



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

**“RESISTENCIA AL MICROCIZALLAMIENTO DE DOS VITROCERÁMICAS
CON DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE”**

Tesis para optar el título de:

ESPECIALISTA EN REHABILITACIÓN ORAL

Presentado por:

CD. LUZ MARINA TAFUR ARAUJO

Asesor:

MG. Esp. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLON

Lima – Perú

2020

	Reglamento de Grados y Títulos	Código: SG-RE-001-V2	Emisión: junio 2015	Vigencia 25/06/15
---	--------------------------------	-------------------------	---------------------------	----------------------

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, a los **22** días del mes de **ABRIL** del **2020**, siendo las.....**12.00**.....horas, con la asistencia del Jurado de Tesis, Presidido por el **MG. ARTURO GÁRATE ARIAS**, los miembros del Jurado **MG. ANA LÓPEZ FLORES** y **MG. PABLO CHÁVEZ ALAYO**. El Asesor de la Tesis **MG. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLÓN**; la **C.D. LUZ MARINA TAFUR ARAUJO**, autor de la tesis Titulada: “**RESISTENCIA AL MICROCIZALLAMIENTO DE DOS VITROCERAMICAS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE**” con el fin de optar el Título de Segunda Especialidad en **REHABILITACIÓN ORAL**.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación y deliberación por parte del Jurado correspondiente, habiendo sido.....**aprobado con mención muy buena...** con el calificativo de...**dieciséis (16)**....

Se extiende la presente acta en tres originales y siendo las...**13:00**... horas, se da por concluido el Acto Académico de Sustentación.



Presidente
MG. ARTURO GÁRATE ARIAS
DNI: 10808312



Miembro
MG. ANA LÓPEZ FLORES
DNI: 10140964



Miembro
MG. PABLO CHÁVEZ ALAYO
DNI: 41664570



Asesor
MG. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLÓN
DNI: 42279064

Dedicatoria

A Dios por darme salud y vida de lograr este objetivo profesional.

A mi familia; Roberto Carlos García Zegarra y Susana Luz García Tafur; que han sido mi gran motor en mi vida para poder avanzar, gracias por motivarme a ser mejor, los adoro con toda el alma.

A mis padres; Luis Alberto Tafur Perez y Luz Consuelo Araujo Muñoz sin ustedes no lo hubiera logrado, gracias por el gran apoyo incondicional, gracias por hacerme mejor persona siempre.

A ti hermana; Alexandra Catalina Tafur Araujo; gracias por motivarme y ayudarme en todo siempre.

Agradecimientos

A mi asesor Dr. Gustavo Huertas Mogollón por la paciencia y el apoyo para poder concretar este trabajo.

A todas las personas que conocí y me apoyaron de manera directa e indirecta a culminar cada fase de este logro durante todo el tiempo de la ejecución de mi tesis.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la resistencia al microcizallamiento de dos vitrocerámicas de Disilicato de Litio y Nanofluorapatita con diferentes tratamientos de superficie.

Materiales y Métodos: 80 muestras (IPS e. max[®] Press e IPS e. max[®] Ceram) las cuales fueron divididas en 8 subgrupos (n=10), se asignó un tratamiento de superficie para cada sub-grupo: AST (Nanofluorapatita sin tratamiento), AHFS (Nanofluorapatita Ácido fluorhídrico + silano), AMEP (Nanofluorapatita Monobond Etch&Prime), AMEPS (Nanofluorapatita Monobond[®] Etch&Prime + silano) y el BST(Disilicato de litio sin tratamiento), BHFS (Disilicato de litio- Ácido fluorhídrico + silano), BMEP (Disilicato de litio- Monobond[®] Etch&Prime, BMEPS (Disilicato de litio Monobond[®] Etch&Prime + silano). Posteriormente se colocó el cemento resinoso fotopolimerizable (Variolink Esthetic[®] LC, Ivoclar Vivadent) y fue polimerizado. La prueba de resistencia de unión al microcizallamiento fue realizada con una máquina Semi-universal OM 100 (Odeme, San Carlos, SP - Brasil). Para el análisis estadístico se usó el programa SPSS 20.0. Se utilizó el análisis de ANOVA seguido la prueba de Tukey ($p < 0.001$).

Resultados: En la prueba de Anova ($p < 0,001$) se encontró diferencia significativa para ambos grupos para cerámicas de Nanofluorapatita y Disilicato de litio. Para la prueba de Tukey se encontró diferencia significativa entre los sub-grupos sin embargo para la cerámica de Disilicato de litio en los subgrupos BHFS Y BMEP no se encontraron diferencias significativas. **Conclusiones:** El mayor valor de resistencia al microcizallamiento para las cerámicas de Disilicato de litio y Nanofluorapatita fue el sub-grupo que recibió tratamiento con Monobond[®] Etch&Prime más silano.

Palabras claves: resistencia de unión, microcizallamiento, tratamiento de superficie, primer cerámico de autograbado, cerámicas vítreas

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the resistance to microshear of two glass ceramics of lithium Disilicate and Nanofluorapatite with different surface treatments.

Materials and Methods: 80 samples (IPS e max[®] Press and IPS max[®] Ceram) which were divided into 8 subgroups (n=10), a surface treatment was assigned for each subgroup: AST (Nanofluorapatite Without treatment), AHFS (Nanofluorapatite hydrofluoric acid + silane), AMEP (Nanofluorapatite Monobond[®] Etch & Prime), AMEPS (Nanofluorapatite Monobond[®] Etch & Prime + silane) and the BST (Untreated lithium disilicate), BHFS (lithium Disilicate - hydrofluoric acid plus silane), BMEP (Lithium disilicate Monobond[®] Etch & Prime, BMEPS (lithium disilicate Monobond[®] Etch & Prime plus silane). Subsequently, the light-curing resinous cement was placed (Variolink Esthetic[®] LC, Ivoclar Vivadent) and polymerized. The microshear bond strength was performed with Semi- Universal machine OM 100 (Odeme, San Carlos, SP, Brazil). The SPSS 20.0 program was used for statistical analysis. ANOVA analysis was followed by Tukey's test (p<0.001). **Results:** In the Anova test (p <0.001), a significant difference was found for both groups for Nanofluorapatite and lithium disilicate ceramics. For the Tukey test, a significant difference was found between the subgroups; however, for the lithium disilicate ceramic in the BHFS and BMEP subgroups, no significant differences were found. **Conclusions:** the highest value of microshear resistance for lithium disilicate and Nanofluorapatite ceramics was the subgroup that received treatment with Monobond[®] Etch & Prime plus silane.

Keywords: bond strength, microshear, surface treatment, self- etching ceramic primer, vitreous ceramics

I. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe diferencia en la resistencia al microcizallamiento de dos vitrocerámicas de Disilicato de Litio y Nanofluorapatita sometidas a diferentes tratamientos de superficie?

II. INTRODUCCIÓN

La importancia de realizar el tratamiento de superficie en las restauraciones cerámicas es generar microretenciones que favorece una unión química con el silano permitiendo la unión a un cemento resinoso, para lograr esta fuerte unión entre la cerámica y la estructura dental es importante seleccionar el adecuado tratamiento de superficie para lograr la mejor adhesión entre el cemento resinoso y el sistema adhesivo para los diversos tipos de cerámica. ⁽¹⁻³⁾

Para realizar el tratamiento de las cerámicas con matriz vítrea de origen sintético a base de Nanofluorapatita y Disilicato de litio, se utiliza convencionalmente el ácido fluorhídrico que reacciona con la matriz vítrea de contenido sílice formando el tetrafluorosílice convirtiéndose en ácido hidrofúorosílice en su forma más estable, esta matriz vítrea se elimina de forma selectiva exponiendo la fase cristalina volviendo áspera a la cerámica para obtener la retención micromecánica. Esta superficie que está grabada con ácido fluorhídrico proporciona más energía superficial antes que se coloque la solución del silano. ^(1, 2, 4-9)

El grabado de la cerámica con ácido fluorhídrico se ha utilizado por años, sin embargo incluso en bajas concentraciones puede causar toxicidad, es altamente corrosivo e inclusive podría causar daño tísular y daños ópticos, por eso es muy importante seguir los protocolos de cuidados correctos para evitar cualquier accidente. ^(7, 10-14)

La aplicación de ácido fluorhídrico y silano en la superficie de la cerámica mejora la adhesión química⁽⁶⁾, teniendo en cuenta que el silano es una molécula bifuncional ^(15, 16) que actúa en las partículas cerámicas inorgánicas y la matriz de resina orgánica. ^(15, 17) La

unión de estos dos componentes en el tratamiento de la cerámica tiene muy buenos resultados.⁽¹⁸⁾

El Primer de autograbado cerámico Monobond® Etch&Prime fue creado en el año 2015 ⁽⁶⁾para disminuir el tiempo clínico, los pasos de procedimientos adhesivos y eliminar el uso de un producto corrosivo como el ácido fluorhídrico. Este primer de autograbado cerámico está compuesto de un silano (Trimetroxipropil metacrilato), un agente grabador (Butanol de trifluoruro de dihidrogeno de tetrabutilamonio) y un agente imprimante (3% a 10% ácido fosfórico metacrilato) estos componentes se encuentran en un solo frasco reduciendo a un solo paso el grabado de la superficie cerámica y la silanización.^(3, 10, 11, 18, 20)

Las cerámicas de Disilicato de Litio y Nanofluorapatita son ampliamente utilizadas debido a su excelente biocompatibilidad, su alta estética, propiedades ópticas, mecánicas y altas tasas de supervivencia.^(3, 5, 6, 18, 21) Las cerámicas de Disilicato de litio y Nanofluorapatita se encuentra dentro de la clasificación con relleno vítreo sintético, sin embargo las cerámicas de Disilicato de litio presenta una fase vítrea y otra cristalina teniendo mejor resistencia debido a su contenido del 70 % de Disilicato de litio en su composición; por otro lado las cerámicas de Nanofluorapatita contienen mayor contenido vítreo teniendo en su composición leucita o fluorapatita presentando mayor estética y logrando imitar al esmalte debido a esto se manejan de diferente manera.⁽²¹⁾

Debido a las diferencias en la composición química entre las cerámicas de Nanofluorapatita y de Disilicato de Litio, las cerámicas de Nanofluorapatita requieren de un tratamiento de superficie de ácido fluorhídrico de 60 segundos y las cerámicas de Disilicato de litio necesitan 20 segundos.^(1, 22)

Los procesos adhesivos para la cementación de las cerámicas varían de acuerdo al tipo de cerámica utilizada. La nueva clasificación propuesta por algunos autores dividen a

las cerámicas en tres familias: cerámicas con relleno vítreo, cerámicas policristalinas, cerámicas con matriz de resina.^{(16, 20, 23, 24),34}

El tratamiento de superficie en las cerámicas vítreas juegan un rol muy importante para la unión con el cemento resinoso debido a eso debemos saber que protocolo adecuado de tratamiento de superficie sería el mejor para obtener una adecuada resistencia de unión. Si bien es cierto el uso del ácido fluorhídrico más silano es el protocolo más utilizado, es importante comparar nuevas alternativas que ofrezcan pasos reducidos así como la posibilidad de su uso intraoral, presentando valores de resistencia de unión suficientes para ser utilizados.

Es por esta razón que el objetivo de este estudio fue evaluar la resistencia al microcizallamiento de dos cerámicas vítreas (Disilicato de Litio y Nanofluorapatita) con diferentes tratamientos de superficie.

Justificación

Las cerámicas libres de metal se usan debido a la buena compatibilidad con el tejido gingival y a su gran estética por lo tanto se usan más en zonas anteriores, el éxito del manejo de las cerámicas al momento de la cementación depende de los tratamientos de superficie para cada cerámica teniendo en cuenta los siguientes factores: tipo de cerámica, tiempo de grabado, sistema adhesivos y agentes de cementación.

En la actualidad se cuentan con diferentes tratamientos de superficie de las cerámicas vítreas; cada uno de ellos con características distintas; mostrando una adecuada resistencia de unión entre la cerámica y el cemento resinoso, creando en el clínico controversias y dificultades para tomar una elección adecuada.

Cuando se utilizan sistemas simplificados no siempre se consiguen mejores resultados, sin embargo podemos considerar otras ventajas clínicas como es en el caso de reparaciones intraorales y obtener resultados eficientes en términos de adhesión con

respecto a los protocolos convencionales. Además la unión química generada por el silano es un paso fundamental a diferencia del uso de ácido fluorhídrico que más sirve para generar microretenciones a través de la exposición de matriz vítrea, por tal motivo se considera el uso adicional del silano posterior al primer de autograbado cerámico donde se podrían obtener mejores valores de adhesión.

Con la finalidad de lograr mayor longevidad a expensas de la adhesión no solo a sustratos dentarios sino también a los materiales que puedan lograr ser más biocompatibles, este trabajo tiene la posibilidad de brindar alternativas de protocolos en el tratamiento de superficie extraoral previo a la cementación como intraoral en las situaciones donde sea necesario la reparación.

III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

- **Objetivo General:**

Evaluar la resistencia al microcizallamiento de dos cerámicas vítreas de Disilicato de Litio y Nanofluorapatita con diferentes tratamientos de superficie.

- **Objetivos Específicos:**

- Comparar los valores de resistencia al microcizallamiento de las cerámicas de Disilicato de litio con diferentes tratamientos de superficie.
- Comparar los valores de resistencia al microcizallamiento de las cerámicas de Nanofluorapatita con diferentes tratamientos de superficie.
- Comparar los valores de resistencia de unión al microcizallamiento entre los grupos según el tipo de cerámica y el tratamiento de superficie.

HIPÓTESIS

La resistencia al microcizallamiento de las cerámicas de Nanofluorapatita y de Disilicato de Litio depende del tipo de tratamiento de superficie.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Tipo de Estudio

El Tipo de Estudio fue Experimental *in vitro*.

2. Grupo de Estudio

El grupo de estudio estuvo conformado por 80 discos de cerámicas vítreas entre 40 discos de Disilicato de litio y 40 discos de Nanofluorapatita divididos en dos grupos, cada grupo a su vez fue subdividido aleatoriamente en 4 sub-grupos, el tamaño de la muestra para cada sub-grupo fue ($n= 10$), posteriormente al tratamiento realizado se utilizó el cemento resinoso fotopolimerizable Variolink® Esthetic LC (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) con sus respectivos tratamientos de superficie.

El tamaño de la muestra se obtuvo a través del programa de Fistera y se hizo el cálculo del tamaño de las muestras para comparar la resistencia de unión. ^(1, 18)

Esta fórmula fue determinada en un estudio piloto que se trabajó con 5 unidades por cada grupo.

Tipo de test = unilateral

Nivel de confianza o seguridad = 95%

Poder estadístico = 80%

Precisión (d)= 2.20

Varianza (s^2)=4.00

TAMAÑO MUESTRAL= 10

2.1 Criterios de Selección:

Los criterios de selección serán divididos en criterio de inclusión y exclusión:

a) Criterios de Inclusión de la cerámica

Discos de cerámicas con superficies planas y lisas.

Discos de cerámicas de 10 mm de ancho x 3mm de altura.

Discos de cerámica de un mismo lote de fabricación.

b) Criterios de Exclusión de la cerámica

Discos de cerámicas con burbujas.

Discos de cerámicas con fracturas.

c) Criterios de Inclusión de los cilindro de cemento

Cilindro de cemento paralelos entre si adheridos a la cerámica.

Cilindro de cemento de un mismo lote de fabricación.

d) Criterios de exclusión de los cilindros de cemento

Cilindro que tenga la medida de 2mm de altura.

Cilindro de cemento con burbujas.

Definición y Operacionalización de variable

Resistencia al microcizallamiento

Definición conceptual: Fuerza que se requiere para producir una falla en la unión ente la cerámica y resina de cemento

Indicador: Máquina de ensayo semiuniversal

Tipo y escala de medición: Cuantitativa y de Razón

Valores categorías: MPa

Tratamiento de Superficie

Definición conceptual: Tratamiento que recibe la superficie de la cerámica de Disilicato de Litio y Nanofluorapatita para favorecer la adhesión con cemento resinoso.

Indicador: Tratamiento seleccionado

Tipo y escala de medición: Cualitativa y Nominal Politómica

Valores categorías:

No tratamiento (ST)

Ácido fluorhídrico 10% +Monobond® N (HF10+S)

Monobond® Etch & Prime (MEP)

Monobond® Etch & Prime +Monobond® N (MEP+S)

Tipo de Cerámica

Definición conceptual: Formadas básicamente por una fase vítrea y cristalina.

Indicador: Tipos de cerámica

Tipo y escala de medición: Cualitativa y Nominal Dicotómica

Valores categorías: Disilicato de Litio /Nanofluorapatita

Operacionalización de variables anexo N°1

Los materiales evaluados y su composición son mostrados en el anexo N°2

3. Métodos y Técnicas

4.1. Método

El método de la investigación fue observación estructurada

4.2. Técnicas y procedimientos

a. Preparación de los especímenes

Para este estudio se utilizaron 80 discos de cerámicas vítreas entre ellas fueron 40 cerámicas a base de Disilicato de Litio IPS e. max® Press color LT A1 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) y 40 cerámicas a base de Nanofluorapatita IPS e. max® Ceram color D2 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) de 10mm de diámetro x 3 mm de altura.

b. Fase de laboratorio

Los discos de cada cerámica de Disilicato de litio y Nanofluorapatita fueron confeccionados por un laboratorio dental.

- **Cerámicas de Disilicato de Litio- Técnica de Inyección**

Se realizó la confección de un molde para la obtención de los discos de cerámica con silicona de adición líquida de la marca elite doublé 16 (Zhermack®, Italia) con la ayuda

de una jeringa que tuvo la medida de 10 mm de diámetro x 3mm de altura. Se realizó una impresión negativa al molde con la medida de 10 mm de diámetro x 3 mm de altura para obtener una matriz de silicona. Obtenida la matriz de silicona se le agregó acrílico de combustión completa (Duralay[®], EEU) en pequeñas porciones para evitar las burbujas y se dejó polimerizar por 10 minutos. Luego se hizo la calibración con el vernier electrónico teniendo en cuenta las medidas de la muestra. Una vez polimerizado se eliminaron los excesos la muestra de Duralay[®] con un motor de baja velocidad y se colocó en un bebedero que se fijó con cera.

Obtenida la muestra a base de acrílico de combustión completa (Duralay[®], EEU) se colocó dentro del cilindro, teniendo una distancia de 5mm en todos sus lados al momento de ser colocado, previamente aislar el vástago y base del cilindro donde se colocó un líquido llamado rompedor de tensiones. Posteriormente se colocó el revestimiento en polvo 100 gr que fue mezclado con el líquido de revestimiento 18 ml y agua destilada 5ml en el que se llevó al mezclador al vacío y se dejó por 30 segundos.

Una vez mezclado el yeso de revestimiento se procedió a revestir el objeto en donde se encontraba la muestra de Duralay y se colocó una contratapa para luego colocarlo en el horno en donde se esperó por 45 minutos antes de inyectar.

Luego se retiró el cilindro con su base y solo quedó el yeso de revestimiento. Una vez ya fraguado el revestimiento se colocó en el horno de calentamiento a 850°C por una hora de mantenimiento, seguidamente se procedió a ser el inyectado de la cerámica dentro de horno de inyección a 850°C por 20 minutos, una vez terminado el proceso de inyección se procedió a retirar el cilindro del horno y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Luego se procedió a limpiar con oxido de aluminio a una presión de 2 a 4 bares para retirar el yeso de revestimiento y poder obtener la muestra de Disilicato de litio. Eliminamos las rebabas del revestimiento colocándolas al ultrasonido en un

líquido de ácido fluorhídrico mediante la vibración se reblandeció a 15 minutos por 30 °C y luego arenamos para que así se elimine el revestimiento.

Finalmente se calibro cada muestra cerámica obteniendo las medidas de los especímenes con la ayuda de un vernier electrónico.

- **Cerámicas de Nanofluorapatita- Técnica Polvo-Líquido**

Se realizó la confección de la matriz para poder formar los discos de cerámica con sus respectivas medidas 10mm de diámetro x 3mm de alto, para iniciar el procedimiento humectamos la cerámica con un poco de agua y líquido de moldear. Seguidamente colocamos el conformador de pastillas; este conformador tuvo la forma de un aro para obtener un espécimen redondo; sobre la platina de vidrio y con la ayuda del pincel colocamos la cerámica dentro del conformador generando pequeñas vibraciones para poder condensar la cerámica y compactarlas con el fin de eliminar porosidades o burbujas de aire que se pudieran haber encontrado al interior de la cerámica. Una vez colocada la cantidad suficiente de cerámica se retiró el exceso del líquido en su interior con la ayuda de papel absorbente. Posteriormente se retiró el conformador y nos quedó solamente la cerámica. Luego se colocó un pedazo pequeño de algodón refractario sobre el panel de cocción y colocamos la cerámica. Posteriormente se colocó el panel con la cerámica dentro del horno a una temperatura de 750°C y se procedió hacer la cocción de la cerámica por 15 minutos. Una vez terminado el proceso de cocción en el horno se pudo apreciar que la cerámica se contrajo. Se volvió a realizar el mismo procedimiento para completar las dimensiones establecidas de la muestra de cerámica de Nanofluorapatita, este procedimiento no altero sus propiedades mecánicas.

Luego se procedió a calibrar y a homogenizar la superficie con la ayuda de piedras sinterizadas cilíndricas de diamante de grano medio y fino (Jota®, Switzerland, Suiza) con un micromotor de mano. **Fig. 1a-1b**

La obtención de las muestras cerámicas de Disilicato de litio y Nanofluorapatita fueron realizadas por el técnico dental con las indicaciones del fabricante.

Todos los discos de cerámica fueron posicionados en anillos plásticos en tubos de cloruro de polivinilo (PVC) embebidos con resina acrílica de autocurado (Vitacron+®, New Stetic S.A, Colombia). Para esto se colocó sobre una platina de vidrio una cinta adhesiva de doble contacto, sobre esta se colocó el disco cerámica, inmediatamente se posicionó el anillo plástico sobre el cual se embebió con resina acrílica de autocurado (Vitacron+®, New Stetic S.A, Colombia) color rosado. Posteriormente a la polimerización del acrílico la superficie de la cerámica expuesta fue pulida con papel de lija de agua de la marca Asalite (Prosac, lima, Perú) de 600, 400 y 200 grit con irrigación constante por 1 minuto. Después del pulido las muestras fueron lavadas con agua en una máquina de ultrasonido por 10 minutos (Gnatus, Brasil). **Fig. 2a-2b-2c-2d-2e**

c. Formación de los Grupos de Estudio

Los discos de cerámica de Disilicato de Litio y Nanofluorapatita fueron divididos en 2 grupos y luego subdivididos de manera aleatoria en 4 sub-grupos (n=10) de acuerdo al tratamiento de superficie. Los discos de las cerámicas fueron asignados aleatoriamente para recibir los tratamientos de superficie que se realizaran a cada uno por cada grupo.

Anexo N°3

d. Tratamiento de Superficie de los Discos de Cerámica

Las cerámicas vítreas se dividen en dos grupos:

GRUPO A: Cerámicas Nanofluorapatita: se dividen en 4 sub-grupos:

- **SUB-GRUPO AST (Grupo Control Negativo):** Sin tratamiento. **Fig. 4**
- **SUB-GRUPO AHFS:** Grabado con ácido fluorhídrico 10% (Angelus®, Brasil) durante 60 segundos sobre la cerámicas de Nanofluorapatita, luego fue lavado

con agua por 30 segundos. Todos los especímenes fueron seleccionados aleatoriamente para el baño ultrasónico por 5 minutos para remover el ácido fluorhídrico remanente. Posteriormente fueron secados con aire durante 30 segundos. Seguidamente se aplicó Monobond® N (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) con una microbrocha frotando la superficie cerámica y se dejó reaccionar durante 60 segundos. **Fig. 5**

- **SUB-GRUPO AMEP:** Se aplicó el Monobond® Etch & Prime (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) en la superficie de la cerámica usando una microbrocha y se frotó contra la superficie durante 20 segundos usando una presión ligera, se dejó reaccionar o actuar por 40 segundos luego fue removido con agua en spray el polifluoruro de amonio hasta que el color verde desaparezca durante 30 segundos. Después las muestras fueron sometidas a baño ultrasónico con agua por 5 minutos y finalmente se procedió al secado con aire durante 10 segundos. **Fig. 6**
- **SUB-GRUPO AMEPS:** Se aplicó el Monobond® Etch & Prime (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) en la superficie de la cerámica usando un microbrocha la que se frotó contra la superficie durante 20 segundos usando una presión ligera. Se dejó actuar durante 40 segundos. Se lavó vigorosamente con agua para retirar el Polifluoruro de amonio hasta que desaparezca el color verde durante 30 segundos dejando expuesta la capa de silano en la cerámica. Luego se procedió a baño ultrasónico con agua durante 5 minutos. Se procedió a secar la cerámica con aire comprimido durante 10 segundos. Seguidamente se aplicó una fina capa de silano Monobond® N (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) con una microbrocha sobre la superficie y se dejó reaccionar durante 60 segundos. **Fig.7**

Grupo B: Para las cerámicas de Disilicato de Litio: se dividen en 4 subgrupos:

- **SUB-GRUPO BST (Grupo Control Negativo):** Sin tratamiento **Fig.4**
- **SUB-GRUPO BHFS:** Grabado con ácido fluorhídrico 10% (Angelus®, Brasil) durante 20 segundos para el Disilicato de litio, luego fue lavado con agua por 30 segundos. Todos los especímenes fueron seleccionados aleatoriamente para el baño ultrasónico por 5 minutos para remover el ácido fluorhídrico remanente. Posteriormente fueron secados con aire durante 30 segundos. Seguidamente se aplicó Monobond® N (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) con una microbrocha frotando la superficie de la cerámica y se dejó reaccionar durante 60 segundos. **Fig.5**
- **SUBGRUPO BMEP:** Se aplicó el Monobond® Etch & Prime (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) en la superficie de la cerámica usando una microbrocha y se frotó contra la superficie durante 20 segundos usando una presión ligera, se dejó reaccionar o actuar por 40 segundos luego fue removido con agua el Polifluoruro de amonio hasta que el color verde desaparezca durante 30 segundos. Después las muestras fueron sometidas a baño ultrasónico con agua por 5 minutos y finalmente se procedió al secado con aire durante 10 segundos. **Fig. 6**
- **SUB-GRUPO BMEPS:** Se aplicó el Monobond® Etch & Prime (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) en la superficie de la cerámica usando un microbrocha la que se frotó contra la superficie durante 20 segundos usando una presión ligera. Se dejó actuar durante 40 segundos. Se lavó vigorosamente con agua para retirar el Polifluoruro de amonio hasta que desaparezca el color verde durante 30 segundos dejando expuesta la capa de silano en la cerámica. Luego se procedió a baño ultrasónico con agua durante 5 minutos. Se procedió a secar

la cerámica con aire comprimido durante 10 segundos. Seguidamente se aplicó una fina capa de silano Monobond® N (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) con una microbrocha sobre la superficie y se dejó reaccionar durante 60 segundos **Fig. 7**

e. **Confección de los cilindros de cemento resinoso adherido a la superficie cerámica**

Sobre la superficie de cada disco de cerámica se confeccionó 3 tubos utilizando como matriz tubos de polietileno de 2 mm de altura y de un diámetro de 0.96mm (Tygon, Brasil). El cemento resinoso fotopolimerizable Variolink® Esthetic LC (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), color neutral, fue insertado con una punta aplicadora dentro de la matrices de polietileno y posteriormente fue activada por 20 segundos con una lámpara LED Bluphase N® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) de 1200mw/cm² a una distancia de 0mm. Las muestras se almacenaron en agua destilada a temperatura ambiente durante 24 horas.^(18, 25, 26)

Todos los procedimientos se llevaron a cabo por el mismo operador capacitado. **Fig.8**

f. **Prueba de microcizallamiento**

Los tubos *Tygon* fueron retirados con una hoja de bisturí n # 12 o 15 para poder exponer los cilindros de cemento resinoso, evitando de no ejercer excesiva fuerza para evitar el desprendimiento de los cilindros de cemento resinoso, así mismo se usó por cada tubo *Tygon* un bisturí nuevo para facilitar la separación de los *Tygon*.

Las cerámicas con los cilindros fueron colocadas y ajustadas en la máquina semiuniversal electrónica modelo OM100 (Odeme, San Carlos, SP, BR) en la base receptora. Luego se insertó un alambre de acero inoxidable delgado previamente conformado de 0,2 mm de diámetro en forma de 8 alrededor de la base del cilindro de resina y la otra parte en el dispositivo de la máquina de microcizallamiento.^(18, 27)

Todas las muestras se colocaron en la máquina de microcizallamiento semiuniversal para someter a los cilindros de cemento resinoso a una velocidad de tracción de 1mm/min hasta producirse la falla. Los valores obtenidos de cada cilindro resinoso sobre la cerámica fueron en la unidad de gramos llevando los datos a un cuadro de Excel bajo una formula, obteniendo de los 3 cilindros resinosos un valor de cada espécimen cerámico. Los valores de resistencia de unión obtenidos tras la prueba de microcizallamiento se analizaron en Megapascales (MPa.).^(18, 27) **Fig. 9**

g. Procesamiento y Análisis de Datos

El análisis de datos se realizó utilizando el programa SPSS (IBM, Armonk, NY, EE.UU). Seguido los datos fueron evaluados con la prueba estadística de Shapiro Wilk encontrando distribución normal de los datos ($p > 0.05$) para ambas cerámicas. Posterior a esto se realizó la prueba de ANOVA de un factor y comparaciones múltiples de Tukey.

h. Consideraciones Éticas

Este trabajo de estudio fue experimental *in vitro* no tuvo ninguna vulneración de los aspectos éticos ya que se trabajó en discos de cerámicas y cementos resinosos. El presente trabajo fue registrado con el siguiente código N°205-2019-POS8

V. RESULTADOS

Luego de la prueba de resistencia de unión al microcizallamiento en las cerámicas de Nanofluorapatita sometidas a diferentes tratamientos de superficie se encontró un valor para el sub-grupo AMEPS de 14.85 ± 1.69 , para el sub-grupo de AHFS 9.51 ± 0.88 , en el sub-grupo AMEP 6.29 ± 1.26 y finalmente se obtuvo el valor para el subgrupo AST de 3.65 ± 0.62 .

En relación al grupo Disilicato de litio sometidas a diferentes tratamientos de superficie en la resistencia de unión el subgrupo de BMEPS obtuvo un valor de 13.47 ± 2.61 , para

el subgrupo de BHFS 10.11 ± 1.03 , para el sub grupo BMEP $9,87 \pm 1.45$ y finalmente para el subgrupo BST 3.44 ± 0.73 .

En la prueba de Anova $p < 0,001$ se encontró diferencia significativa para ambos grupos para cerámicas de Nanofluorapatita y Disilicato de litio.

Para la prueba de Tukey se encontró diferencia significativa entre los sub-grupos sin embargo para la cerámica de Disilicato de litio en los subgrupos BHFS Y BMEP no se encontraron diferencias significativas.

Test de Microcizallamiento en Cerámica de Nanofluorapatita

Tratamiento de superficie	n	Media	D.E	IC 95%	
				LI	LS
Sub-Grupo AST	10	3,65 ^a	0,62	3,20	4,10
Sub-Grupo AHFS	10	9,51 ^b	0,88	8,88	10,15
Sub-Grupo AMEP	10	6,29 ^c	1,26	5,39	7,20
Sub-Grupo DMEPS	10	14,85 ^d	1,69	13,64	16,06

ANOVA $p < 0.001$

Letras iguales no hay diferencia significativa.

Letras diferentes hay diferencia significativa.

Test de Microcizallamiento en Cerámica Disilicato de Litio

Tratamiento de superficie	n	Media	D.E	IC 95%	
				LI	LS
Sub-Grupo BST	10	3,44 ^a	0,73	2,91	3,97
Sub-Grupo BHFS	10	10,11 ^b	1,03	9,37	10,85
Sub-Grupo BMEP	10	9,87 ^b	1,45	8,83	10,91
Sub-Grupo BMEPS	10	13,47 ^c	2,61	11,87	15,60

ANOVA p <0.001

Letras iguales no hay diferencia significativa.

Letras diferentes hay diferencia significativa.

**Comparación de resistencia al microcizallamiento entre los sub- grupos de
cerámicas Nanofluorapatita y Disilicato de Litio**

Tratamiento de superficie		p	
		C. Nanofluorapatita	C. Disilicato de litio
Sin tratamiento	Ácido fluorhídrico-silano	0.000	0.000
	Monobond Etch &Prime	0.000	0.000
	Monobond Etch &Prime – silano	0.000	0.000
Ácido fluorhídrico más silano	Monobond Etch &Prime	0.000	0.987
	Monobond Etch &Prime más silano	0.000	0.000
Monobond Etch &Prime	Monobond Etch &Prime más silano	0.000	0.000

Tukey $p < 0.001$

VI. DISCUSIÓN

En este estudio se comparó a dos vitrocerámicas (Nanofluorapatita y Disilicato de litio) sometidas a diferentes tratamientos de superficie teniendo a los grupos de ácido fluorhídrico más silano, Monobond® Etch & Prime, Monobond® Etch & Prime más silano y la resistencia de unión entre la cerámica y el cemento resinoso. Las cerámicas

dentales en la cavidad oral se encuentran en un entorno muy complejo expuestas a diferentes fuerzas oclusales teniendo en cuenta que el éxito clínico de una restauración depende de la correcta cementación manejando adecuadamente los protocolo de tratamiento de superficie de las cerámicas.⁽³⁾

La prueba mecánica utilizada en este estudio fue resistencia de unión al microcizallamiento. Se utilizó esta prueba mecánica ya que la evaluación en áreas más pequeñas proporcionan mejor distribución de stress y por ende una menor probabilidad de defectos en la interface, facilidad de preparar la muestras, permite realizar varias mediciones de resistencia de unión en una misma área, tiempo reducido en la manipulación de los especímenes y proporciona más fallas adhesivas que cohesivas comparándolas con la prueba de resistencia a la microtracción.^(4, 7, 15, 25, 28)

Las pruebas de resistencia a la tracción puede realizarse en muestras de cerámicas unidas a algún sustrato y se aplicará dos fuerzas dirigidas una de la otra y perpendicular a la interfaz de unión sin embargo la prueba de resistencia a la microtracción utiliza una superficie transversal de aproximadamente 1 mm lo que conlleva a mayor uniformidad de distribución de tensiones, ya que son superficies más pequeñas. En el presente estudio se usó la prueba de microcizallamiento debido a que es más fácil de manipular los especímenes, es muy simple y no usamos la pruebas de microtracción ya que tiene varias limitaciones tales como elaboración meticulosa de la muestras, técnica muy exigente, las muestras se deshidratan fácilmente, complicaciones para confeccionar las muestras y las muestras son fácilmente dañadas.^(7, 29)

En el presente estudio se encontró que la resistencia de unión al microcizallamiento fue mayor significativamente para ambas cerámicas encontrando en la cerámica de Nanofluorapatita subgrupo AHFS un valor de 9.51 ± 0.88 y para las cerámica de Disilicato de litio subgrupo BHFS de 10.11 ± 1.03 cuando se utilizó ácido fluorhídrico y

silano comparado con el grupo control negativo que no recibió ningún tratamiento de superficie, esta diferencia se debe porque el ácido fluorhídrico crea mayor área de superficie debido a su tratamiento micromecánico reaccionando con la matriz vítrea rica en sílice y generando hexafluorosilicatos, exponiendo a la estructura cristalina de las cerámicas adicionalmente se aplica el silano que mejora la unión con el cemento resinoso creando una interacción química entre el sílice de la matriz vítrea de la cerámica y el grupo metacrilato del cemento.^(1, 3, 18, 26)

El grabado con ácido fluorhídrico seguido por la aplicación de silano es considerado el Gold estándar para los tratamientos de las cerámicas con contenido sílice.⁽²²⁾ Sin embargo, la aplicación del silano proporciona un enlace de hidrógeno covalente químico que permite aumentar la resistencia de unión en las cerámicas con contenido de sílice que es el caso de la cerámica de Disilicato de litio y Nanofluorapatita, a la vez el silano permite formar un enlace siloxano, su uso es importante después del grabado con ácido fluorhídrico. El manejo del tratamiento de las cerámicas de Disilicato de litio y Nanofluorapatita con ácido fluorhídrico mejora la retención micromecánica, aumenta las interacciones físicas, humectabilidad con el cemento resinoso, que generalmente es un material hidrófugo.^(1, 3, 26, 30)

Klosa y *COL*⁽¹⁴⁾ obtuvieron los más altos resultados en la resistencia de unión con el grupo de ácido fluorhídrico más silano en el tratamiento de superficie de la cerámica de Disilicato de litio en comparación con todos sus grupos experimentales; su metodología difiere de la nuestra ya que utilizaron un autograbador cerámico como el tetrafluoruro de Titanio con diferentes tiempos; sus resultados fueron de 37.8MPa teniendo en cuenta que la resistencia de unión que utilizaron fue tracción y su valor obtenido fue más elevado que nuestro estudio ya que para la cerámicas de Disilicato de litio el valor fue de 10.11 ± 1.03 MPa.

En un reciente estudio ⁽³⁾ se demostró que el tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico+ silano obtuvo un valor de 10.22 ± 3.28 MPa en las cerámicas de Disilicato de Litio obteniendo la mejor resistencia de unión. Sin embargo no hubo diferencia significativa en los grupos de ácido fluorhídrico+ silano+ adhesivo, Monobond® Etch& Prime+ adhesivo y ácido fluorhídrico+ silano+ adhesivo universal. El uso de Monobond® Etch & Prime solo como tratamiento de superficie obtuvo valores más bajos de resistencia de unión que el grupo de Monobond® Etch & Prime + adhesivo. Comparándolo con nuestro estudio se reemplazó el adhesivo por el silano, los subgrupos que recibieron tratamiento de superficie con Monobond® Etch prime más silano obtuvo los valores más altos para ambas cerámicas esto podría ser debido al tratamiento de superficie realizado y el contenido sílice de la matriz vítrea de las cerámicas de Nanofluoropatita y Disilicato de litio.

El subgrupo BMEP presento valores de resistencia de unión de 9.87 ± 1.45 MPa similares al subgrupo de BHFS de 10.11 ± 1.03 MPa para la cerámica de Disilicato de litio esto podría deberse a que el Monobond Etch & Prime crea patrones de grabado similares al del ácido fluorhídrico. El Monobond Etch & Prime es un agente de autograbado para cerámicas de un solo paso que contiene Polifluoruro de amonio y silano en un solo frasco. Se han realizado varios estudios de fluoruros (tetrafluoruro de titanio, gel fluoruro fosfato acidulado, bifluoruro de hidrogeno y amonio) separado del silano para grabar cerámica con el fin de disminuir la toxicidad y sea menos peligrosa que el ácido fluorhídrico. ^(6, 11, 18, 20, 31)

En un estudio previo, el tratamiento de superficie de la cerámica de Disilicato de litio usaron ácido fluorhídrico más silano teniendo como resultado de 34.3 ± 2.9 MPa y para el Monobond® Etch&Prime obtuvo 33.5 ± 1.7 MPa no encontrando diferencia

significativa esto puede deberse al diferente manejo de los especímenes ya que fueron almacenados -termociclados y la resistencia de unión que se realizó fue tracción.¹¹

Los resultados del presente estudio están de acuerdo con Siqueira y COL⁽³²⁾ y Roman-Rodriguez y COL⁽³³⁾ no encontrando diferencia significativa alguna en la resistencia de unión de una cerámica de Disilicato de litio con tratamiento de superficie con Monobond Etch & Prime y ácido fluorhídrico más la aplicación de silano.

En investigaciones realizadas por El-Damanhoury y Gaintantzopoulou⁽¹⁾ encontraron que el tratamiento de superficie para cerámicas de Disilicato de litio (IPS e.max[®] CAD) con ácido fluorhídrico más silano obtuvo el valor más alto de 37.60 ± 10.68 MPa sin embargo para las cerámicas feldespáticas (Vita Block Mark II) obtuvo el valor de 27.97 ± 6.38 MPa y en cerámicas con matriz de resina (Vita Enamic) obtuvo el valor más bajo de 21.33 ± 5.03 MPa en la resistencia de unión; esto se podría deber a la diferencia en su composición de la cerámica comparándola con las otras; en otro grupo se realizó el tratamiento de superficie con Monobond[®] Etch & Prime obteniendo valores altos para la cerámica IPS e. max[®] CAD de 28.06 ± 10.61 MPa seguido de la cerámica Vita Enamic de 25.96 ± 11.58 MPa obteniendo el valor más bajo la cerámica feldespática (Vita Blocs Mark II). Los resultados del presente estudio coinciden con los resultados para la cerámica feldespática obteniendo menores resultados de resistencia de unión para el Monobond[®] Etch & Prime, esto podría deberse a la cantidad de sílice de la cerámica en el cual podríamos tener en cuenta el tiempo de grabado.

Prado y COL⁽¹⁸⁾ evaluaron la resistencia de unión de dos vitrocerámicas con diferentes tratamientos de superficies obteniendo mayores resultados la técnica convencional con ácido fluorhídrico más silano a diferencia del grupo Monobond[®] Etch & Prime que obtuvo bajos valores; sin embargo el Monobond[®] Etch & Prime tiene más estabilidad de resistencia cuando se somete a envejecimiento, coincidiendo con este estudio para las

cerámicas feldespáticas que obtuvieron valores bajos de resistencia de unión, sin embargo para las cerámicas de Disilicato de litio no hubo diferencia significativa cuando se usó ácido fluorhídrico más silano y Monobond® Etch & Prime no coincidiendo con el estudio mencionado.

Cuando se colocó silano después del Monobond® Etch & Prime se encontró que los valores de resistencia de unión aumentaron significativamente tanto para las cerámicas de Nanofluorapatita y Disilicato de litio. Probablemente esto se debe a que la aplicación del silano mejora la estabilidad química de la cerámica cuando esta ha sido tratada creando una interacción química estable con los cementos resinosos compuestos de dimetacrilatos uniendo al silano por medio de un enlace éster, creando así una interacción química molecular.

El uso de Monobond® Etch & Prime es un procedimiento seguro y eficaz para el tratamiento de superficies cerámicas, si logramos reemplazarlo ayudaría a eliminar el HF ya que es un agente corrosivo y dañino para la salud si es que no se toman las medidas de protección.⁽³⁾

En un estudio reciente⁽³⁾ el Monobond® Etch & Prime más la aplicación de un adhesivo obtuvo resultados similares para el tratamiento de superficie cerámico convencional ácido fluorhídrico más silano teniendo una alternativa poder reemplazar el uso del ácido fluorhídrico.

En un reciente estudio, no encontraron diferencias significativas entre los grupos experimentales de ácido fluorhídrico más silano, Monobond® Etch & Prime, ácido fluorhídrico más Monobond® Etch & Prime, Monobond® Etch & Prime más silano a la resistencia de unión no logrando coincidir con este estudio ya que su metodología de manejo de especímenes fue diferente y el tratamiento de superficie difiere al nuestro ya que el estudio usó un adhesivo a la superficie logrando obtener valores más elevados.³⁵

El grabado con ácido fluorhídrico para cerámicas de Disilicato de litio y Nanofluorapatita seguidamente de la aplicación de un agente de acoplamiento como es el silano sigue siendo hoy en día el tratamiento de superficie cerámico más usado por los dentistas en cerámicas con contenido sílice sin embargo estudios sobre el Monobond Etch & Prime usan este protocolo alternativo de tratamiento de superficie reduciendo el tiempo, siendo eficaz y facilitando la manipulación cerámica. ^(1, 22)

El uso de un primer de autograbado Monobond® Etch & Prime (MEP) más la aplicación de silano para realizar tratamiento de superficie cerámico es un procedimiento eficaz para aumentar la unión en las cerámicas vítreas y los cementos resinosos.

CONCLUSIONES

1. El mayor valor de resistencia al microcizallamiento para las cerámicas de Disilicato de litio fue el sub-grupo que recibió tratamiento con Monobond® Etch & Prime más silano, seguido del sub grupo de ácido fluorhídrico más silano. Existiendo diferencias significativas entre ambos grupos.
2. El mayor valor de Resistencia de unión al Microcizallamiento para las cerámicas Nanofluorapatita fue el tratamiento de superficie con el sub-grupo de Monobond Etch& Prime + silano seguido por el sub-grupo de Ácido Fluorhídrico + silano. Existiendo diferencias significativas entre ambos grupos.
3. Al comparar los valores de resistencia de unión al microcizallamiento en las cerámica de Disilicato de litio y de Nanofluorapatita se encontraron los valores mayores para ambas cerámicas en el sub-grupo de Monobond Etch & Prime más silano. Existiendo diferencias significativas entre todos los sub-grupos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. El- Damanhoury HM ,Gaintantzopoulou MD. Self Etching ceramic primer versus Hydrofluoric acid etching efficacy and bonding performance. J. Prosthodont Res. 2018;1(62):75-83.
2. Borges GA SA, De Goes MF, Sobrinho LC , Chan DC. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramic. J. Prosthet Dent. 2003;5(89):479-88.
3. Guimaraes HAB, Cardoso PC, Decurcio RA, Monteiro LJE, de Almeida LN, Martins WF, et al. Simplified Surface Treatments for Ceramic Cementation: Use of Universal Adhesive and Self-Etching Ceramic Primer. Int J Biomater. 2018(1):1-7
4. Torres SM, Borges GA, Spohr AM, Cury AA, Yadav S, Platt JA. The effect of surface treatments on the micro-shear bond strength of a resin luting agent and four all-ceramic systems. Oper Dent. 2009;34(4):399-407.
5. 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.
6. Lopes GC, Perdigao J, Baptista D, Ballarin A. Does a Self-etching Ceramic Primer Improve Bonding to Lithium Disilicate Ceramics? Bond Strengths and FESEM Analyses. Oper Dent. 2019;44(2):210-8.
7. Tian T, Tsoi JK, Matinlinna JP, Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. Dent Mater. 2014;20(2):99-105.
8. 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):308-14.

9. Nikolaus F, Wolkewitz M, Hahn P. Bond strength of composite resin to glass ceramic after saliva contamination. *Clin Oral Investig*. 2013;17(3):751-5.
10. Lyan SK TT, Nikaido T, Uo M, Ikeda M, Sadr JT. Effect of different Surface Treatments on the Tensile Bond Strength to Lithium Disilicate Glass Ceramics. *J. adhes Dent*. 2018;20(3):261-268.
11. Wille S, Lehmann F, Kern M. Durability of Resin Bonding to Lithium Disilicate and Zirconia Ceramic using a Self-etching Primer. *J Adhes Dent*. 2017;19(6):491-496.
12. MONOBOND ETCH PRIME SELF -ETCHING GLASS- CERAMIC PRIMER . SCIENTIFIC DOCUMENTATION. 2015.
13. Guruprasada, Rivankar N, Dhiman RK, Viswambaran M. Evaluation of the effect of surface preparation using phosphoric acid and luting cement on the flexural strength of porcelain laminate veneering material. *Med J Armed Forces India*. 2015;71(Suppl 2):S299-305.
14. Klosa K, Boesch I, Kern M. Long-term bond of glass ceramic and resin cement: evaluation of titanium tetrafluoride as an alternative etching agent for lithium disilicate ceramics. *J Adhes Dent*. 2013;15(4):377-83.
15. Moro AFV, Ramos AB, Rocha GM, Perez CDR. Effect of prior silane application on the bond strength of a universal adhesive to a lithium disilicate ceramic. *J Prosthet Dent*. 2017;118(5):666-71.
16. Gracis S TV, Ferencz J, Silva N , Bonfante E. A New Classification System for All- Ceramic and Ceramic- like Restorative Materials. *Int J. Prosthodont*. 2016;3(28):227-35.
17. Yucel MT AF, Akman S, Yondem I. Effect of surface treatment methods on the shear bond strength between resin cement and all ceramic core materials. *Journal of Non- Crystalline Solid*. 2012;5(358):925-30.

18. Prado M, Prochnow C, Marchionatti AME, Baldissara P, Valandro LF, Wandscher VF. Ceramic Surface Treatment with a Single-component Primer: Resin Adhesion to Glass Ceramics. *J Adhes Dent*. 2018;20(2):99-105.
19. Vivadent I. Monbond Etch Prime safety data sheet. 2016.
20. Park JH SN, Duarte S. Bonding to Silica-based Glass -Ceramics: A review of current Techniques and novel Self-Etching Ceramic Primer. *QDT* . 2016:27-36.
21. Garboza CS, Berger SB, Guiraldo RD, Fugolin APP, Gonini-Júnior A, Moura SK, Lopez MB. Influence of surface Treatments and Adhesive Systems on Lithium Disilicate Microshear Bond Strenght. *Braz Dent J*. 2016;27(4):458-62.
22. 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):372-8.
23. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J*. 2011;56 Suppl 1:84-96.
24. Alrahlah A AM, Vohra F, Al- Mudahi A, Al Jeaidi ZA, Elsharawy M. Effect of self etching ceramic primer and Universal adhesive on bond strength of lithium disilicate ceramic. *Journal of Adhesive Science and Technology*. 2017;31(23):2611-9.
25. Tedesco TK MA, Skupien JA, Soares FZ, Susin AH, Rocha RO,. Starch Tubing : A alternative method to build up microshear bond test specimens. *J. Adhes Dent* 2012;15(4):311-5.
26. Prochnow C, Venturini AB, Grasel R, Gundel A, Bottino MC, Valandro LF. Adhesion to a Lithium Disilicate Glass Ceramic Etched with Hydrofluoric Acid at Distinct Concentrations. *Braz Dent J*. 2018;29(5):492-9.

27. Cardenas AM, Siqueira F, Rocha J, Szesz AL, Anwar M, El-Askary F, et al. Influence of Conditioning Time of Universal Adhesives on Adhesive Properties and Enamel-Etching Pattern. *Oper Dent*. 2016;41(5):481-90.
28. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mater*. 2002;18(5):380-8.
29. Armstrong S GS, Maia R, Araujo Raposo LH, Soares CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: A critical review of “micro” bond strength test methods. *Dent Mater*'j. 2009;26:e50-e62.
30. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent*. 2003;89(3):268-74.
31. Vivadent I. *Monobond Etch&Prime Cientifico y Documentación*. 2016.
32. Siqueira FS, Alessi RS, Cardenas AF, Kose C, Souza Pinto SC, Bandeca MC, et al. New Single-bottle Ceramic Primer: 6-month Case Report and Laboratory Performance. *J Contemp Dent Pract*. 2016;17(12):1033-9.
33. Roman -Rodriguez J P-BJ, Gonzales- Angulo E, Fons- Font A, Bustos -salvador J. Bonding to silicate ceramics: Conventional technique compared with a simplified technique. *J clin exp Dent*. 2017:e1-e8.
34. Bovera R. All- ceramic material selection: how to choose in everyday practice. *Int J Esthet Dent*. 2017;11(2) 265-69.
35. Figueredo de Siqueira FS, Campos VS, Wendlinger M, Muso RAC, Gomes JC, Reis A, Cardenas AFM, Loguercio AD. Effect of Self-Etching Primer Associated to Hydrofluoric acid or Silane on Bonding to Lithium Disilicate. *Braz. Dent. J*. 2019;30(2):171-178

ANEXOS

ANEXO N°1 Definición de variables: Operacionalización de Variables

Variable	Definición Operacional	Indicador	Tipo	Escala de medición	Valores
Microcizallamiento	Fuerza que se requiere para producir una falla en la unión ente la cerámica y resina	Máquina de ensayo semiuniversal	Cuantitativa	Razón	MPa
Tratamiento de superficie	Tratamiento que recibe la superficie de la cerámica de Disilicato de Litio y Nanofluoropatita para favorecer la adhesión con la resina compuesta	Tratamiento seleccionado	Cualitativa	Nominal Politómica	-Sin tratamiento. -HF10% silano -Monobond. Etch & prime -Monobond. Etch & prime silano.
Tipo de cerámica	Formadas básicamente por una fase vítrea y otra cristalina.	Tipos de cerámica	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Disilicato de litio Nanofluoropatita

ANEXO N°2

Materiales Lot. No	Código	Fabricación	Composición
IPS e. max® Press Lote: S46344 Lote S38932	EMP	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	SiO ₂ , Li ₂ O, K ₂ O, MgO, Al ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ Otros óxidos
Monobond® Etch& Prime Lote: W 40877	MEP	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Tetrabutyl tri dihidrógeno de amonio Florida fluoruro, éster de ácido fosfórico metacrilato, metacrilato de trimetoxisililpropilo, alcohol, agua
IPS e. max® Ceram Lote: X08897	EMC	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Fluoruros y pigmentos SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Na ₂ O, K ₂ O, CaO, TiO ₂
Monobond® N Lote: X41367	MN	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Metacrilato de silano Metacrilato de ácido fosfórico Sulfuro metacrilato
Variolink® Esthetic LC Lote: Y05565	VE	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Dimetacrilato de uretano Otros monómeros de metacrilato. Trifluoruro de iterbio, óxido mixto esferoide. Iniciadores, catalizadores
Ácido Fluorhídrico Lote: 46766	HF	Angelus®, Brasil	10% de ácido fluorhídrico

**De acuerdo a los folletos del fabricante*

ANEXO N°3

Cerámica	Tratamiento de superficie	Código de Sub-grupo
Nanofluoropatita GRUPO A	Sin tratamiento	Grupo AST
	Ácido fluorhídrico silano	Grupo AHFS
	Monobond® Etch & Prime	Grupo AMEP
	Monobond® Etch & Prime silano	Grupo AMEPS
Disilicato de Litio GRUPO B	Sin tratamiento	Grupo BST
	Ácido fluorhídrico silano	Grupo BHFS
	Monobond® Etch & Prime	Grupo BMEP
	Monobond® Etch & Prime silano	Grupo BMEPS

*Fueron almacenados por 24 horas

IMÁGENES DEL PROCEDIMIENTO

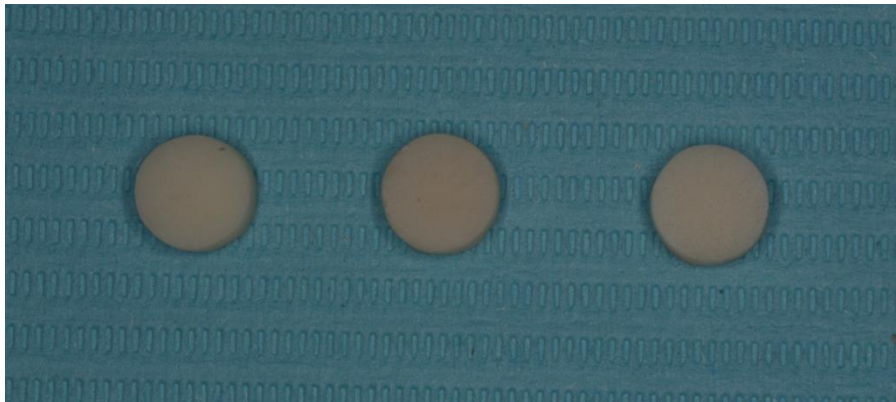


Fig. 1a Obtención de las cerámicas Nanofluorapatita y Disilicato de Litio fabricadas por el laboratorio dental.



Fig. 1b Cerámicas vítreas con un diámetro de 10 mm x 3mm de altura.



Fig. 2a Confección de los anillo de plásticos

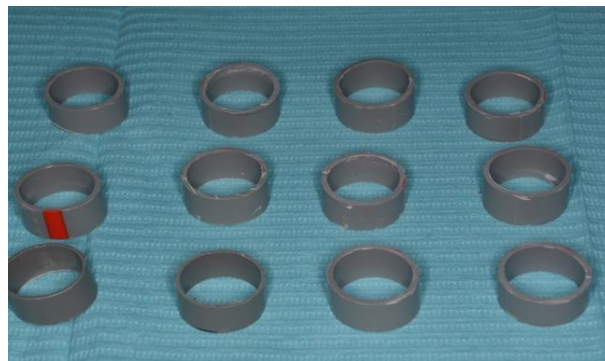


Fig. 2b Vista lateral del corte de los anillos de plástico con una altura de 10mm.

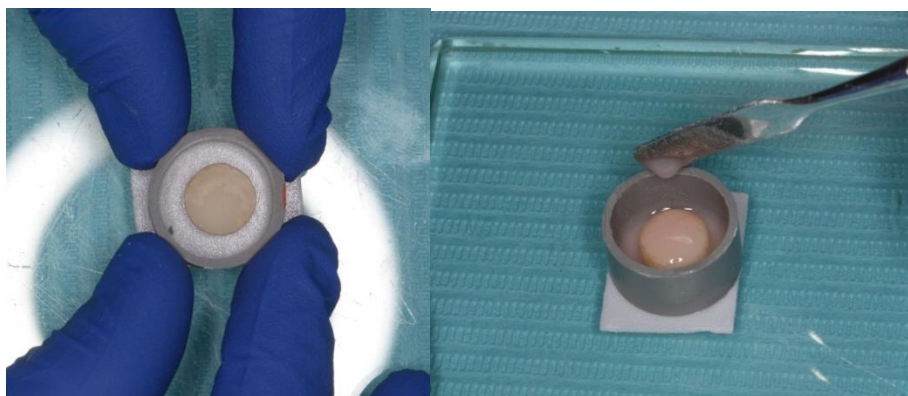


Fig. 2c Posicionamiento del anillo de plástico y la cerámica en una cinta de doble contacto sobre la platina, luego colocar resina acrílica

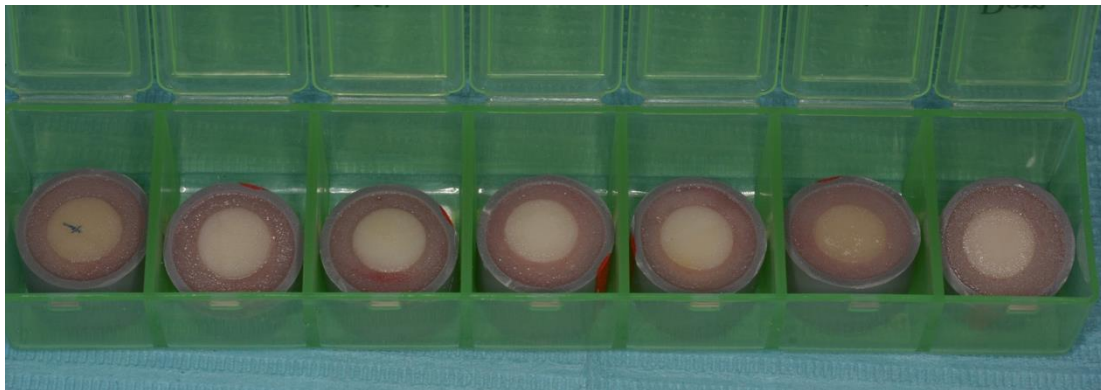


Fig. 2d Obtención de las muestras de las cerámicas dentro de sus matrices.



Fig. 2e Lavado ultrasónico de las muestras de cerámicas

Fig. 3 Los discos de cerámica de Disilicato de Litio y Nanofluorapatita fueron divididos en 8 grupos (n=10 por grupo) de acuerdo al tratamiento de superficie y al tipo de cerámica

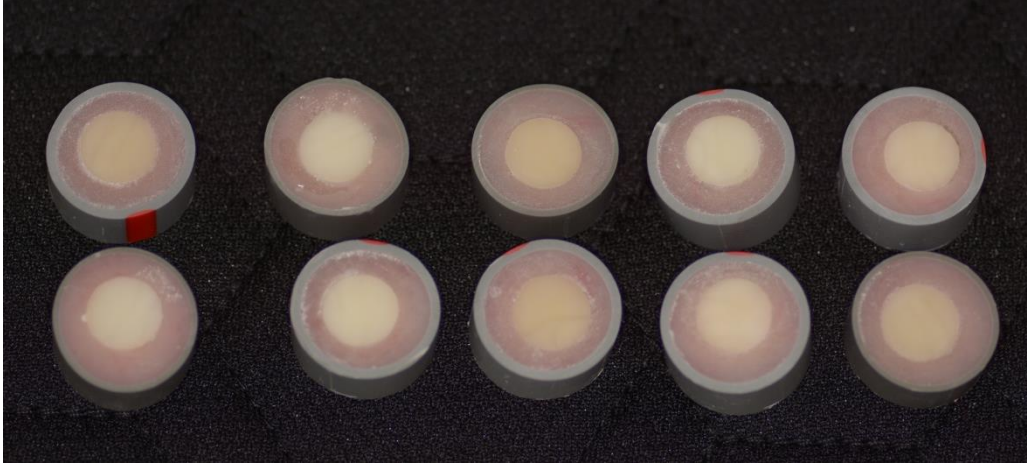


Fig. 4 Grupo A: cerámicas sin tratamiento

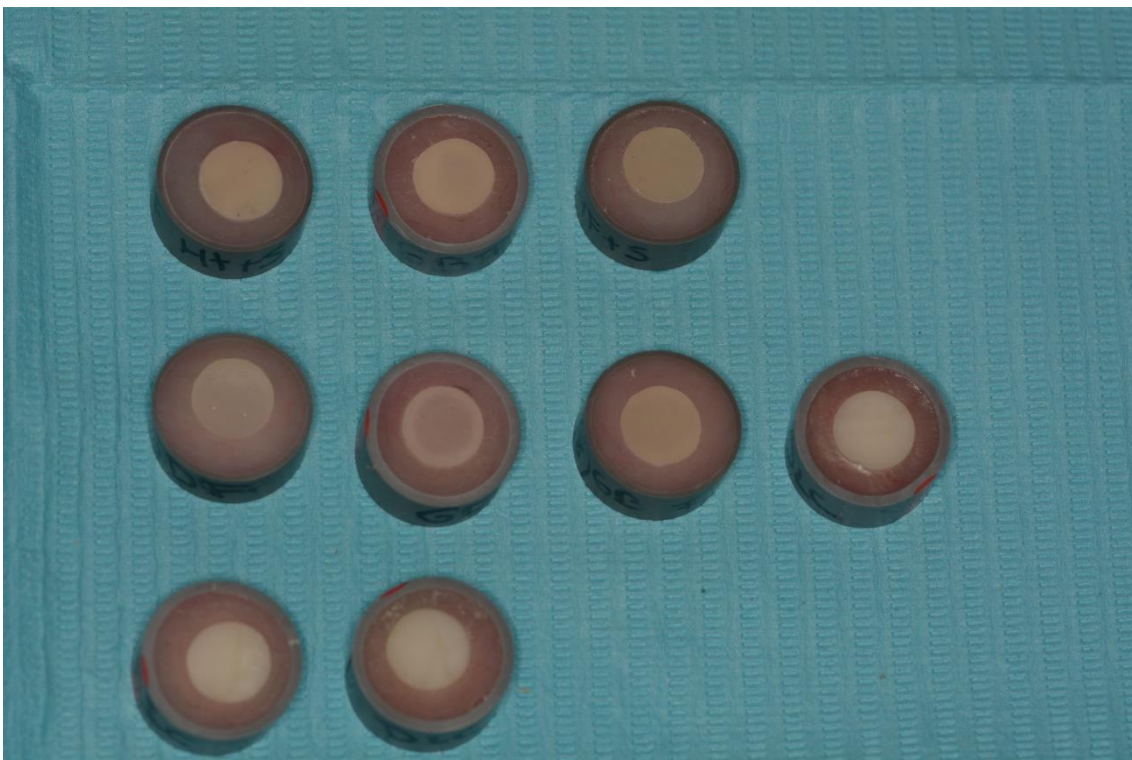


Fig. 5 Grupo B: cerámica con tratamiento de superficie

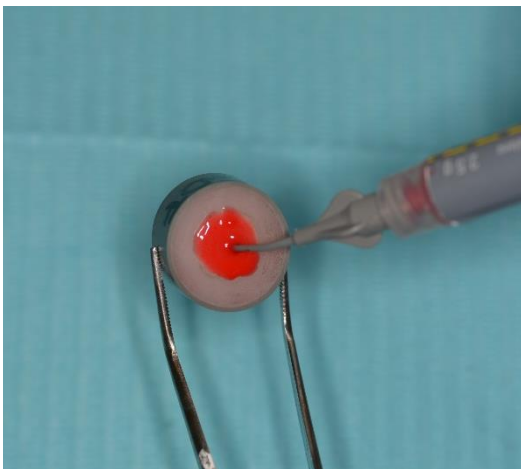


Fig. 5a Aplicación de ácido Fluorhídrico 10%

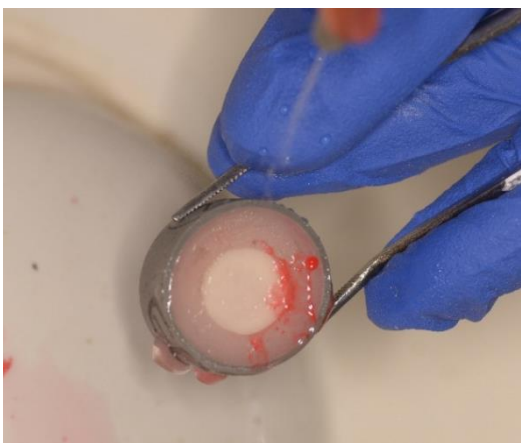


Fig.5b Lavado del ácido fluorhídrico 10%

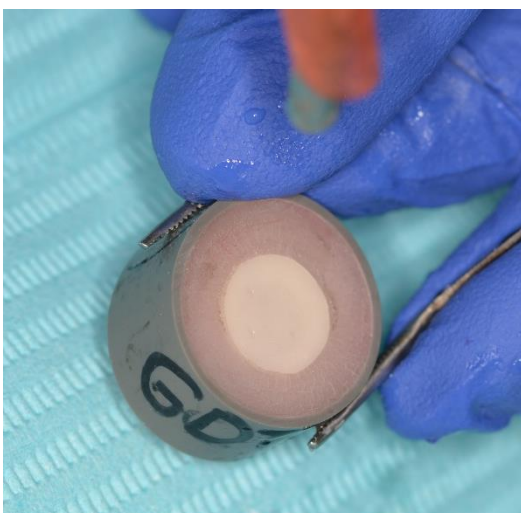


Fig. 5c Secado y aplicación del silano dejándolo reaccionar por 60 segundos.

Fig.6 Grupo C: cerámica con tratamiento de superficie aplicando Monobond® Etch&Prime



Fig.6a Aplicación del Monobond® Etch Prime

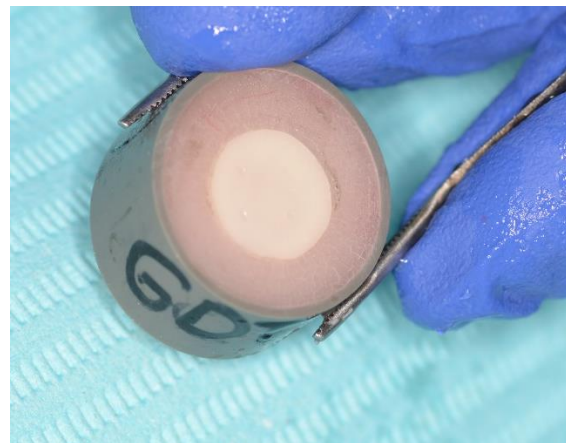
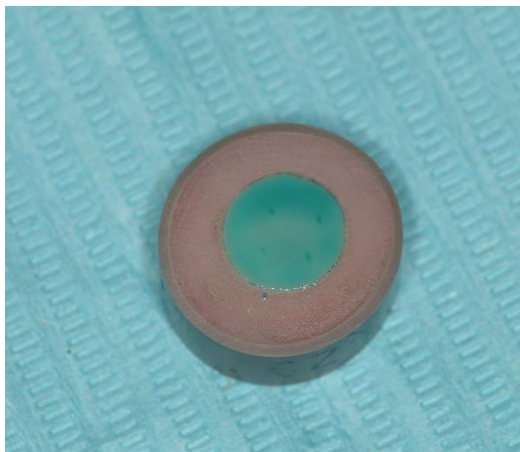


Fig. 6b Dejar actuar por 40 segundos luego lavar vigorosamente y secar por 10 segundos



Fig. 6c Lavado ultrasónico de todas las muestras cerámicas con agua estéril por 10 minutos

Fig.7 Grupo D: Cerámica tratamiento de superficie con MEP+ Silano

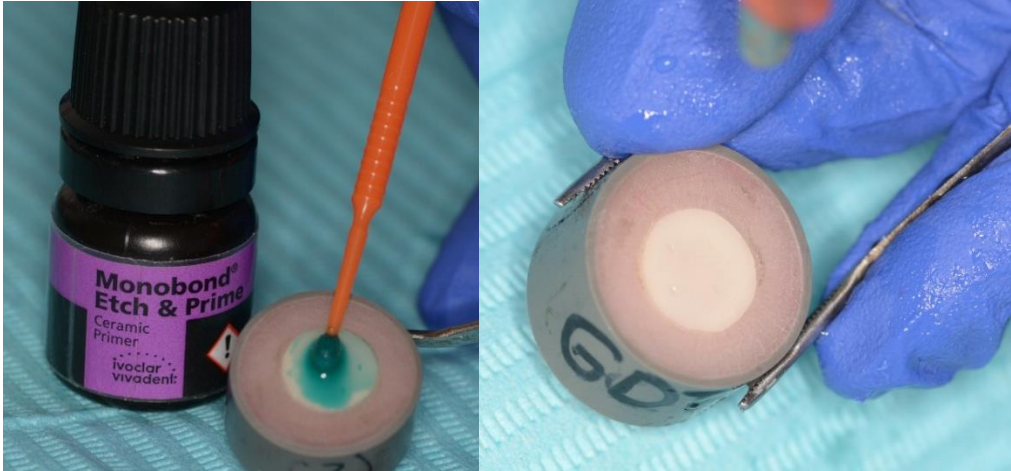


Fig.7a Aplicación del Monobond® Etch & Prime x 40 segundos luego se procede al lavado y secado de la cerámica.



Fig.7b Aplicación del silano



Fig. 7c Lavado ultrasónico por 10 minutos

Fig. 8 Proceso de Cementación

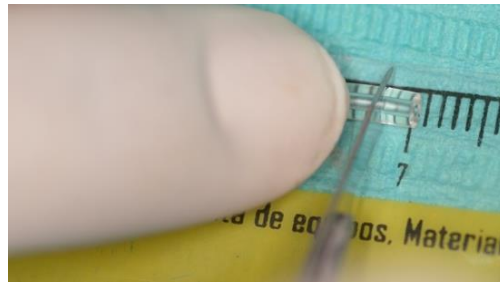


Fig. 8a Cortar los tubos tygon con una medida de 2 mm



Fig. 8b Vista fotográfica de los tubos tygon

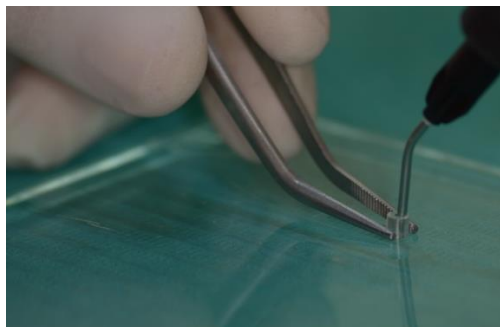


Fig. 8c Aplicacion del cemento resinoso con una punta aplicadora al tubo tygon

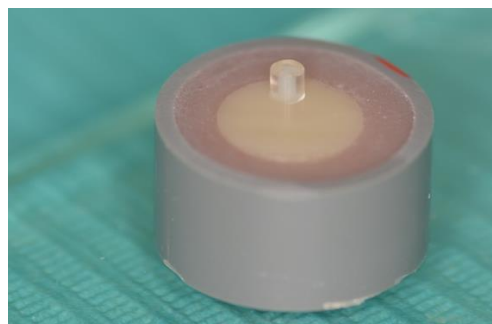


Fig. 8d Llevar los tubos tygon junto con el cemento resinoso a la superficie de la cerámica



Fig. 8e Polimerización del cemento resinoso adherido

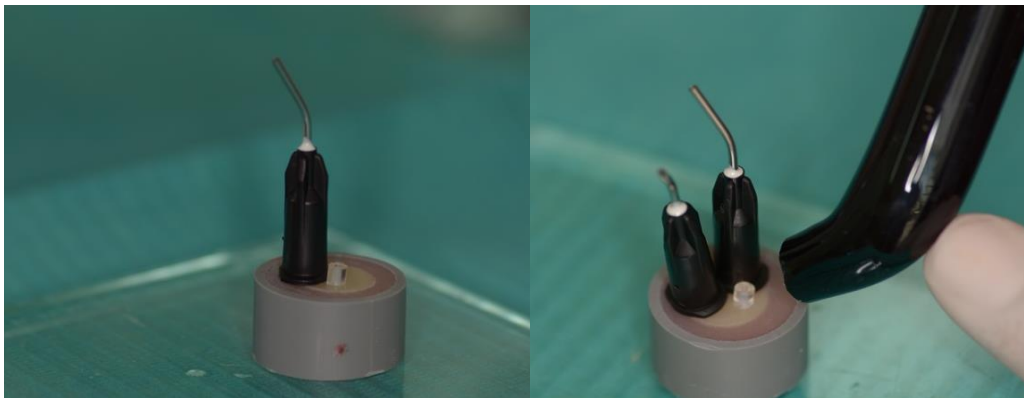


Fig. 8f Adherimos 3 cilindros resinosos a las superficie ceramica. Se observa en la imagen cubrir a cada cilindro resinoso de la luz de polimerizacion.



Fig. 8g Vista fotográfica de la adhesión de los 3 cilindros resinosos a la superficie cerámica.

Fig. 9 Prueba de microcizallamiento

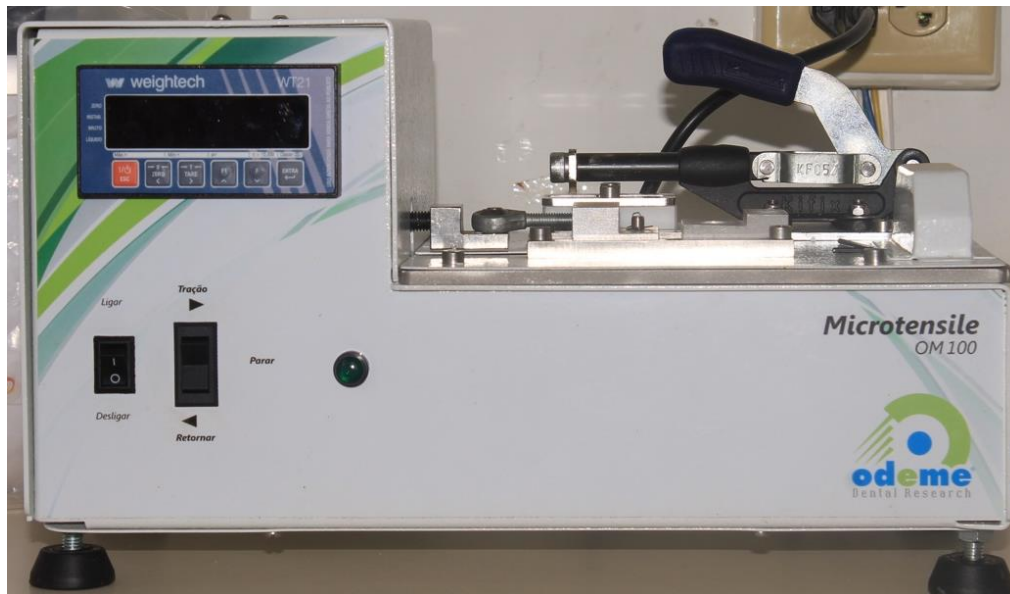


Fig.9a Maquina Semi-universal electrónica modelo OM100

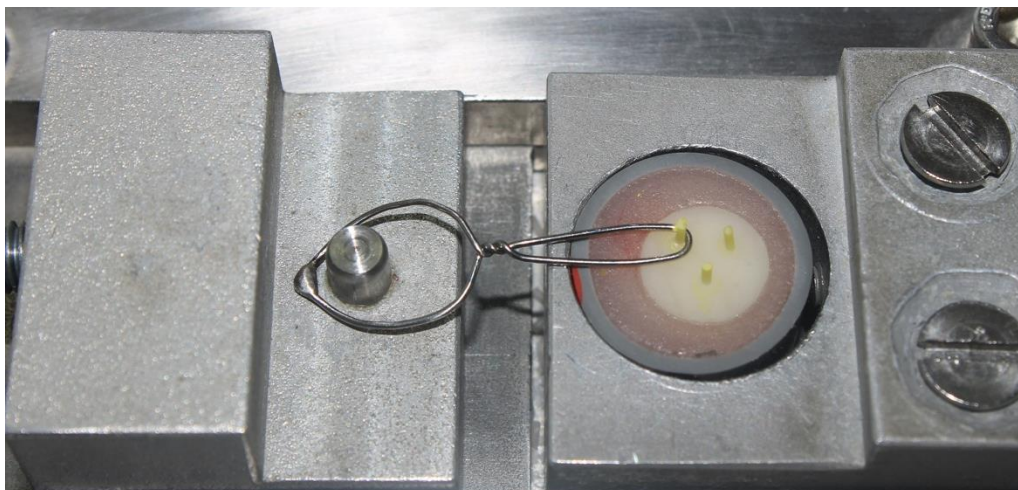


Fig. 9b Posicionamiento y ajuste de la cerámica junto a los cilindros de cementos resinosos para la prueba de resistencia al microcizallamiento