



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

Facultades de Medicina, de Estomatología y de Enfermería

**USO DE ÁCIDO FOSFÓRICO COMO MÉTODO DE REMOCIÓN DE
ÁCIDO FLUORHÍDRICO EN CERÁMICAS FELDESPÁTICAS**

Use of phosphoric acid as a cleaning method of hydrofluoric acid in feldspathic ceramics

Trabajo de investigación para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista

Alumnos:

Siugen Mabel Kong Caqueo
Luiggi João Fabián Lamarque Chacón

Asesor:

CD. Esp. Pablo A. Chávez Alayo
Departamento Académico Clínica del Adulto – Rehabilitación Oral
Facultad de Estomatología

Lima- Perú
2018

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Introducción	5
Objetivos	7
Material y métodos	7
Resultados	11
Discusión	12
Conclusiones	15
Declaración de conflictos de interés	15
Referencias bibliográficas	15

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la acción del ácido fosfórico y de su composición como método de remoción de ácido fluorhídrico en cerámicas feldespáticas. **Introducción:** El ácido fluorhídrico es utilizado en la actualidad como un acondicionador de la cerámica feldespática. Este a su vez genera precipitaciones o residuales químicos que se mantienen en la superficie y que deben ser removidos para mejorar la fuerza de unión. Para la remoción de estos residuales se utilizan métodos tales como los baños de ultrasonido, agua- aire en spray, acetona, alcohol y ácido fosfórico. Es importante saber que este último hoy en día se encuentra en varias presentaciones en el mercado y que se utiliza con distintas técnicas de aplicación que están descritas en la literatura. **Materiales y métodos:** Estudio experimental in vitro. Se utilizan 18 discos de cerámica feldespática de 10mm de diámetro y 2mm de altura. Todos los discos son acondicionados con ácido fluorhídrico al 9.5%, posteriormente lavados y secados. Luego se distribuyen aleatoriamente en 7 grupos donde se varió el método de aplicación (activo, pasivo) y el tiempo de aplicación (30s, 60s, 90s). Todos los discos fueron sometidos a pruebas de microcizallamiento para evaluar la resistencia de unión. **Conclusión:** El ácido fosfórico como método de limpieza de la cerámica no aumenta la resistencia de unión de las cerámicas acondicionadas con ácido fluorhídrico.

Palabras Claves: ácido fluorhídrico, acondicionamiento de tejidos dentales, cerámica, grabado ácido dental

ABSTRACT

Objective: To evaluate the action of phosphoric acid and its composition as a method of hydrofluoric acid removal in feldspathic ceramics. **Introduction:** Hydrofluoric acid is currently used as a conditioner for feldspathic ceramics. This in turn generates precipitations or chemical residues that remain on the surface and that must be removed to improve the bonding strength. For the removal of these residuals methods such as ultrasound baths, water-air spray, acetone, alcohol and phosphoric acid are used. It is important to know the phosphoric acid is in several presentations in the market and that it is used with different application techniques that are described in the literature. **Materials and methods:** In vitro experimental study. 18 feldspathic ceramic discs of 10mm diameter and 2mm height were used. All discs were conditioned with 9.5% hydrofluoric acid, then washed and air-dried. Then they were distributed into 7 groups where the application method (active, passive) and application time (30s, 60s, 90s) was varied. All the discs were subjected to micro-shear tests to evaluate the bond strength. **Conclusion:** The phosphoric acid as a cleaning post-etching method does not improve the bonding strength.

Keywords: phosphoric acid, tissue conditioning (dental), ceramics, acid etching (dental)

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las restauraciones libres de metal son muy solicitadas debido a su alta estética. Las cerámicas feldespáticas son uno de los materiales de primera elección por su translucidez a pesar de la baja resistencia de este tipo de material(1,2,3,4). Debido al incremento de su demanda, el proceso de adhesión de estas coronas ha sido ampliamente estudiado. Se han descrito métodos de adhesión que buscan aumentar la unión química entre la porcelana y el cemento resinoso; logrando que las moléculas de la parte inorgánica de la porcelana interactúen a través del silano con la parte orgánica del cemento resinoso(5). Otro de los factores que influyen en la adhesión es la microretención, entre los diversos métodos que existen para lograr esto, se ha descrito el uso de fresas diamantadas sobre la superficie de la porcelana o la utilización de agentes químicos como el ácido fluorhídrico (HF)(6-7).

Ozcan M et al., en el 2002, realizó un estudio en el que concluyó que el HF actúa como agente químico disolviendo de manera efectiva la matriz vítrea de la cerámica feldespática creando canales en la superficie de la cerámica volviéndola porosa y aumentando así la microretención del cemento resinoso al material restaurador (8). Venturini A et al en año 2015 llegó a la conclusión que al utilizar HF al 3%, 5% y 10%, la cerámica feldespática presenta mayor estabilidad de adhesión a largo plazo (9). En ese mismo año Zamorano X et al, encontró que el ácido fluorhídrico 9% genera irregularidades en las cerámicas feldespáticas que favorecen la microretención entre el material y el cemento resinoso (10). No obstante, el uso de HF da como resultado la formación de precipitaciones o residuales compuestas de Silicio, Aluminio, Potasio, Calcio y Flúor, las cuales obstruyen los canales creados y disminuyen la resistencia de unión con el cemento resinoso(11).

Teniendo en cuenta la importancia de eliminar estos residuales, en la literatura se puede encontrar diversos métodos de limpieza de cerámicas. Un estudio realizado por Ozcan M. et al en el año 2012

evaluó la efectividad de adhesión de coronas feldespáticas sometidas a distintos métodos de limpieza utilizando el baño de ultrasonido en un grupo, la limpieza con agua y spray en otro, así como un tercer grupo en el que se utilizó la limpieza con etanol, concluyendo en que el ultrasonido fue el método más eficaz para limpieza de superficies cerámicas. Posteriormente Steinhäuser H. et al. en el año 2014 realizó un estudio en donde evaluó los métodos de limpieza en cerámicas feldespáticas utilizando cinco grupos de superficies cerámicas previamente preparadas con HF y aplicó cinco métodos de remoción en el que incluyó la remoción con ácido fosfórico al 37%, encontrando así resultados similares a Ozcan en donde el ultrasonido es el método más eficaz. Giraldo et al. 2016 por otro lado también utilizó ácido fosfórico para medir el grado de limpieza que brindaba, comparando el método de aplicación pasiva y activa, y finalmente concluyendo que la aplicación activa era la mejor (12). Teniendo en cuenta que el método de limpieza con ultrasonido no es muy accesible debido a su elevado costo, se propone el ácido fosfórico como un método alternativo para la limpieza de superficies cerámicas.

Se han encontrado algunos estudios que utilizan el ácido fosfórico para la remoción de residuales en las coronas feldespáticas. Sin embargo, es importante saber que en la actualidad podemos encontrar diversas presentaciones de éste en el mercado, en donde varían las concentraciones y la composición. Teniendo así ácidos fosfóricos con siloxano que funciona como hidrófugo, sílice que trabaja como agente desecante y cloruro de benzalconio que se utiliza como agente antibacteriano. Además de esto, los métodos de aplicación que se describen utilizan distintos tiempos de acción y aplicaciones con frotación y sin frotación.

Teniendo en cuenta estos estudios se propone el ácido fosfórico como un método importante para la limpieza de superficies cerámicas vítreas, y evaluar el efecto sobre los valores de resistencia de unión al microcizallamiento del ácido fosfórico Prime Dental con diferentes tiempos de grabados y técnicas

de aplicación.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la acción del ácido fosfórico y su composición como método de remoción de ácido fluorhídrico en cerámicas feldespáticas

Objetivos específicos:

1. Evaluar la acción del ácido fosfórico como método de limpieza de residuales en cerámicas feldespáticas según el tipo de aplicación
2. Evaluar la acción del ácido fosfórico como método de limpieza de residuales en cerámicas feldespáticas según tiempo de aplicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue de tipo experimental in vitro. Se midió la variable resistencia de unión como variable dependiente medida en Mega Pascales y las variables tiempo de aplicación y técnica de aplicación como variables independientes. La muestra estuvo constituida por 21 discos de cerámica feldespática que cumplieran los criterios de inclusión: Discos que no presenten fracturas, discos que no presentes burbujas, discos que presenten colores uniformes, discos color dentina 210, discos que no contengan restos de acrílico, discos que tengas las medidas estandares de 10mm x 2mm.

Se confeccionaron en total 21 discos de cerámica feldespática (IPS Classic, Ivoclar - Vivadent; Schaan, Liechtenstein, dentina 210) utilizando un patrón de acrílico, se sinterizaron en un horno para porcelana (Pro 200 Series Furnace, Whipmix; KY, USA) previamente calibrado y considerando el patrón de

contracción del acrílico, se obtuvieron finalmente discos de cerámica feldespática de 10 mm de diámetro y 2 mm de grosor.

Los discos de cerámica fueron fijados en un tubo PVC (Matusita, Tigre S.A.; Lima, Perú) con medidas de 10 mm de altura y 20 mm de diámetro sujetos con acrílico de autocurado transparente (Vitacryl; A. Tarrillo Barba S.A., Lima, Perú) donde se tuvo en consideración la mezcla de polvo y líquido que se debe mantener. Una vez efectuada la polimerización del acrílico, se utilizaron lijas al agua de 10x10cm nuevas en cada muestra frotándose diez veces de extremo a extremo.

Los discos de cerámica se sometieron a un grabado con ácido fluorhídrico al 9.5 % (Porcelain Etch; Ultradent, Utah, USA) por 90 segundos, posteriormente se procedió a retirar el ácido fluorhídrico con un chorro de agua durante 20 segundos y se secó ligeramente con un chorro de aire frío por 15 segundos.

Los discos obtenidos que cumplieron con los criterios de inclusión fueron distribuidos aleatoriamente en siete grupos donde:

Grupo 1 (AF - NA 30): Se aplicó con un microbrush ácido fosfórico al 37 % (Prime Dental; Chicago, Il, USA) durante 30 segundos sin frotación, se lavó con agua por 20 segundos y secó con aire durante 15 segundos.

Grupo 2 (AF - NA 60): Se aplicó con un microbrush ácido fosfórico al 37 % (Prime Dental; Chicago, Il, USA) durante 60 segundos sin frotación, se lavó con agua por 20 segundos y secó con aire durante 15 segundos.

Grupo 3 (AF - NA 90): Se aplicó con un microbrush ácido fosfórico al 37 % (Prime Dental; Chicago, Il, USA) durante 90 segundos sin realizar frotación, se lavó con agua

por 20 segundos y secó con aire durante 15 segundos.

Grupo 4 (AF – A 30): Se aplicó con un microbrush ácido fosfórico al 37 % (Prime Dental; Chicago, Il, USA) durante 30 segundos realizando frotación continua, se lavó con agua por 20 segundos y secó con aire durante 15 segundos.

Grupo 5 (AF – A 60): Se aplicó con un microbrush ácido fosfórico al 37 % (Prime Dental; Chicago, Il, USA) durante 60 segundos realizando frotación continua, se lavó con agua por 20 segundos y secó con aire durante 15 segundos.

Grupo 6 (AF - 90): Se aplicó con un microbrush ácido fosfórico al 37 % (Prime Dental; Chicago, Il, USA) durante 90 segundos realizando frotación continua, se lavaró con agua por 20 segundos y secó con aire durante 15 segundos.

Grupo 7 (Control): Se aplicó como método de remoción chorro de agua y se secó con aire durante 15 segundos.

Después de realizados estos pasos se colocó Silano (Porcelain Etch and Silano Ultradent; Utah, USA) en la superficie del disco utilizando un microbrush y se dejó reposar por 60 segundos, aplicando posteriormente aire por 15 segundos con una jeringa triple con la finalidad que el material se evapore. Finalizado esto, se colocó una capa de adhesivo (Adper Single Bond 2, 3M™ ESPE™; St. Paul, NM, USA) con un microbrush y se aplicó aire durante 15 segundos, posteriormente se polimerizó durante 40 segundos con una lámpara LED de fotocurado(Led D, Guilin Woodpecker Medical Instrument Co, China) de 100mW/cm² a una distancia estándar de 2mm de la muestra (Led D, Guilin Woodpecker Medical Instrument Co, China)

Se utilizó 105 Tygons (Agiocath BD; Cundinamarca, Colombia) de 2 milímetros de alto y 0.8 milímetros de diámetro para poder elaborar cilindros de cemento resinoso (Filtek Flow Z350, 3M™ ESPE™; St. Paul, NM, USA), estos fueron posicionados sobre la cerámica, realizando presión continua durante los primeros 10 segundos y fotocurando otros 40 segundos con una lámpara LED de 1000 mW/cm² (Led D, Guilin Woodpecker Medical Instrument Co, China) colocándola a una distancia de 2 milímetros de la muestra y manteniendo una distancia de 2 milímetros más entre una muestra y otra.

Una vez finalizada la fotocuración de los cilindros de resina se cortó la silicona de los Tygons con una hoja de bisturí N° 10 que se cambió entre cada muestra. Todas las muestras se rotularon para diferenciar cada grupo.

Cada disco de cerámica se sometió a las pruebas de microcizallamiento después de 24 horas de haberse cementado los cilindros de resina que fueron almacenados en suero fisiológico. Estas pruebas se realizaron en una máquina de micro tracción (OM100-Odeme Dental Research; Brasil) utilizando un alambre de ortodoncia N°7 que se cambió con cada una de las muestras.

Los datos obtenidos se colocaron en una ficha de registro que se aplicó en cada una de las muestras analizadas.

Se realizó un análisis estadístico de los datos de forma descriptiva, teniendo los valores promedio y la desviación estándar de la resistencia de unión según cada grupo. Se utilizó la prueba de Shapiro Wills para analizar la normalidad de los datos. Se consideró un nivel de confianza de 95% para este estudio y un $p < 0.05$. Se utilizó SPSS v24.0 como programa estadístico.

RESULTADOS

Se realizaron las pruebas de microcizallamiento a los discos de cerámicas con el objetivo de medir la resistencia de unión, obteniendo los siguientes resultados:

El grupo AF- NA (grupo no sometido a agitación); presentó el valor más alto de resistencia de unión fue de 7.80 Mpa a los 60 segundos con una desviación estándar de +/- 3.21 Mpa. El valor más bajo de 5.02 Mpa que se presentó a los 90 segundos con una desviación estándar de +/- 2.20 Mpa. Sin obtener ninguna variación significativa entre los tres grupos de tiempo.

En el grupo AF- A (grupo sometido a agitación); el valor más alto de resistencia de unión fue de 5.52 Mpa y se dio a los 30 segundos con una desviación estándar de +/- 2.89 Mpa. Mientras que el valor más bajo se presentó a los 90 segundos con 4.17 Mpa y una desviación estándar de +/- 2.62 Mpa. No se presentó variación significativa entre los tres grupos de tiempo.

Finalmente el grupo control presentó una fuerza de resistencia de 14.82 Mpa y una desviación estándar de +/- 5.84 Mpa. Valor que representó una variación significativa en comparación con los grupos anteriores.

Los valores obtenidos de resistencia de unión (Tabla 1) no mostraron una variación significativa entre los grupos AF-NA y AF-A. Por otro lado en el Grupo Control se obtuvieron valores significativamente más altos (14.82 ± 5.84 Mpa) al compararlos con los grupos AF-NA y AF-A, mostrando una mayor resistencia de unión, aún sin que la superficie haya sido limpiada, contrario a lo esperado.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio presentan que el método de remoción más efectivo en la cerámica feldespática es el de chorro de agua y aire.

La durabilidad de una restauración cerámica esta relacionada con la adhesión entre el material restaurador, una resina de cementación y el tejido dentario. (13,14). En términos de adhesión estudios muestran que una superficie irregular brinda una mayor unión micromecánica y química (15). La selección del cemento y el método de acondicionamiento de la cerámica son factores importantes para aumentar esta unión (16).

El método más utilizado para acondicionar las cerámicas feldespáticas es el acondicionamiento con ácido fluorhídrico, el cual altera la micromorfología de la superficie, ya que degrada de manera selectiva la leucita que se encuentra distribuida uniformemente en la superficie de la matriz vítrea. Por otro lado, esta reacción genera residuales de Ca, Na, K y Al que se adhieren a la superficie, y cuyo método de remoción aún se encuentra en discusión, originando a su vez diversos métodos de limpieza para estos residuos (15,17).

El baño de ultrasonido, es propuesto por diferentes autores como el método de remoción más efectivo. Pascal Magne *et al*, en el 2006, comparó dos métodos de remoción de residuales en cerámicas feldespáticas, utilizando ácido fosfórico 37.5% y baño de ultrasonido, y otro en el cual no aplicó ningún método de remoción. Como resultado obtuvo que la resistencia de unión entre las cerámicas con el método de remoción con baño de ultrasonido y ácido fosfórico (49.7 Mpa) y las que no se utilizó método de remoción (24.1 Mpa), se reducía en un 50%. Además, al realizar las pruebas de microscopia electrónica de barrido, observó que la limpieza con ácido fosfórico no era suficiente, ya que las precipitaciones no eran removidas completamente, siendo recomendable la utilización del baño

de ultrasonido para mayor efectividad de remoción.

Por otro lado el acceso al baño de ultrasonido es limitado dentro del consultorio, por lo que métodos como el chorro de agua y aire en spray, la aplicación de vapor, la limpieza con ácido fosfórico, la limpieza con fluorofosfato entre otros, también son utilizados. Sin embargo, los estudios realizados suelen tener resultados muy variables entre sí, por lo que no está definido qué técnica es la más efectiva después del baño de ultrasonido (18). Malheiros *et al*; concluyeron que no existe un protocolo de limpieza específico, sino que más bien se deben utilizar un conjunto de procesos que varían en cada tipo de cerámica.

El tipo de cerámica también juega un rol importante en los resultados de cada estudio. Belli R *et al.*, compararon cerámicas a base de leucita y cerámicas de disilicato de litio. Ambas cerámicas fueron sometidas a distintos tipos de limpieza después de haber sido acondicionadas con ácido fluorhídrico. Al realizar las pruebas de microtensión, las cerámicas a base de leucita limpiadas con ultrasonido presentaron el valor más alto de resistencia de unión. Por otro lado, en las cerámicas de disilicato de litio, el valor más alto se presentó en el grupo limpiadas con spray de agua y aire. Concluyendo que las cerámicas a base de leucita presentan mayor dificultad de limpieza por los contaminantes que se encuentran en esta, según Magne *et al*, la contaminación de la cerámica está relacionada con el material de revestimiento. Asimismo, Onisor *et al* en el 2014, utilizando acondicionamiento con ácido fluorhídrico y un mismo protocolo de limpieza (ácido fosfórico con baño de ultrasonido), comparó dos tipos de cerámicas feldespáticas, una confeccionada con el método de troquel refractorio y otra con lámina de papel de aluminio; llegando a la conclusión que todas las muestras fabricadas con el troquel refractorio presentaban una capa gruesa de residuos luego de la aplicación de ácido fluorhídrico, la cual no pudo ser removida completamente con ácido fosfórico y ultrasonido. A diferencia de las muestras fabricadas con lámina de aluminio donde se logró la remoción completa de residuales con el protocolo

de limpieza.

El tiempo y el método de aplicación del ácido son factores que también fueron tomados en cuenta en este estudio aunque no se consiguieron diferencias significativas entre ambos, se esperaría que un mayor tiempo y agitación del agente químico permitiera una mayor penetración en la superficie de la cerámica (19,20,21).

La composición del agente químico también desempeña un rol importante en los resultados del estudio. El ácido fosfórico utilizado en este estudio, Prime dent entre sus componentes excluye el sílice que, aunque la tendencia es controlar cada vez más su uso en la industria debido a los grandes problemas de salud que puede causar (22,23), tiene dos funciones importantes, la primera es actuar como agente desecante y la segunda actuar como agente abrasivo (24,25). Al no tener un agente abrasivo se esperaría que el ácido fosfórico no actuara removiendo los residuales de forma tan efectiva y eso explicaría que los valores de resistencia de unión del grupo control (14.82Mpa) de este estudio hayan sido valores superiores que los grupos tratados con ácido fosfórico en 30s, 60s y 90s, apoyando así lo expuesto por Pascal *et al.* Por otro lado, al tener las cerámicas Sílice en su composición, el uso del ácido fluorhídrico deja a exposición partículas de éste y la remoción de estas partículas puede actuar de forma contraproducente en los valores de resistencia de unión (6), esto propondría que usar un ácido fosfórico que contenga Sílice sería adecuado.

Molecularmente, el uso de una capa de Silano en la cerámica también guarda relación con el uso del ácido fosfórico. Algunos autores describen que la reacción de Silano-Silanol ocurre ante la presencia de moléculas de agua, y la transformación a Siloxano ocurre al interactuar con el óxido de sílice presente en la cerámica, finalmente esta reacción es la que brinda un aumento en la resistencia de unión de los materiales (24,26). Consideramos que al no haber un agente desecante en el ácido fosfórico

utilizado, la conversión de Silano a Silanol por parte de las moléculas de agua debió darse de manera más efectiva, sin embargo los resultados no mostraron eso. Otras marcas de ácidos fosfóricos incluyen en su composición el siloxano, lo cual podría hacer innecesaria esta reacción. De cualquier modo, antes de aplicar la capa de Silano, se utiliza el agente químico que debería remover los restos del material que obstruyen las rugosidades, incluyendo las partículas de sílice (16). Algunos estudios realizados tuvieron resultados similares al nuestro, incluyendo el de Saavedra *et al*, en el año 2006, quienes hicieron un estudio con cuatro grupos en los que se realizaron restauraciones con Disilicato de litio y se neutralizó el ácido fluorhídrico, se sometió a un método de limpieza con chorro de agua y a un termociclaje mecánico. En los resultados, el grupo control al que no se le realizó termociclaje ni neutralización de ácido, obtuvo mejores valores de resistencia de unión ($10.2 \pm 2.4\text{MPa}$) que el grupo al que se le realizó neutralización de ácido fluorhídrico ($6.8 \pm 1.9\text{MPa}$). Esto se atribuye a que los residuales de ácido carbónico y la formación de fluoruro de sodio en la superficie no fueron removidos adecuadamente.

CONCLUSIONES

Con respecto al ácido fosfórico como método de limpieza de la cerámica, podemos concluir que el ácido fosfórico utilizado en este estudio no favorece la resistencia de unión de las cerámicas tratadas. Sin embargo, es importante recordar que los resultados de este estudio son limitados a un solo tipo de ácido fosfórico (Prime Dent) , por lo cual se sugiere seguir estudiando y realizando investigaciones con otro tipo de ácidos fosfóricos de distinta composición.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ Shiu, P., De Souza-Zaroni, W., Eduardo, C. and Youssef, M. (2007). Effect of Feldspathic Ceramic Surface Treatments on Bond Strength to Resin Cement. *Photomedicine and Laser Surgery*, 25(4), pp.291-296.
- ² Özcan, M. and Vallittu, P. (2003). Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dental Materials*, 19(8), pp.725-731.
- ³ Babu PJ, Alla RK, Alluri VR, Datla SR, Konakanchi A. Dental ceramics: Part I---An overview of composition, structure and properties. *Am J Mater Engineering and Technology*. 2015;3:13---8.
- ⁴ Saavedra R, Iriarte R, Oliveira Junior OB, Moncada G. Clasificación y significado clínico de las diferentes formulaciones de las cerámicas para restauraciones dentales. *Acta Odont Venez*. 2014;52:art21.
- ⁵ Matinlinna J, Lung C, Tsoi J. Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: A review. *Dental Materials*. 2018;34(1):13-28.
- ⁶ Akyıl, M., Yılmaz, A., Bayındır, F. and Duymuş, Z. (2011). Microtensile Bond Strength of Resin Cement to a Feldspathic Ceramic. *Photomedicine and Laser Surgery*, 29(3), pp.197-203.
- ⁷ Casucci A, Osorio E, Osorio R, Monticelli F, Toledano M, Mazzitelli C et al. Influence of different surface treatments on surface zirconia frameworks. *Journal of Dentistry*. 2009;37(11):891-897.
- ⁸ Marques M, Pereira F, Cavalcanti J, Dias A, Feres R, Ozcan M. Does the Ultrasonic Cleaning Medium Affect the Adhesion of Resin Cement to Feldspathic Ceramic. *The journal of Adhesive Dentistry*. 2012; 14(6):505-509
- ⁹ Venturini A, Prochnow C, Rambo D, Gundel A, Valandro L. Effect of Hydrofluoric Acid Concentration on Resin Adhesion to a Feldspathic Ceramic. *The journal of Adhesive Dentistry*. 2015, 17(4): 313-320
- ¹⁰ Zamorano X, Valenzuela V, Peña V, Saul C. Micromorfología superficial de 2 cerámicas gravables tratadas con diferentes ácidos. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*. 2016; 9 (1): 30-31
- ¹¹ Canay S, Hersek N, Ertan A. Effect of different acid treatments on a porcelain surface. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2001; 28: 95-101
- ¹² Giraldo T, Villada V, Castillo M, Mongrue O, Bittencourt B, 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
- ¹³ Yi, Y, Kelly JR. Failure responses of a dental porcelain having three surface treatments under three stressing conditions. *Dent Mater*. 2011; 27:1252-8
- ¹⁴ Álvarez MA, Peña JM, González IR, Olay MS. Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. *RCOE*. 2003; 8: 525-46
- ¹⁵ Luo XP, Silikas N, Allaf M, Wilson NH, Watts DC. AFM and SEM study of the effects of etching on IPS- Empress dental ceramic. *Surf Sci*. 2001; 491:388-94
- ¹⁶ Fabianelli A, Pollington S, Papacchini F, Goracci C, Cantoro A, Ferrari M, et al. The effect of different surface treatments on bond strength between leucite reinforced feldspathic ceramic and composite resin. *J Dent*. 2010; 38:39-43
- ¹⁷ Lu YC, Tseng H, Shih YH, Lee SY. Effects of surface treatments on bond strength of glass-infiltrated ceramic. *J Oral Rehabil*. 2001;28:805---13.
- ¹⁸ Steinhäuser H, Turssi C, França F, Amaral F, Basting R. Micro-shear 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
- ¹⁹ Caparros CB, Latorre F, Arroyave LJ, Grajales CA. In vitro evaluation of the effect of hydrofluoric acid concentration

and application time on adhesion to lithium disilicate

- ²⁰ Ramos R, Rabelo J, Mattos Brito de Souza A, de Freitas Pontes K, Sartori J, Santiago SL. Effect of surface pretreatments on the microtensile bond strength of lithium-disilicate ceramic repaired with composite resin. *Braz Dent J.* 2013;24:349---5
- ²¹ Saker S, Ibrahim F, Özcan M. Effect of different surface treatments on adhesion of in-ceram zirconia to enamel and dentin substrates. *J Adhes Dent.* 2013;15:8---15.
- ²² Raya Pérez J, Aguirre Mancilla C. El Papel del Silicio en los Organismos y Ecosistemas. *Conciencia Tecnológica.* 2012;43(Enero-Junio):42-46.
- ²³ Naranjo Celis F, Sierra Gomez L. Métodos de control para evitar la silicosis por exposición a Sílice cristalina en trabajadores de la industria manufacturera [Licenciatura]. Pontificia Universidad Javeriana; 2008.
- ²⁴ Plueddemann EP (1970) Adhesion through silane coupling agents *Journal of Adhesion* 2 184-201.
- ²⁵ Jaimes Morales J, Rocha Manjarrez I, Gómez Bustamante E, Severiche Sierra C. Salud y riesgos laborales por el manejo de sílice en el proceso de sandblasting./ Health risks and labor management in the process of silica sandblasting. *Ciencia y Salud Virtual.* 2015;7(1):45.
- ²⁶ Matinlinna JP, Lassila LV, Özcan M, Yli-Urpo A & Vallittu PK (2004) An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry *The International Journal of Prosthodontics* 17(2) 155-164.

Tabla 1. Media y Desviación Estándar de Resistencia de unión al microcizallamiento en Mpa, de aplicación de ácido fosfórico activo y no activo en tres tiempos

Aplicación	TIEMPO		
	30s	60s	90s
No activo	5.96 ± 3.08 Aa	7.80 ± 3.21 Aa	5.04 ± 2.20 Aa
PRIME DENT	Activo	5.52 ± 2.89 Aa	5.11 ± 3.29 Aa
	Grupo Control	14.82 ± 5.84 Ab	4.17 ± 2.62 Aa

Letras mayúsculas denotan diferencia significativa de forma horizontal

Letras minúsculas denotan diferencia significativa de forma vertical

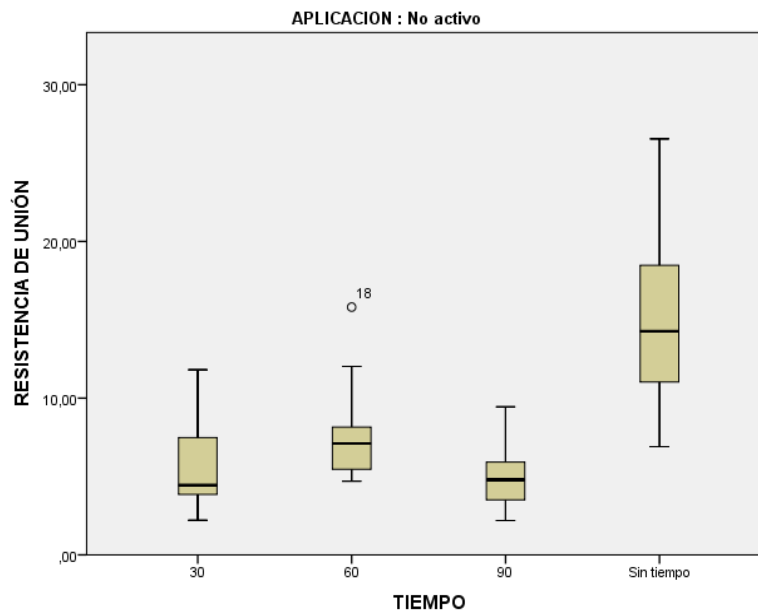


Grafico 1: En los grupos con aplicación de ácido fosfórico sin agitación no se observan diferencias significativas entre las medianas de los grupos a 30s, 60s y 90s, ocurriendo lo mismo con los valores extremos. El grupo control que no recibió tratamiento muestra una mediana y valores extremos significativamente más elevados.

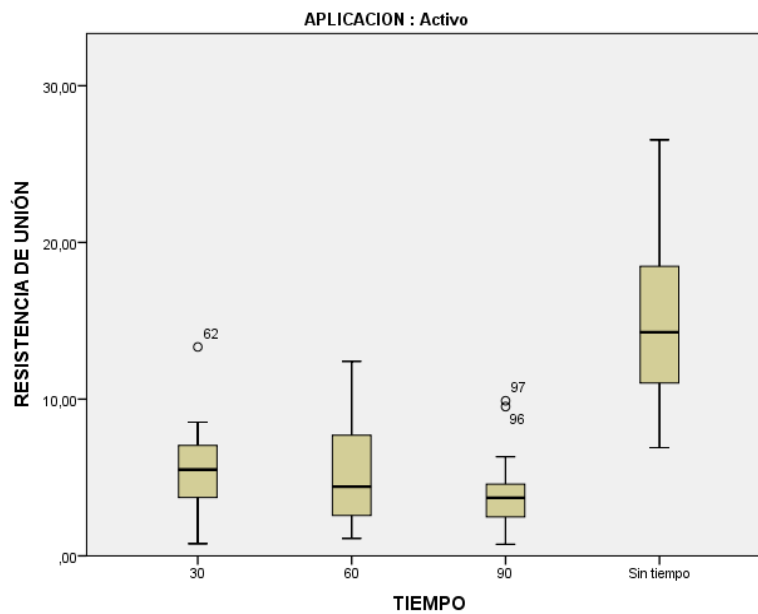


Grafico 2 : En el grupo de ácido fosfórico con agitación se puede observar mayor dispersión de datos en los grupos 30s y 90s. El valor máximo del grupo 60s llega a alcanzar la mediana del grupo control, no obstante este último sigue manteniendo una mediana significativamente más alta que los otros grupos.