agua destilada a 37°C por una semana antes de realizar las pruebas de cizalla. Este almacenamiento permite evaluar la resistencia a la degradación hidrolítica en los especímenes. (32)

Los resultados obtenidos en esta experimentación no mostraron diferencia estadísticamente significativa en la prueba de cizalla, el protocolo convencional obtuvo un promedio de 28.35 MPa y el protocolo del MEP 31.64 MPa.

En cuanto a la relación de los datos obtenidos con otros estudios se observan valores de fuerza en la prueba de cizalla muy similares, que se encuentran en un rango de 25 MPa a 40 MPa, dichos valores se obtienen aplicando el HF al 5% por 20 segundos y el silano por 1 minuto, razón por la cual coincide con el protocolo utilizado en este estudio. (15) (33) (22)

Según el estudio de El-Damanhoury que buscó evaluar el acondicionamiento superficial en la cerámica de disilicato de litio producido por diferentes protocolos incluidos los evaluados en este estudio, se concluyó que la fuerza de adhesión es mayor si la superficie es pretratada con ácido y silano. Según

el autor es mejor el pretratamiento convencional (cuyo promedio fue de 37.60 MPa) y que el protocolo del MEP fue peor (que obtuvo una media 28.06 MPa); concluyen que protocolo con ácido y silano sigue siendo el estándar de oro. (22)

Los resultados del artículo de Román-Rodríguez apoyan los resultados obtenidos en este estudio, al concluir que no existe diferencia estadística significativa entre los protocolos. Al utilizar el Monobond Etch and Prime se obtienen, con una técnica simplificada, resultados equivalentes en términos de resistencia de la unión comparables con el protocolo convencional. El MEP reduce el número de pasos a la hora de cementar disilicato de litio sin comprometer la fuerza de adhesión. (33)

En el artículo de Swank se realizó una comparación de la fuerza de adhesión en disilicato de litio entre varios protocolos incluyendo el convencional (ácido y silano) y el Monobond Etch and Prime. Los resultados apoyan el presente estudio ya que aunque el grupo tratado con ácido fluorhídrico y silano obtuvo los mejores resultados de la prueba no es estadísticamente significativo al compararlo con los resultados del MEP alcanzados en la prueba de cizalla.

El MEP se comercializa como un pretratamiento de superficie de vitrocerámica de un solo paso en una sola botella, según el fabricante mismo el polifluoruro presente crea un patrón de rugosidad en la cerámica menos pronunciado que el producido por medio del protocolo convencional pero igualmente eficiente en la adhesión. En el presente estudio los valores obtenidos no permiten una comparación estadísticamente significativa; aún así el MEP obtuvo valores un levemente mayores al protocolo convencional contrario a lo que expresa el fabricante, esto puede deberse a la forma de colocar el pretratamiento en ambos protocolos, a la superficie del disilicato e inclusive a la posición y distancia de la muestra durante la prueba de cizalla. (34)

La prueba de perfilometría es utilizada en la experimentación científica a menudo para observar la rugosidad, imperfecciones y patrones de la superficie de los materiales y, de esta forma estudiar diversos fenómenos en procesos de investigación, manufactura, etc.

En este caso se utiliza la perfilometría para analizar el patrón de grabado logrado por 2 diferentes acondicionadores de superficie (HF Y MEP) que se utilizan sobre las muestras de disilicato de litio previo a su cementación. Lo más importante para una correcta adhesión no es que el patrón de grabado sea regular o no, sino el que haya un patrón de grabado real creado en efecto por el agente acondicionador y que la energía de superficie haya sido realmente elevada. Entre mayor sea la rugosidad de superficie del disilicato de litio, mayor será la adhesión micromecánica que logre crear el adhesivo al humectar el área cuya superficie ha sido aumentada.

Cuando se analiza una muestra de disilicato de litio que ha sido grabada previamente, el perfilómetro pasa una punta por la superficie del material registrando las alturas entre las zonas más profundas y externas del material creando una imagen en 3D de la superficie.

Dependiendo del tamaño de la punta utilizada se logra capturar un mayor o menor detalle de la superficie, en el mercado existen equipos con puntas de 0,5  $\mu\text{m}$  hasta los 2  $\mu\text{m}$ , durante esta investigación se utilizó una punta de 2  $\mu\text{m}$  la cual dio una lectura de buena calidad, según Stawarczy B, el resultado de la lectura de la rugosidad promedio con una punta de diamante de 2  $\mu\text{m}$  en un espécimen de disilicato de litio grabado con HF 9% por 10s obtuvo un valor de Ra (rugosidad promedio) de  $55.1 \pm 8.8 \text{nm}$ , lo que es similar a lo obtenido en esta experimentación utilizando un espécimen grabado con HF 5% por 20s, lo que dio como resultado  $55 \pm 65 \text{nm}$ , esta comparación se vuelve importante ya que es el único estudio encontrado que utiliza una punta similar y un área superficial analizada de una dimensión similar 600 x 600  $\mu\text{m}$  (29). A pesar de encontrarse otros estudios, los valores de Ra no se pueden comparar ya que no corresponden los protocolos utilizados, las áreas analizadas o el grosor de las puntas de los equipos de análisis.

Es común en estudios científicos que no se especifique el área procesada por el perfilómetro, debido a esto, se varía la rugosidad promedio de una misma muestra; esto si se realiza una lectura de un área más pequeña o más grande de la misma superficie.

En las pruebas de este tipo, la experimentación debe ser estandarizada, los especímenes de disilicato de litio son colocados en aditamentos que permiten pulir todas las muestras al mismo tiempo con discos de carburo de silicio cuyas asperezas se aplican de forma descendente, lo que garantiza un pulido homogéneo y con variaciones despreciables entre los especímenes, de esta forma se obtienen superficies tan pulidas y homogéneas que a la hora de ser grabadas la imagen obtenida por el perfilómetro es un reflejo real de la acción del agente acondicionante y no el resultado de imperfecciones previas del material añadidas desde su proceso de manufactura. En las imágenes incluidas están presentes líneas de pulido que eran observables a nivel macro ya que no se realizó un pulido sistemático previo al acondicionamiento de superficie, teniendo en cuenta que la prueba se realizó únicamente con fines ilustrativos.

El pulido sistemático que se explicó anteriormente es un requisito fundamental en estudios de tipo cuantitativo, sin embargo el objetivo del análisis perfilométrico en esta investigación es cualitativo y solo se desea observar el tipo de patrón de grabado en el caso de cada grupo de estudio (tratado con HF y con Monobond Etch & Prime).

En relación con los conceptos probados en este estudio se desarrolla un claro valor científico, al ser probados aspectos puntuales de un producto nuevo del mercado odontológico; del mismo modo, al tratarse de una experimentación científica protocolizada las posibilidades de recrear el estudio son claras y simples, lo que sirve de preámbulo para el desarrollo de nuevas investigaciones sobre el tema.

## **CONCLUSIONES:**

1. El patrón de grabado es más homogéneo y regular cuando se aplicó HF por 20s que al aplicar Monobond Etch & Prime.
2. La fuerza de adhesión promedio fue de 28.85 MPa para el protocolo convencional y 31.64 MPa para el protocolo MEP.
3. No hay diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la fuerza de adhesión entre el protocolo de Monobond Etch & Prime y el protocolo de grabado con ácido fluorhídrico y silanización.

## **Recomendaciones:**

En el caso de estudios que utilicen la perfilometría como variable cuantitativa, el pulido previo con medidas de abrasión descendentes debe ser aplicado sin excepción para eliminar factores de error.



## c. PARTE FINAL: Capítulo V

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL SEMINARIO

Fecha	Actividad	Recursos	Responsables	Evaluación de la Directora	Evaluación de grupo
06-feb-18	Reunión General del Seminario		Idania León, Rebecca Martínez, Jorge Lobo	-----	
06-abr-18	Presentación de artículos	Artículos, computadora	Rebecca Martínez, Jorge Lobo	----	
27-may-18	Entrega primer avance del marco teórico	Computadora	Idania León, Rebecca Martínez, Jorge Lobo	5	
20-jul-18	Explicación tablas comparativas	Computadora	Idania León, Rebecca Martínez	-----	
25-jul-18	Tablas comparativas	Computadora	Idania León, Rebecca Martínez	7.5	
26-jul-18	Tablas comparativas	Computadora	Idania León, Rebecca Martínez, Jorge Lobo		
30-jul-18	Tablas comparativas	Computadora	Idania León, Rebecca Martínez, Jorge Lobo		
31-jul-18	Tablas comparativas	Computadora	Idania León, Rebecca Martínez, Jorge Lobo		

03-ago-18	Entrega marco metodológico y tablas	Computadora	Idania León, Rebecca Martínez, Jorge Lobo	8				
14-ago-18	Referencias Bibliográficas	Computadora	Rebecca Martínez	9				
04-sep-18	Entrega especímenes	Materiales y especímenes	Rebecca Martínez	9				
08-sep-18	Preparaciones especímenes	Materiales y especímenes	Idania León, Rebecca Martínez	10				
14-sep-18	Práctica protocolo acondicionamiento superficies	Materiales y especímenes	Idania León, Rebecca Martínez	9				
21-sep-18	Preparación de especímenes	Materiales y especímenes	Idania León, Rebecca Martínez, Jorge Lobo	9				
28-sep-18	Pruebas de cizalla	Materiales y especímenes	Idania León, Rebecca Martínez, Jorge Lobo	9				
05-oct-18	Entrega de resultados	Computadora	Tatiana Vargas K	-----				
15-oct-18	Manuscrito Resultados y Discusión	Computadora	Idania León, Rebecca Martínez, Jorge Lobo	6	6	8	8	8

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Edward A, McLaren JF. Updating Classifications of Ceramic Dental Materials: A Guide to Material Selection. *Compendium* 2015; 36(6).
2. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-like Restorative Materials. *Int J Prosthodont* 2015; 28 (3): 227-235.
3. Martinez F, Pradíes G, Suarez J, Rivera B. Dental ceramics: Classification and selection criteria. *RCOE* 2007; 12(4): 253-263.
4. Denry I. Recent Advances in Ceramics for Dentistry. *Crit Rev Oral Biol Med* 1996; 7(2): 134-143.
5. Bertoldi A. Porcelanas Dentales. *RAAO* 2012; L(2): 25-40.
6. Brodtkin D, Panzera C, Panzera P, inventores; Estados Unidos. Patente 6517623.
7. Bajraktarova-Valjakova E, Grozdanov A, Guguvcevski L, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, Mijoska A, Bajraktarova-Misevska C. Acid Etching as Surface Treatment Method for Luting of Glass-Ceramic Restorations, part 1: Acids, Application Protocol and Etching Effectiveness. *Open Acces Maced J Med* 2018; 6(3): 568-573
8. Sundfeld D, Correr-Sobrinho L, Pini NI, Costa AR, Sundfeld RH, Pfeifer CS, Martins LR. The Effect of Hydrofluoric Acid Concentration and Heat on Bonding to Lithium Disilicate Glass Ceramic. *Braz Dent J* 2016; 27(6): 727-733.
9. Strasser T, Preis V, Behr M, Rosentritt M. Roughness, surface energy and superficial damages of CAD/CAM materials after surface treatment. *Clin Oral Investig* 2018; 22(8): 2787-2797.
10. Yavuz T, Özyılmaz ÖY, Dilber E, Tobi ES, Kiliç HŞ. Effect of Different Surface Treatments on Porcelain-Resin Bond Strength. *J Prosthodont* 2017; 26(5): 446-454.
11. Erdemir U, Sancakli HS, Sancakli E, Eren MM, Ozel S, Yucel T, Yildiz E. Shear bond strength of a new self-adhering flowable composite resin for lithium disilicate-reinforced CAD/CAM ceramic material. *J Adv Prosthodont* 2014; 6(6): 434-443.
12. 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; 8(2): 75-84.
13. Prochnow C, Venturini AB, Grasel R, Bottino MC, Valandro LF. Effect of etching with distinct hydrofluoric acid concentrations on the flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2017; 105(4): 885-891.

14. Xiaoping L, Dongfeng R, Silikas N. Effect of etching time and resin bond on the flexural strength of IPS e.max Press glass ceramic. *Dent Mater* 2014; 30(12): 330-336.
15. Kalavacharla VK, Lawson NC, Ramp LC, Burgess JO. Influence of Etching Protocol and Silane Treatment with a Universal Adhesive on Lithium Disilicate Bond Strength. *Oper Dent* 2015; 40(4): 372-378.
16. Mokhtarpour F, Alaghehmand H, Khafri S. Effect of Hydrofluoric Acid Surface Treatment on Micro-Shear Bond Strength of CAD/CAM Ceramics. *Electronic Physician* 2017; 9(10): 5487-5493.
17. Matinlinna JP, Lassila LV, Ozcan M, Yli-Urpo A, Vallittu PK. An Introduction to Silanes and Their Clinical Applications in Dentistry. *Int J Prosthodont* 2004; 17(2): 155-164.
18. Diaz-Romeral P, Orejas J, Lopez E, Veny T. Cementado adhesivo de restauraciones. *Cient dent.* 2009; 6(2): 137-151.
19. Nuñez-Sarmiento T, Peña-Castillo M, Mongruel-Gomes O, Dominguez J. Preheated silene effect in shear bond of ceramic lithium disilicate and cements. *CES Odontolog* 2014; 27(1): 11-17.
20. Nihei T. Dental applications for silane coupling agents. *J Oral Sci* 2016. 58(2): 151-155.
21. Siqueira FS, Alessi RS, Cardenas AF, Kose C, Souza Pinto SC, Bandeca MC, Loguercio AD, Gomes JC. New Single-bottle Ceramic Primer: 6-month Case Report and Laboratory Performance. *J Contemp Dent Pract* 2016; 17(2): 1033-1039.
22. El-Damanhoury HM, Gaintantzopoulou MD. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: Etching efficacy and bonding performance. *J Prosthodont Res.* 2018; 62(1): 75-83.
23. Monobond Etch & Prime, Ivoclar-Vivadent (internet) 2015 [citado el 4 de noviembre del 2018] Disponible en: <https://www.ivoclarvivadent.com/zooluwebsite/media/document/36889/Monobond+Etch+%26+Prime>
24. Hooshmand T, Parvizi S, Keshvad A. Effect of surface acid etching on the biaxial flexural strength of two hot-pressed glass ceramics. *J Prosthodont.* 2008; 17(5): 415-419.
25. Hinojosa R, Reyes M. La rugosidad de las superficies: Topometría. *Univ. San Nicolás de los Garza. N.L. México* 2001; 4(11): 28-29.
26. Kara HB, Dilber E, Koc O, Ozturk AN, Bulbul M. Effect of different surface treatments on roughness of IPS Empress 2 ceramic. *Lasers Med Sci* 2012; 27 (2): 267-272.
27. Dilber E, Yavuz T, Kara HB, Ozturk AN. Comparison of the effects of surface treatments on roughness of two ceramic systems. *Photomed Laser Surg* 2012; 30(6): 308-314.

28. Akar GC, Pekkan G, Çal E, Eskitaşçioğlu G, Özcan M. Effects of surface-finishing protocols on the roughness, color change, and translucency of different ceramic systems. *J Prosthet Dent* 2014; 112(2): 314-321.
29. Stawarczy B, Hristova E, Sener B, Roos 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.
30. Aboushelib MN, Sleem D. Microtensile bond strength of lithium disilicate ceramics to resin adhesives. *J Adhes Dent* 2014; 16(6): 547-52.
31. Laroze L, Porras N, Fuster G. Conceptos y Magnitudes en Física. Sello Editorial USM 2013. 12(1): 320-325.
32. Noda Y, Nakajima M, Takahashi 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 various ceramics with thermocycle aging. *Dent Mater J* 2017; 36(6): 755-761.
33. Román-Rodríguez JL, Perez-Barquero JA, Gonzalez-Angulo E, Fons-Font A, Bustos-Salvador JL. Bonding to silicate ceramics: Conventional technique compared with a simplified technique. *J Clin Exp Dent* 2017; 9(3): 384-386.
34. Swank HM, Motyka NC, Bailey CW, Vandewalle KS. Bond strength of resin cement to ceramic with simplified primers and pretreatment solutions. *Gen Dent* 2018; 66(5): 33-37.
35. Khursheed A, inventor; Scanning electron microscope. Singapur. Patente US7294834B2.
36. Mörmann W, Wolf D, Ender A, Bindl A, Göhring T, Attin T. Effect of two self-adhesive cements on marginal adaptation and strength of esthetic ceramic CAD/CAM molar crowns. *J Prosthodont* 2009; 18(5): 403-4 10.
37. McLaren EA, Figueira J. Updating Classifications of Ceramic Dental Materials: A Guide to Material Selection. *Compendium* 2015; 36(6): 739-743.
38. Hinterdorfer P, Dufrêne YF. Detection and localization of single molecular recognition events using atomic force microscopy. *Nath Methods* 2006; 3(5): 347-355.
39. Frankenberger R, Hartmann VE, Krech M, Krämer N, Reich S, Braun A, Roggendorf M. Adhesive luting of new CAD/CAM Materials. *Int J Comput Dent* 2015; 18(1): 9-20.
40. Ramakrishnaiah R, Alkheraif AA, Divakar DD, Matinlinna JP, Vallittu P. The Effect of Hydrofluoric Acid Etching Duration on the Surface Micromorphology, Roughness, and Wettability of Dental Ceramics. *Int J Mol Sci* 2016; 17(6): 822.
41. Simonsen RJ. Tensile Bond Strength of etched porcelain. *J Dent Res.* 1983; 66 (9): 1154.

42. Swank H, Bailey C, Motyka N, Vandewalle K. Bond Strength of Resin Cement to Lithium Disilicate with Pre-treatments. *J Dent Res.* 2016; 95 (1): 569.
  
43. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, Yoshida Y, Inoue S, Suzuki K. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J* 2005; 24(1): 1-13.
  
44. Zogheib LV, Bona AD, Kimpara ET, McCabe JF. Effect of hydrofluoric acid etching duration on the roughness and flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. *Braz Dent J* 2011; 22(1): 45-50.

# ANEXOS

Tabla 2. Tabla de revisión de literatura para perfilometría.

PERFILOMETRIA								
Nombre del artículo/Autores	Nombre del Districato de lito	Productos que utiliza para modificar	Parámetros que miden/variable Dependiente	Tamaño del área medida	Tamaño de punta que usa el perfilómetro	Resolución características específicas del equipo	Resultados según el tratamiento de superficie	Nanómetros
The Effect of Hydrofluoric Acid Etching Duration on the Surface Microtopography, Roughness, and Wettability of Dental Ceramics Baskurturk, Samakristumalai, Sobulaziz A., Alkheraif, Janshan, Devang, Jivakar, Jukka P., Matilinnia and Bekka K. Vallittu.	IPS e-max	1. Control (no etching) 2. HF 5% 20s 3. HF 5% 40s 4. HF 5% 80s 5. HF 5% 160s	1. Rugosidad de la superficie	Measurements on four randomly selected areas on each sample were taken, and their mean was calculated and considered as the final Sa value. The measurement area of 1.261mm x 0.946mm x 500µm, resolution of 100 points/mm. The long cutoff wavelength was 0.08 mm (X and Y), the short cutoff wavelength was 0.25 mm (X and Y)	No específica	The Sa was measured using a non-contact optical profilometer (Bruker Contour GT-X, Bruker, Berlin, Germany). This system utilizes a nano lens AFM module with a fully automated turret and platform which is programmable in the X, Y and Z directions. The profilometer delivers a laser light in order to guide the operator to select the test area on the specimen	1) 160 ± 30 2) 210 ± 30 3) 300 ± 20 4) 560 ± 50 5) 650 ± 16	
Effect of Hydrofluoric Acid Etching Duration on Fracture Load and Surface Properties of Three 3-ADCAM Glass-ceramics: Boga, Stawarczuk, Elena, Hlustoza, Beatrice, Elena, Malgorzata Boos, Daniel Edelhoff, Christine Keul	1. IPS e-max CAD 2. IPS Empress CAD	55 specimens per material were fabricated, divided into: 1) HF 9% 0s 2) HF 9% 20s 3) HF 9% 30s 4) HF 9% 40s 5) HF 9% 50s 6) HF 9% 60s 7) HF 9% 75s 8) HF 9% 90s 9) HF 9% 105s 10) HF 9% 120s 11) HF 9% 150s	1. Rugosidad de la superficie 2. Fracture Load and Surface Properties	Six measurements with a measuring track of 6 mm per specimen were performed.	Diamond probe tip (diameter 2 µm)	Profilometer (Mar Surf M400; Mahr	IPS e-max CAD: 1) 55.11 ± 8.8a 2) 70.9 ± 1.8b 3) 67.9 ± 3.7b 4) 64.0 ± 6.1ab 5) 69.2 ± 2.6b 6) 70.4 ± 0.6b 7) 70.0 ± 2.4b 8) 69.1 ± 1.5b 9) 68.4 ± 3.7b* 10) 69.6 ± 2.4b 11) 73.1 ± 1.7b  IPS Empress CAD: 1) 56.7 ± 12.7b 2) 26.7 ± 2.3a 3) 29.9 ± 6.4a 4) 21.1 ± 2.6a 5) 24.1 ± 3.9a 6) 20.9 ± 3.9a 7) 18.2 ± 6.2a 8) 14.0 ± 13.5 9) 41.3 ± 7.9ab 10) 33.3 ± 14.2 11) 17.9 ± 5.7a  IPS Empress CAD: 1) 55100 ± 8800 2) 70900 ± 1800 3) 67900 ± 3100 4) 64000 ± 6100 5) 69200 ± 2600 6) 70400 ± 600 7) 70000 ± 2400 8) 69100 ± 1500 9) 68400 ± 3100 10) 69600 ± 2400 11) 73100 ± 1700	IPS Empress CAD: 1) 56700 ± 12700 2) 26700 ± 2300 3) 29900 ± 6400 4) 2100 ± 2800 5) 24100 ± 3900 6) 20800 ± 3900 7) 18200 ± 6200 8) 4000 ± 19500 9) 41300 ± 7900 10) 33300 ± 14200 11) 17900 ± 5700
Effect of hydrofluoric acid etching duration on the roughness and flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. Zoghbi L.V., Bona AD, Simpson E.T., McCabe, J.E.	IPS e-max CAD	1. Sintx 2. Grabado HF 4.9% x 20 seg 3. Grabado HF 4.9% x 60 seg 4. Grabado HF 4.9% x 90 seg 5. Grabado HF 4.9% x 180 seg	Rugosidad promedio Ra	cutoff length of 0.8 mm, transverse length of 4.0 mm, and a measuring range of 0-12.5 mm.	No específica	Profilometer (Mitutoyo SurfTest SV-2000; Mitutoyo, Andover, Hampshire, UK) The profilometer parameters were set as follows: cutoff length of 0.8 mm, transverse length of 4.0 mm, and a measuring range of 0-12.5 mm. Each specimen was scanned 4 times in different areas of the specimen and average the Ra value.	1. 60 nm 2. 90 nm 3. 120 nm 4. 140 nm 5. 160 nm	

Tabla 3 Tabla de revisión de literatura para AFM

AFM									
Nombre del artículo/Autores	Nombre del Disolvente de litio	Productos que utiliza para modificar superficie/variable	Parámetros que miden/Variable Dependiente	Tamaño del área medida	Tamaño de punta que usa el AFM	Resolución características específicas del equipo	Resultados según el tratamiento de superficie	Nanómetros	
The effect of silane applied to glass on surface structure and bonding strength at different temperatures Tianf. Yan. Diquz. Ertao	IPS e max IEX	1. Grabado HF 5% x 20s, lavado y secado de 60s cada uno, silano y se seca por 30s 2. Silano por 60s y luego secado con aire por 30s 3. Silano por 60s despues de un tratamiento de calor a 80°C por 60s 4. Silano por 60s despues de un tratamiento de calor a 100°C por 60s	1. Rugosidad de la superficie 2. Bond Strength	25x25µm	A gold-doped silicon tip (40 µm) with resistivity of 0.01±0.025 Ω cm	AFM (NT-MDT, NTEGRA Solaris, Moscow, Russia); the digital images were captured in air. A gold-doped silicon tip (40 µm) with resistivity of 0.01±0.025 Ω cm was used in the noncontact mode. The height of the image was defined by the changes in the vertical position, which were recorded as bright and dark regions. A constant tip sample "tip" was supplied by using constant oscillation amplitude (set-point amplitude). Twenty-four 25 × 25 µm digital images were collected under a noncontact mode using PFP-NCL probes (Nanoscanners, force constant 5.48 N/m). The AFM micrographs were analyzed using a scanning probe microscopy data analysis software (Gwyddion™ version 2.33, GML, Free Software Foundation, Boston, USA)	The surface-treated specimens exhibited similar topographies, except those from the group treated with HF. The heat-treated groups exhibited moderate irregularity and less roughness than the group treated with HF acid	Ra 1. 167.6 ± 800 2. 129.1 ± 460 3. 1004.4 ± 420 4. 137.2 ± 70 5. 146.7 ± 40	Rz 1. 1298.7 ± 600 2. 963.4 ± 330 3. 3004.4 ± 420 4. 826 ± 590 5. 1080.2 ± 340
Effect of etching with diluted hydrofluoric acid concentrations on the flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic Catalca Doobrow, Andriana B. Verbitzki, Edwella Estrada, Marco C. Bordin, Luiz Felipe Valando	IPS e max CAD	1. Control 2. HF 1%; 20s, washing 30s, drying 30s 3. HF 3%; 20s, washing 30s, drying 30s 4. HF 5%; 20s, washing 30s, drying 30s 5. HF 10%; 20s, washing 30s, drying 30s	1. Rugosidad de la superficie 2. Flexural Strength	40x40µm	No menciona	The images (40x40µm) were collected under a noncontact mode using PFP-NCL probes (Nanoscanners, force constant 5.48 N/m). The AFM micrographs were analyzed using a scanning probe microscopy data analysis software (Gwyddion™ version 2.33, GML, Free Software Foundation, Boston, USA)	Ra 1. 0.1676 ± 0.08 2. 0.1291 ± 0.46 3. 0.10044 ± 0.42 4. 0.1372 ± 0.07 5. 0.1467 ± 0.04	Rz 1. 1.2987 ± 0.6 2. 0.9634 ± 0.33 3. 1.0044 ± 0.42 4. 1.372 ± 0.07 5. 1.0802 ± 0.34	
Effect of different Surface Treatments on Porcelain-Rein Bond Strength Tadfi, Yan, Diquz, DGS, PhD, D. Aguiar, D. E. Erhan Dibet, DGS, PhD, DGS, PhD, DGS, & Harold S. J. Kurik, PhD	IPS e max	1. control; 2. Sandblasting with 50 µm Al2O3 particles; 3. Charade silica coating with 30 µm SiO2 particles and silanization (Clearfil Porcelain Bond Activator); 4. HF—etching in 5% hydrofluoric acid and silanization; 5. EP—etching with an Er:YAG laser (10 W); 6. ND—Nd:YAG laser etching (0.9 W); 7. FS—etching with a	1. Bond strength 2. Rugosidad de superficie	Digital images of 25 µm × 25 µm were acquired at a low scanning frequency (1 Hz) for each specimen surface.	Gold-doped silicon tip (40 µm); 0.01 to 0.025 Ω cm) was used in noncontact mode.	AFM (NTEGRA Solaris; NTMDT, Moscow, Russia)	The highest features are observed for the EX-HF surface. For the SB- and CJ-treated specimens, a moderately high number of irregularities are visible, such as peaks and valleys, which are favorable for adhesion. In contrast, no surface texturing can be seen for the EP- and ND-treated specimens. The surface of EX-FS specimens could not be recorded due to deep surface topography.	Ra 1. 167.6 ± 800 2. 129.1 ± 460 3. 1004.4 ± 420 4. 137.2 ± 70 5. 146.7 ± 40	Rz 1. 1298.7 ± 600 2. 963.4 ± 330 3. 3004.4 ± 420 4. 826 ± 590 5. 1080.2 ± 340
Effect of etching time and resin bond on the flexural strength of IPS e max Press ceramic Ren Dongfeng, Nick Siliak	IPS e max Press	The ceramic surface of different groups were etched by 3.5% hydrofluoric acid gel for 0, 20, 40, 60 and 120 respectively.	1. Surface roughness	20 µm × 20 µm	No especifica	Auto-probe CP Research System, Veeco Instruments, Sunnyvale, CA, USA	Roughness values increased with increasing etching time		
Shear bond strength of a new self-adhering flowable composite resin for lithium disilicate-reinforced CAD/CAM ceramic material Lijun Endemic, Heide, Sar, Sanoabi, L. Erhan, Sanoabi, William Med, Erhan, Sandoz, Daniel, Janet, Yuzel, Erza, Y. G. S.	IPS e max CAD	Group C:untreated (control) Group SC: silica coating at 2.5 bar distance of 10 mm for 10 seconds Group HF: 9.6%; 20 s and the gel was rinsed off with water for 20s Group L: radiation laser 20 s Group DB: fresa roya diamante 10 s	Fuerza de cohesión Rugosidad de superficie	40 × 40 µm	5-10 mm (radio)	Universal Scanning Probe Microscope (Ambios Technology, CA, USA) was used in air at room temperature for this purpose.	Group C:untreated (control): 110.20 Grupo SC: 472.10 Grupo HF: 20 s: 607.30 Grupo L: radiación láser 20 s: 110.80 Grupo DB: 602.10	Grupo C (control): 110.20 Grupo SC: 472.10 Grupo HF 20 s: 607.30 Grupo L: 110.80 Grupo DB: 602.10	



Tabla 4 Tabla de revisión de literatura para prueba de cizalla (Parte 1).

Shear							
Nombre del artículo/Autores	Nombre del Disolcato de litio	Productos que utiliza para modificar superficie/Variable	Parámetros que miden/Variable Dependiente	Tamaño del área adherida (diámetro del cilindro de resina o cemento)	Velocidad a la que va la máquina de prueba	Empujando o jalando. Características del equipo	Resultados según el tratamiento de superficie (MPa)
The effect of silane applied to glass ceramics on surface structure and bonding strength at different temperatures Tevfik.Yavuz, Oguz Eraslan	IPS Empress emax	1. Grabado HF 5% x 20s, lavado y secado de 60s cada uno, silano y se seca por 30s 2. Silano por 60s y luego secado con aire por 30s 3. Silano por 60s después de un tratamiento de calor a 60°C por 60s 4. Silano por 60s	1. Rugosidad de la superficie 2. Bond Strength	no lo menciona	0.5 mm/min	Empujando. The SBS test was applied to the adhesive interface with a universal testing machine (Shimadzu AGS-X, Shimadzu Corporation, Tokyo, Japan) at a crosshead speed of 0.5 mm/min until bonding failure occurred	Clearfil Est Cement Varijlink-N 1. 25.16 ± 4.61 2. 10.67 ± 3.55 3. 17.55 ± 4.81 4. 17.69 ± 3.08
Influence of Etching Protocol and Silane Treatment with a Universal Adhesive on Lithium Disilicate Bond Strength VK.Kalayacharla, NC Lawson, LC Ramp	IPS e-max CAD	1) Control 2) 5% HF for 20s 3) 9.5% HF for 60s 4) silane with no HF 5) 5% HF for 20s+silane 6) 9.5% HF for 60s+silane All etching was followed by rinsing, and all silane	1. Bond Strength	Cilindro 15mm de diámetro con resina Z100	1mm/min	Empujando. Universal testing machine (Instron 5565, Canton, MA, USA). A sharpened stylus applied a shear load to the side of the composite cylinder until failure	1) 18±2.0 2) 19.08±3.0 3) 24.93±2.6 4) 12.55±5.0 5) 40.47±4.2 6) 37.50±5.1
Shear bond, wettability and AFM evaluations on CO2 laser-irradiated CAD/CAM ceramic surfaces Ahmed ELGamal, Elmer Medjani, Jean Paul Rocca & Carlo Fornari & David H. Mohammed & Nabilite Boulal Bouchard	IPS e-max CAD	A. LD non-treated (control) B. Zirconia non-treated (control) C. LD irradiated with CO2 laser at 5W, etched with HF 9% and Scotchbond universal adhesive (3M/ESPE) D. LD etched HF 9% and Scotchbond universal adhesive E. Zirconia irradiated with CO2 laser at 5W then sandblasted (<50 µm) and treated with silane F. Zirconia sandblasted (<50 µm) and treated with silane	1. Bond Strength	No lo menciona	1mm/min	Empujando. Universal testing machine (Zwick, Germany)	1. Grupo A 7.6 2. Grupo B no relevante 3. Grupo C 16.71 4. Grupo D 16.90 5. Grupo E no relevante 6. Grupo F no relevante
Microtensile bond strength of lithium disilicate ceramics to resin adhesives Moustafa N. Aboushehbeh, Donna Sleet	1. IPS Empress 2 2. IPS e-max CAD	1. Airborne particle abrasion using 50-µm glass beads (1.5 bar, 15 s) blasting time at 10 cm distance 3. Control: as-cut surface (1mm x 1mm x 1mm blocks)	1. Bond strength	No lo menciona	0.5 mm/min	Jalando	1. Empress 2: Control 18.8 ± HF acid 32.2 ± 2.9 Particle abrasion 24.3 ± 2. IPS e-max: Control 21.7 ± HF acid 31.4 ± 2.9 Particle abrasion 24.5 ± 2

Tabla 5 Tabla de revisión de literatura para prueba de cizalla (Parte 2).

Effect of different Surface Treatments on Porcelain-Resin Bond Strength. Tashik, Lavaz., DDS, PhD. O. Zaki, D. Yusuf O. Zulmaz, DDS, PhD. Eshan Dilber., DDS, PhD. Elif Sumeyye Tobi, DDS. & Handi S. U. Kur. Kiliç., PhD	IPS Empress e.max	1. Control; 2. Sandblasting with 50 µm Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> particles; 3. Chairside silica coating with 30 µm SiO <sub>2</sub> particles and silanization (Clearfil Porcelain Bond Activator); 4. HF in 5% HF and silanization; 5. Etching with an Er:YAG laser (10 W); 6. YAG laser etching (0.8 W); 7. Etching with laser	1. Bond strength 2. Rugosidad de superficie	4mm in diameter and 3 mm thick	0.5 mm/min	Empujando	Control: 7.61 ± 3.69 c HF acid: 26.07 ± 5.84 Sandblasting: 8.60 ± 1 Er:YAG laser: 4.92 ± 2 Nd:YAG laser: 5.30 ± 2 Colet sandblasting: 231 <sup>aa</sup> Femtosecond laser: 12.16 <sup>ba</sup>
Comparison of Shear Bond Strengths of Conventional Resin Cement and Self-adhesive Resin Cement bonded to Lithium Disilicate: An in vitro Study. Anjo, K. Bae, Dennis Mihan, M. Sunith, Basim, E. Mandakar, S. Suprasith, Souraya, Balaço	IPS E.max Press	Silano Monobond S para BUs	1. shear bond strength, afectado o no por termociclado	No lo menciona	0.5 mm/min	Empujando	Multilink N with lithium c without thermocycling Pelyx L100 with lithium disilicate with thermocycling; 5. Multilink N with lithium disilicate w thermocycling; 15 Pelyx L100 with lithium disilicate w thermocycling; 6.
The effect of five kinds of surface treatment agents on the bond strength to various ceramics with thermocycle aging. Yukari, NODA, Masatoshi, NAKAJIMA, Masahiro, TAKAHASHI, Tetsuro, MAMANE, Keiichi, HOSOKA, Junohiro, TAKABAKI, Masahiro, INEDA, Richard M. FOXTON, and Juul T. ÅGAM	IPS E.max Press	Clearfil PhotoBond Clearfil SE One Clearfil Ceramic Tokuyama Universal Primer Scotchbond Universal Adhesive (protocolos correspondiente a los fabricantes, algunas combinaciones con pruebas de termociclado)	shear bond strength, afectado o no por termociclado	0.8 diámetro, 0.5 altura	Inmóvil	Empujando	Clearfil PhotoBond; Clearfil SE One; 4f Clearfil Ceramic; 3 Tokuyama Universal Pri Scotchbond Universal A 0.5 (Los resultados varian s número de termocicli disminuyendo la fuerza en las pruebas de 5000 termociclos
Bonding to silicate ceramics: Conventional technique compared with a simplified technique compared with a simplified technique. Juan Luis, Román Rodríguez, Jorge Alonso Pérez, Baquerio, Eva González	IPS e.max CAD ceramic (Vivolar Vivadent)	G1. HFV monobond Plus G2. MEP	Shear bond strength	No lo menciona	No lo menciona	Empujando. Shimadzu® AGX 100 KN universal test machine.	G1: 26.53±6.33 Mf G2: 23.52±6.41 Mf