



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

**EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA DE UNIÓN EN CERÁMICAS DE
DISILICATO DE LITIO SOMETIDAS A DIFERENTES TIEMPOS Y MÉTODOS DE
REMOCIÓN DE LOS RESIDUOS DEL ÁCIDO FLUORHÍDRICO.**

**IN VITRO EVALUATION OF BOND STRENGTH IN LITHIUM DISILICATE
CERAMICS SUBJECTED TO DIFFERENT TIMES AND METHODS OF REMOVAL
OF HYDROFLUORIC ACID RESIDUES.**

Tesis para obtener el
Título de Especialista en Rehabilitación Oral.

Alumnos:

Bolaños Trujillo Anthony Pierre.
Guerra Pérez Raquel Yokebed.

Asesores:

Esp. CD. Pablo Chávez Alayo.
Departamento Académico de Clínica Estomatológica.

Dr. John Alexis Domínguez.
Departamento Académico de Odontología Social.

Lima – Perú.

2019

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	5
III. HIPÓTESIS	6
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	6
V. RESULTADOS	11
VI. DISCUSIÓN	12
VII. CONCLUSIONES	15
VIII. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	15
IX. CONFLICTO DE INTERÉS	15
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
ANEXO	18

RESUMEN

Las cerámicas han incrementado su demanda, por lo tanto, el profesional debe tener conocimiento del protocolo adhesivo; uno de los procedimientos que no es debidamente manejado es la remoción del ácido fluorhídrico, importante para obtener una óptima adhesión.

Objetivo: Evaluar la resistencia de unión en cerámicas de disilicato de litio sometidas a diferentes tiempos y métodos de remoción de los residuos del acondicionamiento. **Materiales**

y Métodos: Se evaluó la resistencia de unión en discos de disilicato de litio después del acondicionamiento con ácido fluorhídrico, las muestras fueron sometidas a diferentes tiempos y métodos de remoción: Spray de agua / aire, baño ultrasónico con agua destilada 2 min, baño ultrasónico con agua destilada 4 min, ácido fosfórico 2 min, ácido fosfórico 4 min. Se confeccionaron cilindros de resina fluida que fueron posicionados sobre los discos. Las muestras fueron sometidas a pruebas de microcizallamiento en una máquina de ensayo universal. **Resultados:** La prueba de ANOVA dos vías y la prueba Pos Hoc Tukey ($p < 0.05$) reveló que el grupo de baño ultrasónico con agua destilada 2 min presentó el valor más alto presentando diferencia significativa con respecto al ácido fosfórico 4 min sin embargo, no presenta diferencia significativa con respecto a los demás grupos. **Conclusiones:** El método de remoción baño ultrasónico por 2 minutos presentó el valor más alto de resistencia de unión. El valor más bajo de resistencia de unión lo presentó el método de remoción con ácido fosfórico al 37% por 4 minutos.

Palabras clave: Ácido fluorhídrico, Cerámicas, Resistencia a la tracción

ABSTRACT

Ceramics have increased their demand therefore, the professional must have knowledge of the adhesive protocol; One of the procedures that is not properly managed is the removal of hydrofluoric acid, which is important for optimum adhesion. **Objective:** Evaluate the bond strength in lithium disilicate ceramics subjected to different times and methods of removal of conditioning residues. **Materials and methods:** The bonding strength was evaluated in lithium disilicate discs after conditioning with 9% hydrofluoric acid, the samples were subjected to different methods of removal: Water / air spray, ultrasonic bath with distilled water 2 min, bath ultrasonic with distilled water 4 min, phosphoric acid 37% 2 min, phosphoric acid 37% 4 min. Fluid resin cylinders were made that were positioned on the surface of the discs. The samples were subjected to micro-shear tests in a universal testing machine. **Results:** According to the two-way ANOVA test and the Pos Hoc Tukey test ($p < 0.05$). The group of ultrasonic bath with distilled water 2 min presented the highest value presented significant difference with respect to the phosphoric acid 2 min however, does not present significant difference with respect to the ultrasonic bath 4 min and the control group. **Conclusions:** The ultrasonic bath removal method for 2 minutes presented the highest bond strength value. The lowest bond strength value was presented by the 37% phosphoric acid removal method for 4 minutes.

KEYWORDS: Hydrofluoric acid, Ceramics, Tensile strength.

I. INTRODUCCIÓN

En la cementación de cerámicas están implicadas la unión de la restauración y la estructura dentaria, para lograr el éxito es necesario el conocimiento de los tipos de cerámicas para realizar un adecuado manejo según su composición (1).

Gracis *et al.* propuso un nuevo sistema de clasificación de las cerámicas en el cual las categoriza en tres familias: cerámica con matriz de vidrio, cerámicas policristalinas y cerámicas de matriz de resina. La familia de las cerámicas de matriz de vidrio se subdivide aún más en tres subgrupos: cerámicas de feldespato, cerámicas sintéticas y cerámicas con vidrio infiltrado (2).

Dentro de las cerámicas con matriz de vidrio sintéticas está el disilicato de litio (IPS e.max[®] Ivoclar Vivadent- Schaan Liechtenstein), compuesto por vidrio de aluminosilicato al cual se le añade óxido de litio. Las propiedades mecánicas de estas cerámicas sintéticas con matriz de vidrio presentan una resistencia a la flexión de 350- 450 Megapascuales (MPa) y son altamente translúcidas (3).

En cerámicas sintéticas con matriz de vidrio la adhesión de los materiales del cemento resinoso se mejora con la creación de superficies microretentivas mediante el acondicionamiento con el ácido fluorhídrico (4). Este método de acondicionamiento genera cambios micromorfológicos en el área superficial de la cerámica sintética con matriz de vidrio en el cual el ácido fluorhídrico reacciona con la matriz vítrea que contiene sílice y forma hexafluorsilicatos, generando una sustracción selectiva de la matriz vítrea y exponiendo la fase cristalina (4,5). Obteniendo en la cerámica sintética con matriz de vidrio una superficie áspera, ideal para la retención micromecánica que puede proporcionar una sinergia al combinarse con el silano (5).

Zogheib *et al.* examinaron el efecto de diferentes tiempos de acondicionamiento con ácido fluorhídrico sobre la rugosidad y la resistencia a la flexión de una cerámica sintética con matriz de vidrio de disilicato de litio comparando 5 grupos: Grupo control (sin tratamiento) y 4 grupos de acondicionamiento con ácido fluorhídrico al 4.9% por 20 , 60 , 90 y 180 segundos.

Obteniendo que los 4 grupos con acondicionamiento presentaron superficies más ásperas que el grupo control. Concluyen que a mayor tiempo de acondicionamiento aumenta la rugosidad de la superficie y disminuye la resistencia a la flexión (5).

El acondicionamiento con ácido fluorhídrico genera una cantidad significativa de precipitado de los subproductos residuales, sales que son insolubles y detritus cristalinos (compuesto químico de los residuales) que permanecen acopladas a la superficie de la cerámica denominados smear vitrius, obstruyendo las microporosidades e impidiendo la penetración del sistema adhesivo y la resina (4 - 7).

Belli *et al.* demostraron que como consecuencia del acondicionamiento con ácido fluorhídrico la composición de los residuos es dependiente del agente grabador y de la composición de la cerámica. Encontrando que en el análisis químico de las muestras de cerámica sintética con matriz de vidrio mediante la evaluación de espectrometría de dispersión de energía de rayos X (EDX), se detectó los siguientes elementos atómicos: oxígeno (O), silicio (Si), sodio (Na), aluminio (Al) y potasio (K) en la superficie de la cerámica sintética con matriz de vidrio de disilicato de litio IPS empress 2 (Ivoclar Vivadent - Schaan Liechtenstein). Concluyendo que los residuos se forman por la reacción del flúor del ácido fluorhídrico con los elementos de la cerámica (4,6).

Prochnow *et al.* mencionan que el acondicionamiento de la superficie de las cerámicas sintéticas con matriz de vidrio de disilicato de litio con ácido fluorhídrico, se recomienda para mejorar la adhesión ya que este disuelve selectivamente la matriz de sílice, exponiendo así numerosos cristales que aumentan la rugosidad y la humectabilidad, lo que permite la mejora mecánica y química que asegurará la adhesión a largo plazo entre el disilicato de litio y el sustrato dental (8).

La remoción de los residuos post acondicionamiento con el ácido fluorhídrico es un paso muy importante dentro del protocolo de adhesión ya que al obviarlo podemos disminuir la adhesión

y por lo tanto obtener fracasos en los tratamientos. Leite *et al.* nos refieren que uno de estos procedimientos es el método de remoción con baño ultrasónico en agua destilada que elimina de manera efectiva los precipitados de las restauraciones cerámicas (7). Marques *et al.* compararon la remoción de los residuos después del acondicionamiento con ácido fluorhídrico en cerámicas sintéticas de matriz de vidrio feldespática con el método de remoción de baño ultrasónico con diferentes sustancias las cuales fueron agua destilada, acetona al 99.5% y alcohol al 70% por 4 minutos demostrando que el grupo con el método de remoción con ultrasonido con agua destilada por 4 minutos presentó mayores resultados que los demás grupos (9).

Giraldo *et al.* evaluaron el efecto de la aplicación pasiva y activa del ácido fosfórico al 37% por 30 segundos, como método de remoción de los residuos post acondicionamiento con ácido fluorhídrico en la resistencia de unión de las cerámicas sintéticas de matriz de vidrio de disilicato de litio. Se concluyó que la aplicación activa con ácido fosfórico al 37% aumenta los valores de resistencia de unión entre el cemento de resina y la cerámica de disilicato de litio (10).

Bruzi *et al.* mencionan que el acondicionamiento con ácido fluorhídrico deja sales residuales de fluoruro de sílice también conocidos como precipitados, estos se pueden identificar como un depósito blanco sobre la superficie de la cerámica sintética con matriz de vidrio de disilicato de litio CAD CAM. Si estos residuos no son eliminados podrían influir negativamente en la resistencia de unión entre el sustrato dentario y el cemento resinoso. En su estudio compararon 4 diferentes métodos de remoción de los residuos del ácido fluorhídrico: spray de aire y agua, baño ultrasónico con agua destilada por 2 minutos, aplicación de ácido fosfórico al 37% por 30 segundos y limpieza con vapor por 10 segundos; concluyendo que el método de remoción con baño ultrasónico con agua destilada y la aplicación de silano es importante para mejorar la resistencia de unión (11).

Ortega *et al.* evaluaron el efecto de diferentes métodos de remoción post acondicionamiento en cerámica sintética con matriz de vidrio de disilicato de litio en la resistencia de unión al microcizallamiento comparando cinco métodos: grupo control 1 (spray aire y agua), grupo 2 (aplicación activa de ácido fosfórico 37% por 10 segundos), grupo 3 (baño ultrasónico con alcohol durante 5 minutos) y grupo 4 (aplicación activa con alcohol durante 10 segundos). Los valores obtenidos no fueron estadísticamente diferentes del grupo control (12).

Al-Jeaidi menciona que el método de remoción en cerámicas sintéticas con matriz de vidrio de disilicato de litio post acondicionamiento con ácido fluorhídrico al 9.5%, que incluyó la aplicación de ácido fosfórico al 37% y la inmersión en baño ultrasónico con agua destilada por 5 minutos, mejoró significativamente la resistencia de la unión adhesiva (13). Steinhauser *et al.* evaluaron el efecto de la remoción de los residuos en la superficie en cerámica sintética con matriz de vidrio feldespática en la resistencia de unión y la morfología de la superficie de la cerámica. Resultando que no existen diferencias significativas entre los métodos de remoción, el método de remoción con baño ultrasónico con agua destilada por 5 minutos y ácido fosfórico al 37% por 1 minuto muestran menos cantidad de depósitos de ácido fluorhídrico sobre la superficie (14).

Se demostró que el acondicionamiento con ácido fluorhídrico genera una cantidad significativa de residuos en las superficies de las cerámicas sintéticas con matriz de vidrio por lo tanto la remoción de dichos residuos es un punto fundamental para mejorar la adhesión de las cerámicas con matriz de vidrio y debido a esto surge el planteamiento del problema: ¿Cuál será el mejor tiempo y método para remover los residuos de ácido fluorhídrico y cuál presentará una mayor resistencia a las pruebas de microcizallamiento sobre cerámicas de Disilicato de litio?

La justificación de este estudio se basa en brindar información valiosa sobre el método y tiempo más eficaz y eficiente de remoción de los residuos del ácido fluorhídrico para optimizar la adhesión en cerámicas sintéticas con matriz de vidrio y consecuentemente asegurar la

longevidad de nuestros tratamientos. De igual forma evitará el fracaso por descementación de las cerámicas sintéticas con matriz de vidrio, microfiltración y disolución de la película del cemento. Además, se obtendrá un aporte científico a la línea de investigación sobre la adhesión en cerámicas sintéticas con matriz de vidrio de disilicato de litio.

El propósito de este estudio será evaluar la resistencia de unión de las cerámicas sintéticas con matriz de vidrio de disilicato de litio sometidas a diferentes tiempos y métodos de remoción de los residuos de ácido fluorhídrico.

II. OBJETIVOS

Evaluar la resistencia de unión en cerámica sintética con matriz de vidrio de disilicato de litio sometidas a diferentes tiempos y métodos de remoción de los residuos del ácido fluorhídrico.

II.1. Objetivos Específicos:

- 1.** Determinar los valores de resistencia de unión al microcizallamiento en cerámicas sintéticas con matriz de vidrio de disilicato de litio después de realizar la remoción de los residuos del ácido fluorhídrico con spray de agua y aire.
- 2.** Determinar los valores de resistencia de unión al microcizallamiento en cerámicas sintéticas con matriz de vidrio de disilicato de litio sometidas a baño ultrasónico en agua destilada por 2 minutos y 4 minutos como método de la remoción de los residuos del ácido fluorhídrico.
- 3.** Determinar los valores de resistencia de unión al microcizallamiento en cerámicas sintéticas con matriz de vidrio de disilicato de litio sometidas a ácido fosfórico activo al 37% por 2 minutos y 4 minutos como método de la remoción de los residuos del ácido fluorhídrico.

4. Comparar los valores de resistencia de unión al microcizallamiento en cerámicas sintéticas con matriz de vidrio de disilicato de litio sometidas a los tres métodos de remoción y tiempo.

III. HIPÓTESIS

La eliminación de los residuos del ácido fluorhídrico por 4 minutos con el método de remoción de baño ultrasónico con agua destilada presentará mejores valores de resistencia de unión al microcizallamiento en cerámicas sintéticas con matriz de vidrio de disilicato de litio.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

IV.1 Diseño del estudio

Transversal, Experimental, Comparativo.

IV.2 Muestra

Se obtuvo una muestra de 15 discos cerámicos (IPS emax Press, Ivoclar- Vivadent- Schaan Liechtenstein) de 12 milímetros (mm) de diámetro por 2 milímetros (mm) de altura, los cuales se dividieron aleatoriamente en 3 grupos (n=3) donde en cada disco se colocaron 8 tygon.

Para determinar el tamaño muestral se realizó una prueba piloto utilizando los datos del estudio de Giraldo *et al* (10); el tamaño muestral se calculó usando un software online, con un poder de 95%, el cual dio 3 discos por grupo.

Criterios de selección:

- Discos que no presenten fractura.
- Discos que no presenten líneas de fractura.
- Discos que no presenten burbujas.
- Discos con colores uniforme.

- Discos de pastilla de baja translucidez Color A2.
- Discos que no tengan residuos de acrílico.

IV.3 Definición operacional de variables

VARIABLES REFERENTES: 1) Métodos de remoción del ácido fluorhídrico: forma de remoción de los residuos dejados por el acondicionamiento con ácido fluorhídrico, operacionalmente es la remoción de los residuos del ácido fluorhídrico en la cerámica de matriz de vidrio de disilicato de litio sometidos a diferentes métodos, variable de tipo cualitativa nominal, indicador a. spray agua aire, b. baño ultrasónico y c. ácido fosfórico activado. 2) Tiempo de exposición: tiempo de exposición para la remoción del ácido fluorhídrico, operacionalmente es la remoción del ácido fluorhídrico en tiempos diferentes, variable de tipo cuantitativa de escala nominal, Indicador: a. 2 y b: 4 minutos. 3) Resistencia de unión al microcizallamiento: Fuerza que mantiene unida a dos elementos de diferente composición fuerza de unión que mantiene unida a dos elementos de diferente composición, operacionalmente es el valor de la fuerza necesaria para producir una falla en la adhesión de la restauración, variable de tipo cuantitativa de escala continua que se valoró en Megapascuales (MPa).

IV.4 Procedimiento y técnicas

Capacitación

Se realizó una capacitación a cada uno de los integrantes en los diversos procedimientos del estudio: acondicionamiento de la cerámica, método y tiempo de remoción, lavado y secado de discos, aplicación de silano y adhesivo a la cerámica sintética con matriz de vidrio, elaboración de los cilindros de resina y evaluación de la resistencia al microcizallamiento por parte del asesor Esp. Pablo Chávez Alayo.

Elaboración de los discos de cerámica

Se confeccionaron 15 discos de cerámica sintética con matriz de vidrio de disilicato de litio (IPS emax Press, Ivoclar - Vivadent; Schaan, Liechtenstein), pastilla de baja translucidez (LT), color A2, de 12 milímetros (mm) de diámetro y 2 milímetros (mm) de altura, los cuales fueron confeccionados realizando un patrón de cera, la cual se inyectó de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, todos los discos fueron sometidos al protocolo de cocción después de la inyección en un horno. (Programat EP 3010 Ivoclar Vivadent, Dental Ceramic Furnace) previamente calibrado. Las muestras fueron pulidas con puntas diamantadas troncocónica (838L – Jota, Switzerland) por ambas caras para poder obtener las muestras estandarizadas. Las muestras fueron realizadas en el laboratorio Trujillo Lab Dental Esthetic.

Los discos de cerámica sintética con matriz de vidrio de disilicato de litio (IPS emax Press, Ivoclar - Vivadent; Schaan, Liechtenstein), fueron insertados dentro de un tubo PVC (Matusita, Tigre S.A.; Lima, Perú) con las siguientes medidas, 20 milímetros (mm) de alto y 19 milímetros (mm) de diámetro. Se estabilizaron con acrílico autocurado transparente (Vitacryl; A. Tarrillo Barba S.A., Lima, Perú), para asegurarse que el disco no sufra movimiento alguno producto de la polimerización del acrílico, se fijaron con cinta adhesiva de doble contacto (TopEx; Lima, Perú) a una platina de vidrio, una vez polimerizado el acrílico se uniformizó la superficie del disco de cerámica con papel lija con los siguientes micrajes: 400, 600, 800 (Asalite, P400A-5305, Perú) de 10 x 10 cm, utilizando abundante agua, frotando en diferentes direcciones realizando círculos en sentido horario y anti horario, 10 veces por cada sentido.

Acondicionamiento de la cerámica

Los discos de cerámica sintética con matriz de vidrio de disilicato de litio (IPS emax Press, Ivoclar - Vivadent; Schaan, Liechtenstein), fueron sometidos a un grabado con ácido fluorhídrico al 9 % (Porcelain Etch; Ultradent, Utah, USA) por 20 segundos, luego de esto el

material fue retirado con spray de aire y agua filtrada por 1 minuto y fue secado con spray de aire.

Métodos y tiempo de remoción

Se distribuyó aleatoriamente los discos insertados en los tubos de PVC (Matusita, Tigre S.A.; Lima, Perú), etiquetándolos con un marcador en la parte lateral de acuerdo al grupo que representa.

Se formó 5 grupos con distintos métodos y tiempos de remoción

Control: Spray de aire y agua filtrada por 1 minuto.

BU- 2M: Baño ultrasónico (Woson COLLI 20 , Ningbo, China) sumergido en agua destilada por 2 minutos.

BU – 4M: Baño ultrasónico (Woson COLLI 20 , Ningbo, China) sumergido en agua destilada por 4 minutos.

AF – 2M: Se aplicó ácido fosfórico al 37% (Ultra Etch;Ultradent, Utah, USA) durante 2 minutos activado con ayuda de un microbrush.

AF – 4M: Se aplicó ácido fosfórico al 37% (Ultra Etch;Ultradent, Utah, USA) durante 4 minutos activado con ayuda de un microbrush.

Lavado y secado de los discos

Todos los discos luego de haber sido sometidos al método de remoción correspondiente a su grupo, fueron sometidos a lavado con spray de agua filtrada y aire por 1 minuto y secado con spray de aire por 20 segundos.

Aplicación de silano y sistema adhesivo en la cerámica con matriz de vidrio

Se aplicó silano (Silane; Ultradent, Utah, USA) con la ayuda de un microbrush sobre la superficie del disco de la cerámica con matriz de vidrio de disilicato dejando reposar por 60 segundos y con la ayuda de una jeringa triple se aplicó aire por 15 segundos. A continuación, se aplicó el adhesivo (Adper Single Bond 2, 3MTMEspeTM; St. Paul, NM, USA) con la ayuda de

un microbrush realizando una frotación constante sobre la superficie aplicando una capa, se polimerizó por 20 segundos con una lámpara de fotoactivado LED de 1470 mW/cm² (3MTMEliparTM DeepCure – L; St. Paul, NM, USA) a una distancia de 2 milímetros (mm) y con una potencia 1.470 mW/cm² de acuerdo a las indicaciones del fabricante, verificando que la carga siempre esté completa.

Elaboración de los cilindros de resina

Se confeccionaron cilindros de resina fluida (Filtek Flow Z350,3MTMEspeTM; St. Paul, NM, USA) con la ayuda de un tygon (Aigocath BD: Cundinamarca, Colombia) de 2 milímetros (mm) de altura por 0.8 milímetros (mm) de diámetro los cuales fueron posicionados sobre la superficie de los discos de cerámica, realizando una presión constante para la fijación con ayuda de una pinza y fotoactivando por 40 segundos con una lámpara de fotoactivado LED de 1470 mW/cm² (3MTMEliparTM DeepCure – L; St. Paul, NM, USA), terminando la fotoactivación del cilindro de resina se procedió a cortar el recubrimiento de silicona del tygon con la ayuda de una hoja de bisturí N° 11 nueva por cada tygon utilizado, retirando el tygon con los restos de resina fluida, obteniendo los cilindros de resina fluida sobre la cerámica sintética con matriz de vidrio de disilicato de litio. Se realizó la elaboración de los cilindros de resina uno por uno, para que no se sobre expongan a la luz de la lámpara los cilindros ya elaborados, fueron cubiertos con papel aluminio y colocando en el fondo de los tubos de PVC un paño negro que absorba la luz.

Se colocaron 8 cilindros de resina fluida (Filtek Flow Z350,3MTMEspeTM; St. Paul, NM, USA) por disco constatando que entre los cilindros exista una distancia de 2 milímetros (mm), colocados de manera aleatoria, sumando un total de 120 cilindros de resina fluida (Filtek Flow Z350,3MTMEspeTM; St. Paul, NM, USA).

Evaluación a la resistencia del microcizallamiento

Los discos de cerámicas fueron sometidos a las pruebas de microcizallamiento después de estar almacenadas por 24 horas en suero fisiológico a temperatura ambiente tras haber sido cementados los cilindros de resina. Las pruebas se realizaron en una máquina de ensayo semi universal (OM 100 – Odeme Dental Research; Brasil) con la ayuda de un alambre de ortodoncia N°7 doblado en 8 (Morelli Ortodontia; Brasil), con una célula de carga de 50 N, en una velocidad de 0.75 mm/m, hasta el momento de la falla. Se utilizaron 120 juegos de alambres doblados para usar un alambre por cada cilindro de resina. Las pruebas fueron realizadas en el laboratorio de materiales dentales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia – Sede Salaverry. Todas las pruebas se realizaron por el investigador en un solo día, previa capacitación por parte de un experto.

IV.5 Aspectos éticos del estudio

El estudio fue registrado en el Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Los resultados se presentan con total veracidad de acuerdo a lo encontrado.

IV.6 Plan de análisis

Se realizó un análisis descriptivo obteniendo los promedios y desviación estándar de la resistencia según los grupos analizados. Se evaluó la normalidad de los datos con la prueba D'Agostino. Se realizó el análisis bivariado con la prueba de ANOVA de dos vías y la prueba de Pos Hoc Tukey. El presente estudio utilizó un nivel de confianza al 95% ($p < 0.05$). Se empleó el programa estadístico Bioestat 5.0.

V. RESULTADOS

Se realizó la comparación in vitro de dos métodos de remoción los cuales fueron ácido fosfórico y baño ultrasónico con agua destilada por 2 y 4 minutos, post acondicionamiento de superficie

con ácido fluorhídrico en cerámicas de disilicato de litio, además se elaboró un grupo control el cual solo recibió limpieza con spray de aire y agua.

Al evaluar los resultados del grupo con ácido fosfórico de 2 minutos este presentó el siguiente valor de resistencia de unión al microcizallamiento en megapascales (Mpa) (AF - 2M: 4.84 ± 1.75 Mpa) el cual fue más alto en comparación con el grupo de ácido fosfórico de 4 minutos (AF- 4M: 3.62 ± 1.12 Mpa). Mostrando entre ambos tiempos una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

El grupo de Baño Ultrasónico de 2 minutos presentó el siguiente valor de resistencia de unión (BU - 2M: 7.29 ± 2.41 Mpa) y 4 minutos (BU - 4M: 5.83 ± 2.49 Mpa), sin encontrar diferencia estadísticamente significativa entre ambos (Gráfico N° 1).

Se compararon los dos métodos de remoción post grabado con ácido fluorhídrico en diferentes tiempos 2 minutos y 4 minutos con el grupo control de Spray de aire y agua.

Los siguientes grupos registraron valores similares AF-2M (4.84 ± 1.75 Mpa), BU-2M (7.29 ± 2.41 Mpa), BU-4M (5.83 ± 2.49 Mpa) con respecto al grupo control (6.31 ± 2.49 Mpa), es decir no presentaron diferencia estadísticamente significativa.

El grupo AF-4M presentó el valor más bajo de resistencia de unión al microcizallamiento (3.62 ± 1.12 Mpa); presentando una diferencia estadísticamente significativa con respecto a los demás grupos (Tabla 1).

VI. DISCUSIÓN

Este trabajo evaluó dos técnicas como método de remoción de los residuales producido por el uso del ácido fluorhídrico al 9% como acondicionamiento en cerámicas sintéticas con matriz de vidrio de disilicato de litio. Se realizaron las pruebas separando en cinco grupos: aplicación de ácido fosfórico al 37% por 2 y 4 minutos y baño ultrasónico con agua destilada por 2 y 4 minutos, y un grupo control donde se aplicó spray de aire y agua. El método de remoción de

los residuales con ácido fosfórico al 37% por 4 minutos (AF-4M) presentó el valor más bajo en comparación con los otros grupos presentando una diferencia significativa.

Es importante mencionar que los tratamientos de superficie con ácido fluorhídrico al 9% y la remoción de los residuos post acondicionamiento son utilizados para promover la adhesión, dichos tratamientos son necesarios para modificar la superficie de estas estructuras debido a que suelen presentar poca energía superficial lo que evita la penetración de los agentes de unión. (15 - 17). En el presente estudio las muestras que fueron sometidas a la aplicación con ácido fosfórico al 37% como método de remoción, obtuvieron valores de resistencia de unión significativamente menores a las muestras sometidas a baño ultrasónico. Steinhauser *et al.* evaluaron diferentes métodos de remoción post acondicionamiento con ácido fluorhídrico al 10% de la cerámica sintética con matriz de vidrio feldespática, las técnicas evaluadas fueron spray de aire y agua por 1 minuto, baño ultrasónico con agua destilada por 5 minutos, ácido fosfórico al 37% por 1 minuto y ácido fosfórico al 37% por 1 minuto y baño ultrasónico por 5 minutos, no encontrando diferencias significativas entre ellas; sin embargo, al realizar un análisis en el microscopio óptico de barrido, los grupos que no usaron baño ultrasónico presentaron una superficie con aspecto granular y arenoso, esto se relaciona a residuales que obliteran la rugosidad de la superficie de la cerámica, disminuyendo los valores de resistencia de unión y de igual forma disminuyen la tensión superficial (14).

Por otra parte, en nuestro estudio las muestras del grupo con ácido fosfórico al 37% por 4 minutos presentaron los valores de resistencia de unión más bajos (3.62 ± 1.12 MPa), esto se puede atribuir debido a que el ácido fosfórico al 37% no solo sirve como método de remoción del ácido fluorhídrico al 9% si no que a mayor tiempo genera más residuos de sodio, potasio y calcio que forman una capa entre la cerámica sintética con matriz de vidrio y el cemento resinoso lo cual disminuye la resistencia de unión (4).

Con el fin de eliminar los residuos que obliteran la superficie de la cerámica sintética con matriz de vidrio, varios autores mencionan el método de remoción con baño ultrasónico con agua destilada como el más efectivo, sin embargo, no existe algún estudio que mencione o compare los tiempos para un resultado eficaz (18,19). Marques *et al.* nos refieren que evaluaron diferentes métodos de remoción post acondicionamiento con ácido fluorhídrico en cerámica sintética con matriz de vidrio feldespática, los cuales fueron spray agua y aire por 4 minutos, baño ultrasónico con agua destilada por 4 minutos, baño ultrasónico con acetona por 4 minutos y baño ultrasónico con alcohol por 4 minutos. Se obtuvo como resultado que el baño ultrasónico con agua destilada por 4 min presentó una resistencia de unión (18.8 ± 0.4 MPa) significativamente mayor en comparación a los demás grupos (9). Bruzi *et al.* mencionan que al evaluar diferentes métodos de remoción post acondicionamiento con ácido fluorhídrico al 5% concluyen que el método con baño ultrasónico con agua destilada por 2 minutos presentó el valor más alto de resistencia de unión (21.06 ± 4 MPa) (11). Al comparar los valores que se obtuvo en el presente estudio con respecto al grupo de baño ultrasónico con agua destilada por 2 min (7.29 ± 2.41 MPa) con el estudio de Bruzi *et al.* podemos destacar que los valores fueron superiores a los obtenidos en nuestro estudio utilizando el mismo tiempo y método de remoción de los residuos del ácido fluorhídrico. Estos resultados superiores pueden deberse a tres puntos:

1. En el estudio de Bruzi *et al.* luego de uniformizar la superficie de la cerámica con el papel de lija, las muestras fueron sumergidas en baño ultrasónico con agua destilada por 5 minutos, lo cual pudo ayudar a que la superficie se encuentre libre de contaminantes
2. Al diámetro del tygon de 2.4 milímetros (mm) en comparación con nuestro estudio que fue de 0.8 milímetros (mm) por lo que a mayor área de superficie mayor resistencia de unión (11).

Con respecto al método de remoción de baño ultrasónico con agua destilada al comparar los valores del grupo de baño ultrasónico por 2 minutos (7.29 ± 2.41 MPa) con el grupo de baño ultrasónico por 4 minutos (5.83 ± 2.49 MPa), se observa que a mayor tiempo de exposición

disminuyen los valores de resistencia de unión. Esto puede explicarse debido al debilitamiento o desagregación de la cerámica sintética con matriz de vidrio acondicionada por el ácido fluorhídrico al 9% (11).

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio y sus limitaciones podemos concluir:

El método de remoción baño ultrasónico con agua destilada por 2 minutos presentó el valor más alto de resistencia de unión.

El valor más bajo de resistencia de unión lo presentó el método de remoción con ácido fosfórico al 37% por 4 minutos presentando diferencia significativa con respecto a los demás grupos.

VIII. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una limitación de este estudio fue que solo se probó una cerámica inyectada de disilicato de litio. Se deberían realizar investigaciones adicionales para incluir la porcelana CAD CAM y cerámicas feldespáticas.

Otra limitación de este estudio fue que solo se probó un tiempo control de spray de aire y agua. Se deberían realizar investigaciones adicionales para incluir más tiempos.

IX. DECLARACION DE CONFLICTO DE INTERÉS

No hubo ningún conflicto de interés.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gildo S, Coelho Santos MJ, Rizkalla A. Adhesive cementation of etchable ceramic esthetic restorations. J Can Dent Assoc. 2009 Jun ;75(5) : 379-84.
2. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL. A new classification System for All- Ceramic and Ceramic – like Restorative Materials. Int J Prosthodont.2015; 28 (2): 227 – 35.
3. Shenoy A, Shenoy N. Dental Ceramics:An Update. J Conser Dent 2010.Vol 13. Issue 4.
4. Belli R, Guimarães JC, Filho AM, Vieira LC. Post-etching cleaning and resin/ceramic bonding: microtensile bond strength and EDX analysis. J Adhes Dent 2010, 12:295-303.
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. Canay S, Hersek N, Ertan A. Effect of different acid treatments on a porcelain surface. J Oral Rehabil 2001; 28:95-101.
7. Leite F, Ozcan M, Valandro L, Moreira C, Amaral R, Bottino M, Kimpara E, Effect of the Etching Duration and Ultrasonic Cleaning on Microtensile Bond Strength Between Feldspathic Ceramic and Resin Cement, The Journal of Adhesion. 2013, 89:3, 159-73.
8. Prochnow C, Pereira GKR, Venturini AB, Scherer MM, Rippe MP, Bottino MC, Kleverlaan CJ, Valandro LF. How does hydrofluoric acid etching affect the cyclic load-to-failure of lithium disilicate restorations? J Mech Behav Biomed Mater.2018 Nov;87:306-11.
9. Marquez M, Pereira F, Cavalcanti J. Does the ultrasonic cleaning medium affect the adhesion of resin cement to feldspathic ceramic? J Adhes Dent 2012; 14:507-9.
10. Giraldo T, Villada V, Castillo M, Gomes O, Dominguez J. Active and Passive Application of the phosphoric acid on the Bond strength of lithium disilicate. Brazilian Dental Journal 2016; 27(1): 90-94.
11. Bruzi G, Carvalho A, Giannini M, Pires H, Magne P, Post-etching cleaning influences the resin shear bond strength to CAD/CAM lithium disilicate ceramics. Appl Adhes Sci. 2017; 5(17).
12. Ortega LF, Reis AF, Rodrigues JA, Kumagai RY, Romanini-Junior JC, Ely C. Effect of different post-etching cleaning protocols on microshear bond strength of a lithium disilicate-reinforced ceramic, and SEM evaluation. J Clin Dent Res. 2016 Apr-June;13(2):38-48.
13. Al-Jeaidi ZA. Influence of Post- Etch Crystalline Residue on the Bond Strength of Lithium Disilicate Ceramic An *in vitro* Study. J Pak Dent Assoc 2016; 25(2): 74-77.
14. Steinhäuser H, Tursff C, Franca F, Amaral F, Basting R, Microshear bond strength and surface micromorphology of a feldspathic ceramic treated with different cleaning methods after hydrofluoric acid etching. J Appl Oral Sci. 2014;22(2): 85-90.

15. Bhasin, A., Howson, J., Masad, E., Little, D. N., Lytton, R., Effect of modification processes on bond energy of asphalt binders., TRB Annual Meeting CD-Room, Washington D.C., Transportation Research Board, Enero, 2007, pp. 1-14.
16. Ho G. Insights on Ceramics as Dental Materials. Part II: Chemical Surface Treatments. *Silicon* (2011) 3:117–23.
17. Jardel V, Degrange M, Picard B, Derrien G. Surface energy of etched ceramic. *Int J Prosthodont*. 1999 Sep-Oct;12(5):415-8.
18. Peumans M, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G (1999). Porcelain veneers bonded to tooth structure: an ultra-morphological FE-SEM examination of the adhesive interface. *Dent Mater* 15:105-119.
19. Magne P, Cascione D. Influence of post-etching cleaning and connecting porcelain on the microtensile bond strength of composite resin to feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent* 2006 , 96:354-61.

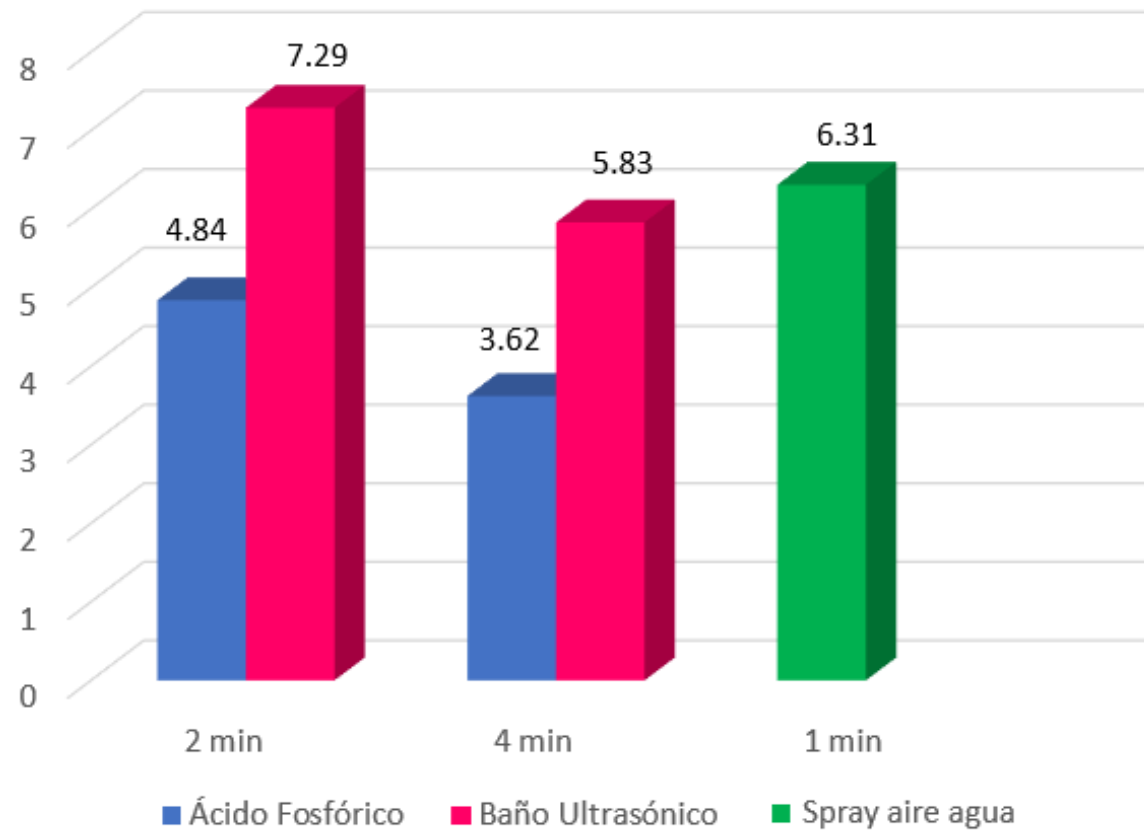
VII. ANEXOS

ANEXO 1

Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Escala	Valores
Métodos de remoción del ácido fluorhídrico	Forma de remoción de los residuos dejados por el acondicionamiento con ácido fluorhídrico	Remoción de los residuos del ácido fluorhídrico en la cerámica con matriz vidrio de disilicato de litio sometidos a diferentes métodos	Cualitativa	Nominal	Control Spray y Agua Baño Ultrasónico Ácido fosfórico activo
Tiempo de exposición	Tiempo de exposición para la remoción del ácido fluorhídrico	Remoción del ácido fluorhídrico en tiempos diferentes	Cuantitativa	Nominal	2 minutos 4 minutos
Resistencia de unión	Fuerza que mantiene unida a dos elementos de diferente composición	Valor de la fuerza necesaria para producir una falla en la adhesión de la restauración.	Cuantitativa	Continua	MPa

Gráfico N°1 Media de los valores de resistencia de unión al microcizallamiento en megapascales (MPa) de diferentes técnicas de remoción post acondicionamiento con ácido fluorhídrico en cerámica sintética con matriz de vidrio de disilicato de litio en diferentes tiempos.



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°1 Media de los valores de resistencia de unión al microcizallamiento en megapascales (MPa) de diferentes técnicas de remoción post acondicionamiento con ácido fluorhídrico en cerámica sintética con matriz de vidrio de disilicato de litio en diferentes tiempos.

Grupos	Media	Desviación Estándar	Diferencia Significativa
BU-2M	7.29	2.41	a
BU-4M	5.83	2.49	a
AF-2M	4.84	1.75	a
AF-4M	3.62	1.12	b
Control	6.31	2.49	a

Fuente: Elaboración propia

AF =Ácido fosfórico

BU= Baño Ultrasonido

SA= Spray y Aire

Letras minúsculas diferentes denotan diferencia significativa