



Universidad Nacional
FEDERICO VILLARREAL

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**ANALISIS IN VITRO DE LA RESISTENCIA ADHESIVA DEL DISILICATO DE LITIO
USANDO DIFERENTE CONCENTRACION Y TIEMPO DE APLICACIÓN DE ACIDO
FLUORHIDRICO**

Línea de Investigación: Biomateriales

Tesis para optar el título profesional de cirujano dentista

AUTOR

GUEVARA HUAMÁN, LUIS MIGUEL

ASESOR

MG. CHACÓN GONZALES, DORIS MAURA

JURADO

MG. GARCÍA RUPAYA, CARMEN ROSA

DR. MENDOZA MURILLO, PAUL ORESTES

MG. ALAYO CANALES, CECILIA MAGALI

LIMA – PERÚ

2021

AGRADECIMIENTO

A mi asesora, Mg. Chacón Gonzales Doris Maura, por el apoyo y la orientación brindada para poder llevar a cabo este trabajo de investigación.

A la Facultad de Odontología de la universidad Nacional Federico Villarreal, por brindarme el acceso a sus instalaciones para realizar el presente trabajo.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme guiado y protegido durante todo el camino de mi vida y brindarme la fuerza y perseverancia necesaria para desarrollar esta investigación.

A mis padres, por todo el apoyo incondicional, por la confianza y enseñanza que me brindan para siempre perseguir y hacer realidad mis sueños.

A todas las personas que de alguna manera me apoyaron y aportaron posible la realización de este trabajo.

INDICE

Resumen	6
Abstract	7
I. Introducción	8
1.1 Descripción y formulación del problema	9
1.2 Antecedentes	10
1.3 Objetivos	15
• Objetivo General	15
• Objetivos Específicos	15
1.4 Justificación	16
1.5 Hipótesis	16
II. Marco Teórico	17
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación	17
III. Método	29
3.1 Tipo de investigación	29
3.2 Ámbito temporal y espacial	29
3.3 Variables	29
3.4 Población y muestra	30
3.5 Instrumentos	31
3.6 Procedimientos	31

3.7 Análisis de datos	33
3.8 Consideraciones éticas	33
IV. Resultados	34
V. Discusión de resultados	41
VI. Conclusiones	44
VII. Recomendaciones	45
VIII. Referencias	46
IX. Anexos	54

Resumen

Hoy en día, el uso de restauraciones cerámicas libres de metal son el material empleado de manera cada vez más frecuente ya que proveen función y alta estética siendo el material de elección de muchos profesionales pero, debemos tener en cuenta realizar un adecuado protocolo de cementación para lograr una restauración exitosa; el objetivo del presente estudio tuvo como fin comparar la resistencia adhesiva de la cerámica de disilicato de litio usando diferente concentración y tiempo de aplicación de ácido fluorhídrico, para lo cual se dividió en 4 grupos aleatorios, empleando la concentración de 5% y 10% de ácido fluorhídrico a tiempos de 20 y 60 segundos para cada concentración; así pues, se dispuso como control al grupo evaluado con ácido fluorhídrico al 5% durante 20 segundos. Se realizó un estudio experimental in vitro, transversal y comparativo, para lo cual se evaluó 40 especímenes, obtenidos luego de la confección y preparación de las muestras, en las cuales se aplicaron las concentraciones de ácido fluorhídrico en dos tiempos distintos y un cemento resinoso. Se evaluó la resistencia al cizallamiento mediante la máquina de ensayo universal CMT-5L en el laboratorio High Technology Certificated. Los resultados muestran que se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre dos de los grupos evaluados, sin embargo, llegamos a la conclusión que los valores de resistencia al cizallamiento entre los grupos evaluados y el grupo control presentan valores similares de resistencia adhesiva.

Palabras clave: Resistencia adhesiva, ácido fluorhídrico, disilicato de litio.

Abstract

Nowadays, the use of metal-free ceramic restorations is the material used more and more frequently since they prove function and high aesthetics, being the material of choice for many professionals, but we must take into account to carry out an adequate cementation protocol for achieve a successful restoration; The objective of the present study was to compare the adhesive strength of lithium disilicate ceramic using different concentration and application time of hydrofluoric acid, for which it was divided into 4 random groups, using the concentration of 5% and 10% of hydrofluoric acid at times of 20 and 60 seconds for each concentration; thus, the group evaluated with 5% hydrofluoric acid for 20 seconds was set as a control. An experimental in vitro, cross-sectional and comparative study was carried out, for which 40 specimens were evaluated, obtained after making and preparing the samples, in which the concentrations of hydrofluoric acid were applied at two different times and a resinous cement. Shear strength was evaluated using the CMT-5L universal testing machine in the High Technology Certified laboratory. The results show that a statistically significant difference ($p < 0.05$) was found between two of the evaluated groups, however, we conclude that the shear strength values between the evaluated groups and the control group present similar values of adhesive resistance.

Keywords: Adhesive strength, hydrofluoric acid, lithium disilicate.

I. Introducción

La odontología estética y restauradora, especialidad que nos permite solucionar problemas de carácter bucal funcional y además devolver armonía estética al paciente, ha ido evolucionando con el tiempo gracias a la implementación de nuevos materiales y nuevas técnicas dentales que hace posible obtener resultados predecibles, siendo de gran aceptación por el paciente y el clínico (Martínez y Morales, 2014).

Los avances en odontología estética y restauradora nos permiten trabajar con una gama de biomateriales como las cerámicas y sistemas adhesivos cuya evolución a través del tiempo ha ido mejorando componentes, protocolos clínicos, mecanismos de acción, entre otros; obteniendo a beneficio un resultado con mayor efectividad funcional y alta estética en la clínica (Mandri, Aguirre y Zamudio, 2015).

Las restauraciones de porcelana o cerámica libre de metal forman parte de tratamientos restauradores con características altamente estéticas. Estas necesitan de preparaciones que pueden disminuir su unión al tejido dentario, lo cual debe ser solucionado con protocolos que aseguren una adhesión máxima, teniendo en cuenta cuatro importantes factores con son el acondicionamiento ácido de la restauración, la superficie dentaria, el silano como agente de enlace y el cemento de composite (Peña, 2003).

El sistema cerámico libre de metal de disilicato de litio ha evolucionado con el pasar de los años mejorando la estética y la resistencia a la fractura de la restauración final convirtiéndose en una opción restauradora favorable muy versátil para los tratamientos de restauración adhesiva; siendo el protocolo de cementación la parte fundamental para lograr el éxito de la restauración (Figuroa, Goulart, Furtado, Pereira y Alfonso, 2014).

1.1 Descripción y formulación del problema

La retención, resistencia y sellado de una restauración libre de metal depende de lograr una adecuada cementación adhesiva, esta nos permitirá alcanzar longevidad en boca y por lo tanto el éxito de nuestra restauración. El paso con mayor importancia para lograr una máxima adhesión y resistencia entre el cemento de resina y la restauración cerámica es el acondicionamiento ácido de la cerámica libre de metal (Díaz, Orejas, López y Veny, 2009; Shillingburg, 2002).

De los aspectos que involucran el proceso para lograr una adecuada adhesión, la concentración y tiempo de acondicionamiento del ácido fluorhídrico varían de acuerdo a la casa comercial que lo fabrica. Así pues, diversas investigaciones modifican estas variables con el fin de mejorar la resistencia adhesiva de las restauraciones, estas refieren que la concentración y tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico influye en la adhesión de la cerámica al composite, la cual se ve alterada debido al uso de diversas concentraciones de ácido fluorhídrico, así como diferentes tiempos de aplicación al establecido por el fabricante (Barrancos, 2006; Caparroso, 2014).

Existen trabajos de investigación que estudian la cerámica de disilicato de litio e.Max Press, en diversos aspectos de resistencia adhesiva empleando fuerzas como micro cizallamiento, tracción, compresión, etc. frente al uso de distintos materiales empleados en el protocolo de cementación como en un estudio realizado que, buscó comparar la cerámica de disilicato de litio en la resistencia adhesiva al microcizallamiento usando dos cementos resinosos, el cual no tuvo en cuenta otros aspectos que también influirían en la resistencia adhesiva como son la concentración y el tiempo de grabado del ácido fluorhídrico en la cerámica de disilicato de litio, de tal manera que se pueden obtener valores de adhesión distintos entre estudios referente al uso del sistema cerámico mencionado (Saavedra y Salinas, 2017).

Teniendo en cuenta que, dentro del protocolo de cementación para lograr una adhesión máxima de nuestra restauración existen varios factores que el clínico debe estar actualizado e informado sobre el tipo de material a emplear y manejo del mismo para tener éxito en la práctica clínica, el presente estudio tiene como propósito principal, analizar la influencia de la concentración y tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico sobre la resistencia adhesiva al disilicato de litio al ser sometida a fuerzas de cizallamiento.

Formulación del problema

¿Cuál será la resistencia adhesiva de la cerámica de disilicato de litio al acondicionarla con ácido fluorhídrico a distinta concentración y tiempo de aplicación?

1.2 Antecedentes

Verissimo *et al.* (2019) estudiaron el efecto de la concentración y tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico sobre la resistencia de unión a tres tipos de cerámica (IPS e.max CAD, IPS Empress CAD e IPS e.max Press) sobre un sustrato resinoso. 150 muestras evaluadas incrustadas en resina acrílica y pulidas; divididas en 15 grupos (n=10), evaluados con ácido fluorhídrico al 5% por 20 y 60 segundos y ácido fluorhídrico al 10% por 20 y 60 segundos, ambos para cada tipo de cerámica. Posterior a su cementación con cemento resinoso se procedió al termociclado (10,000 ciclos, 5/55 ° C, 30 segundos) y se sometieron a la prueba de unión al corte (50 KgF, 0.5 mm / min). Los datos fueron analizados con la prueba de medias ANOVA y Tukey (5%), los resultados mostraron que la interacción de concentración influye de manera significativa en la cerámica, pero el tiempo de aplicación en la cerámica no tuvo influencia significativa. Concluyendo que la mayor resistencia de unión al cemento de resina se dio con el acondicionamiento con ácido fluorhídrico al 5% por 20 segundos para la cerámica de disilicato

de litio maquinada y para la cerámica de disilicato de litio prensada el acondicionamiento al 10% por 60 segundos.

Li *et al.* (2019) evaluaron la resistencia de unión de la cerámica de disilicato de litio y dos cementos de resina empleando distintos tratamientos superficiales antes y después de termociclado los cuales incluyeron muestras sin tratamiento, tratamiento con ácido fluorhídrico, silano comercial, silano experimental y sus combinaciones. Se evaluó 12 grupos de 32 muestras por grupo, las cuales fueron subdivididas en 2 subgrupos: antes y después del termociclaje. Los resultados arrojaron que el tratamiento con ácido fluorhídrico produce más de dos veces resistencia de unión de la cerámica al cemento que sin el grabado ácido y que, la combinación de grabado ácido + silano produce mayores valores de adhesión con respecto al tratamiento individual de los mismos sobre la cerámica de disilicato de litio. Concluyendo que todos los tratamientos aumentaron los valores de adhesión y que, la longevidad de la restauración se ve afectada de manera directa por el tratamiento físico y químico que en conjunto ofrecen mayor durabilidad.

Prochnow *et al.* (2018) estudiaron el efecto de diversas concentraciones de ácido fluorhídrico (HF) en la resistencia de unión de la cerámica a base de disilicato de litio y un cemento resinoso. Fueron confeccionados 80 bloques de cerámica IPS e.Max CAD distribuidos en 8 grupos: HF 1%, HF 3%, HF 5% y HF al 10% y divididos en pruebas inmediatas (24hrs) y envejecidas (150 días + 12,000 ciclos térmicos a 5°C y 55°C). Se realizó un acondicionamiento ácido por 20 segundos en todas las muestras seguido de lavado y silanizado para posteriormente cementarlo con la ayuda de una matriz formando cilindros de 0.96mm de diámetro y sometidos a test de resistencia al micro cizallamiento, además se formaron grupos adicionales para evaluar la rugosidad superficial y el ángulo de contacto. Los resultados indican que en la prueba inmediata

los valores de las muestras con HF3, HF5 y HF10% se mantienen similares (13.9 - 15.9 MPa), y HF1 (11.2 MPa) obtuvo menores valores que HF5 siendo estadísticamente diferentes ($p = 0.012$); luego de la prueba de envejecimiento, todas las fuerzas de unión media disminuyeron estadísticamente, siendo que HF3, HF5 y HF10 (7.8 - 11 MPa) similares y muy superiores a HF1 (1.8 MPa) ($p = 0.0001$). Con respecto al ángulo de contacto, HF3, HF5 y HF10 presentaron valores similares (7.8 - 10.4 °) y en cuanto a rugosidad superficial el HF5 y HF10 fueron las más rugosas. En conclusión, podemos obtener mejores resultados de resistencia de unión de la cerámica de disilicato de litio al cemento resinoso al acondicionar con ácido fluorhídrico al 3, 5 y 10%.

Sundfeld *et al.* (2018) evaluaron el efecto de la concentración del ácido fluorhídrico (HF) y cemento de resina sobre la resistencia de unión y morfología de la superficie del disilicato de litio a la dentina. Se grabaron 63 bloques de cerámica durante 20 segundos empleando concentraciones de HF de 1%, 5% y 10%. Se cementó con dos tipos de cemento de resina tipo 1 (Bis GMA + TEGDMA) y tipo 2 (Bis GMA + TEGDMA + UDMA). Cada bloque se seccionó para obtener varillas de 1mm² para la evaluación microtensil, la primera mitad se evaluó pasado 24 horas y la otra mitad después de 6 meses de almacenaje en agua. Los resultados refieren que a mayor concentración hay mayor exposición de cristales de disilicato de litio por la degeneración de la matriz vítrea. El envejecimiento en agua disminuyó los valores de μ TBS ($p < 0.05$), excepto cuando el 10% de HF se asoció con el cemento de resina BisGMA / TEGDMA. La concentración mostró una resistencia similar en las diversas concentraciones. En conclusión, para la unión de la cerámica a la dentina con el cemento tipo 1, se recomienda el acondicionamiento al 10% ya que posee la mayor estabilidad del envejecimiento en agua y para el cemento tipo 2 puede emplearse cualquier concentración.

Puppin *et al.* (2017) estudio realizado con el fin de evaluar la influencia de diversas concentraciones de ácido fluorhídrico (HF) asociado a varios tiempos de grabado ácido en la resistencia a la adherencia de un cemento de resina al disilicato de litio. Doscientos setenta y cinco bloques de cerámica de muestra para el estudio se distribuyeron aleatoriamente en 5 grupos para las concentraciones de HF: 1%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10%. Y a los tiempos de grabado de 20, 40, 60, 120 y 20 + 20 segundos. Después de cementadas las muestras fueron almacenadas en agua des ionizada a 37°C por 24 horas. Se obtuvo como resultado que, las concentraciones de HF del 5%, 7.5% y 10% proporcionaron valores significativamente más altos que el 1% y el 2.5% ($p < 0.05$), Para HF al 1% y 2,5%, los tiempos de grabado de 40 a 120 segundos aumentaron los valores de adhesión en comparación con 20 segundos ($p < 0,05$). Se llegó a la conclusión que el acondicionamiento del disilicato de litio usando una concentración al 5% a los 20 segundos es el más adecuado, demostrando que no es necesario emplear mayor concentración o tiempo de aplicación.

Venturini, Prochnow, Rambo, Gundel y Valandro (2015) evaluaron el efecto de distintas concentraciones de ácido fluorhídrico en el ángulo de contacto y resistencia de unión de la resina a la cerámica feldespática. Se emplearon 25 muestras de cerámica divididas en 5 grupos, un grupo control sin grabado ácido y los otros 4 grabados con ácido fluorhídrico a concentraciones de 1, 3, 5 y 10% para el ángulo de contacto mediante un goniómetro conectado a un computador para medir la energía superficial de la cerámica y para el test de micro esfuerzo tensil se preparó 40 bloques de cerámica y se acondicionó la superficie de igual forma, se aplicó el silano y se aplicó cemento de resina para la cementación. Se procedió a seccionar los bloques pasado 24 horas y se dividió en dos grupos para pruebas inmediatas y envejecidas (mayor a 230 días). Como resultado se obtuvo que el mayor ángulo de contacto lo obtuvo la muestra sin

acondicionar (61.4°) y el ángulo de contacto más bajo (17.5°) lo obtuvo el HF al 10%; con respecto a la durabilidad, las muestras mostraron adhesión estable a excepción de la cerámica grabada al 1% luego de la prueba de envejecimiento (14.5 a 10.2Mpa). Se concluyó que el aumento de la concentración crea mayor enclavamiento mecánico y menor ángulo de contacto.

Caparroso, Mejia, Sosa y Mazo (2015) estudiaron el efecto de la concentración y tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico (HF) sobre la rugosidad de la superficie y resistencia a la fractura de la cerámica disilicato de litio. Se confeccionó 90 discos de cerámica, mediante la técnica de inyección y posterior pulido. Se acondicionaron 60 discos con ácido fluorhídrico al 4,6% y 9,5% durante 20,40 y 60 segundos. Los 30 discos restantes evaluaron la rugosidad superficial, con ácido fluorhídrico al 4,6% y 9,6% por 20,40 y 60 segundos. El resultado del estudio indica que los valores promedio de la resistencia a la flexión biaxial en los grupos con la aplicación del HF al 4,6% y tiempo de 20, 40 y 60 fueron de $448,45 \pm 68,1$ Mpa, $357,23 \pm 59,5$ Mpa y $317,69 \pm 45,97$ Mpa, respectivamente y los valores en los grupos con la aplicación al 9,6% fueron de $365,40 \pm 46,93$ Mpa, $334,38 \pm 40,75$ Mpa y $348,83 \pm 79,39$ Mpa. Concluyendo que la resistencia a la fractura de la cerámica se ve afectada por la concentración y el tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico sobre la cerámica, donde a mayor concentración y tiempo de aplicación la resistencia es menor. El efecto de concentración no alteraría significativamente la rugosidad superficial.

Caparroso *et al.* (2014) se evaluó in vitro el efecto del ácido fluorhídrico sobre la superficie del disilicato de litio en el proceso de adhesión a un sustrato resinoso. Se confeccionaron 6 cubos de porcelana y 6 cubos de resina. Se aplicó ácido fluorhídrico a diferente concentración y tiempos a la superficie de la cerámica, dividido dos grupos. Se procedió a la cementación con los cubos de resina y luego a medir la fuerza adhesiva. Como resultado se obtuvo que la

concentración de ácido fluorhídrico al 4,6% presento los mejores promedios de adhesión con respecto al ácido al 9,6%.

1.3 Objetivos

- **Objetivo General**

- Evaluar la resistencia adhesiva del disilicato de litio usando diferente concentración y tiempo de aplicación de ácido fluorhídrico.

- **Objetivos Específicos**

- Determinar la resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% a los 20 y 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.
- Determinar la resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al y 10% a los 20 y 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.
- Comparar el promedio de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 20 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.
- Comparar el promedio de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.
- Comparar el promedio de resistencia adhesiva entre todos los grupos de estudio.

1.4 Justificación

Las fuerzas de masticatorias son un factor importante que pone a prueba la adhesión y permanencia de nuestras restauraciones en boca, siendo el acondicionamiento ácido un factor influyente en la adhesión que presenta la cerámica reforzada con disilicato de litio al cemento resinoso y que, distintas concentraciones y tiempos de aplicación del ácido fluorhídrico en el acondicionamiento ácido podrían variar los valores de resistencia adhesiva provocando quizás fallas en la interfaz disilicato de litio – cemento, lo que resultaría en el fracaso clínico de nuestra restauración, por lo cual, se realiza el presente trabajo cuyos resultados permitirán aumentar la evidencia científica del protocolo de acondicionamiento de la restauración con ácido fluorhídrico a diversas concentraciones y tiempos de aplicación sobre la cerámica reforzada con disilicato de litio.

1.5 Hipótesis

Dado que la concentración y tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico al 5% genera un buen acondicionamiento de la superficie cerámica es probable que a mayor concentración y tiempo de aplicación con ácido fluorhídrico al 10% exista mayor resistencia adhesiva en la superficie del disilicato de litio sobre un cemento resinoso.

II. Marco Teórico

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1 Generalidades

Las restauraciones dentales presentan mayor exigencia al profesional con respecto a la estética y naturalidad de la pieza a restaurar, actualmente se emplean materiales restauradores no metálicos para su composición. Materiales como resinas compuestas y cerámicas dentales son el elemento de elección al momento de lograr una restauración estética. El avance tecnológico de biomateriales nos permite mimetizar distintas situaciones para obtener restauraciones estéticamente naturales (Pascual y Camps, 2006).

Hoy en día restauraciones indirectas de cerámica libre de metal resultan ser el material de elección para el reemplazo de la morfología y funcionalidad del tejido dentario perdido producto de lesiones en el esmalte y/o dentina logrando además un resultado estético óptimo con respecto a las ceramometálicas, existen distintos tipos de cerámica libre de metal motivo por el cual el profesional debe conocer su indicación y manejo para cada caso en particular (Bravo, Villarreal y Paredes, 2019).

Históricamente la cerámica dental se remonta a tiempos antiguos, se encontraron artículos cerámicos con antigüedad de hasta 23 000 años atrás. Se encontraron tipos de material cerámico como: “Earthenware”, cerámicas horneadas a baja temperatura y porosas; “Stoneware”, material horneado en altas temperaturas; “Porcelana”, material fundido en barro blanco el cual es blanca y translúcida. La porcelana es empleada como material dental por el francés Duchateau al cambiar sus dientes de marfil a porcelana, su empleo en coronas fue a mediados de 1800 con el uso del feldespato; en 1962 Weinstein y Katz lograron fabricar coronas metal-cerámica. A mediados de

1980, empezó la elaboración de distintos tipos de cerámica con el fin de lograr una que no sufra la contracción de la cerámica en polvo, una de las cuales fue elaborar cerámica prensada denominada vitrocerámica de gran aceptación y muy empleada hasta el día de hoy (Kelly & Benetti, 2011).

La cerámica o porcelana dental es un compuesto de color blanco translúcido integrado principalmente de sílice, feldespato o alúmina. Su uso en odontología se aplica a restauraciones indirectas como coronas, incrustaciones, carillas, etc. Surgen a partir de la necesidad de obtener resultados protésicos más estéticos y biocompatibles. En general las cerámicas poseen una estructura mixta compuesta por una matriz vítrea (átomos desordenados) y partículas mineralizadas de cristales (átomos dispuestos en orden). Se clasifica en restauraciones ceramometálicas y las cerámicas totalmente libres de metal (De Carlos *et al.*, 2006; Martínez, Pradies, Suarez y Rivera, 2007).

Griggs la clasifica según cuatro métodos de fabricación. La condensación de polvo, método tradicional realizado mediante aplicación con un pincel sobre metal. Cerámicas infiltradas, que presentan mayor resistencia, pero poseen un complejo proceso de elaboración por lo que no es muy usado, se confeccionan de alúmina. Cerámicas coladas a presión, fabricadas por el método de cera perdida, estas son prensadas y obtienen mayor precisión en la restauración. Cerámicas por CAD-CAM, son cerámicas confeccionados a partir de bloques de cerámica moldeadas por computador (Saavedra, Oliveira y Moncada, 2014).

2.1.2 Ácido fluorhídrico

El ácido fluorhídrico (HF), es un material usado en odontología como acondicionador cerámico este, genera una superficie cerámica, amorfa y llena de microporosidades la cual al

unirse al cemento de resina mejora la fuerza de unión entre ambos compuestos generando mayor adhesión en la restauración (Stangel, Nathanson & Hsu, 1987).

Lo encontramos generalmente en concentraciones de 5 o 9% en forma de gel viscoso, causa daño al contacto con la piel y mucosas por lo que se debe emplear con las medidas de seguridad respectivas. Al contacto con la superficie causa un grabado selectivo de la cerámica, de tal manera que forma retenciones microscópicas aumentando la energía superficial de suma importancia para la dispersión espontánea de posteriores líquidos empleados (Chinchilla, Sánchez y Valverde, 2016).

Además de favorecer en la adhesión creando micro retenciones, el grabado también posee una segunda función que es la limpieza de la superficie cerámica eliminando restos producto de la contaminación ambiental por compuestos no deseados de tal manera que mejora la humectabilidad del sustrato cerámico favoreciendo la mejora de unión con el silano (Scheller, 2010).

Las microporosidades que se crean en la cerámica son producto de la afinidad del ácido fluorhídrico por la sílice de la matriz, estos al reaccionar forman tetrafluoruro de silicio (SiF_4), este presenta una segunda reacción con el ácido fluorhídrico para formar una molécula soluble denominada hexafluorosilicato $[\text{SiF}_6]^{2-}$, una tercera reacción se da mediante la reacción del hexafluorosilicato con los iones de hidrogeno liberados formando finalmente ácido hexafluorosilícico (H_2SiF_6). Como producto final se obtiene poros de un tamaño promedio de 3-4 μm , que varían de tamaño según concentración y tiempo de aplicación de ácido fluorhídrico (Ho & Matinlinna, 2011).

2.1.3 Silano

El silano es un agente de unión entre la cerámica grabada y cemento resinoso, actúa mejorando la humectabilidad superficial de la cerámica. Este agente favorece la adhesión de la fase inorgánica de la cerámica con la fase orgánica del cemento mediante unión química. En la superficie cerámica se obtiene tres capas, la capa externa compuesta de oligómeros, la capa intermedia compuesto por unión de siloxano y la capa interna que es hidrolíticamente estable (Núñez, Peña, Mongruel y Domínguez, 2014).

2.1.4 Agente cementante

Con respecto a la micro retención creada en la interfaz sustrato - cerámica el cemento con mayor eficacia es el compuesto a base de resina o composite, dentro del cual tenemos distintas variantes en cuanto a su composición. Algunas ventajas que refiere este tipo de cemento se encuentran una mejor estética, aumento de la resistencia de la restauración, una mayor retención y mejor integridad marginal. Estos cementos están compuestos principalmente por dos fases, una fase líquida, la cual aporta las propiedades adhesivas y la fase sólida que aporta las propiedades ópticas y mecánicas (Díaz, Orejas, López y Veny, 2009).

Existen diversos tipos de cementos y marcas en el mercado para emplear en las restauraciones adhesivas, el clínico deberá tener en cuenta el caso en particular y la indicación de los mismos, tales como:

Los cementos resinosos autopolimerizables son ideales para cementación de postes no metálicos como los postes reforzados con fibra de vidrio y restauraciones metálicas, gracias al alto grado de conversión que presentan con la desventaja que carecen de características estéticas. Presenta propiedades adecuadas para la cementación de restauraciones, pero se requiere de un

clínico experimentado en su manejo ya que los tiempos de cementación son cortos (Sosa, 2010; Baena, Guerrero, Álvarez y Rivas, 2012).

Por otro lado, los cementos resinosos fotopolimerizables son agentes que tiene como fotoiniciador principal a la canforoquinona, son generalmente usados para la cementación de carillas y coronas de grosor mínimo libre de metal. El aumento del grosor de la restauración dificulta la total conversión del cemento en la interfase cerámica - sustrato, ya que no permite una penetración adecuada de la luz de tal manera que podemos obtener monómeros libres provocando daño pulpar, grietas por estrés en la unión de la cerámica - cemento (Sosa, 2010).

Chang *et al.* (2015) indican que, la canforquinona fotosensibilizador muy usado en el tratamiento con resinas compuestas es un agente que puede causar citotoxicidad, detención del ciclo celular, apoptosis y producción de células pulpares, lo que explicaría el dolor por inflamación pulpar y hasta necrosis en algunas piezas cementadas con agentes cementantes fotopolimerizables, de tal manera que no recomienda el empleo de este tipo de agentes cementantes.

Un tercer grupo son los cementos resinosos de polimerización dual, indicados en la cementación de restauraciones indirectas totalmente cerámicas, composite y metálicas. Se caracterizan por presentar alta resistencia y estética aceptable, se mantienen en constante evolución mejorando el tiempo de trabajo y la técnica empleada por el clínico (Sosa, 2010).

También son llamados cementos híbridos ya que actúan mediante dos procesos, la autopolimerización y la fotopolimerización, esto genera como efecto contracción del agente cementante, el incremento del grosor cerámico puede potenciar la contracción del mismo. Es así que, la contracción incrementada genera espacios en la interfaz del diente y el agente

cementante, de tal manera que esto se puede traducir en un incremento en la filtración bacteriana, además de poder generar efectos de sensibilidad postoperatoria (Baena *et al.*, 2012).

2.1.5 Cementación adhesiva

El factor de mayor importancia referente al protocolo de adhesión entre cemento de resina y la restauración de cerámica es el grabado con ácido fluorhídrico ya que, este cuadriplica su resistencia a fuerzas de cizallamiento al compararlo con cerámica no grabada (Shillingburg, Hobo, Whitsett, Jacobi y Brackett, 2002).

Pues la cerámica al no poseer afinidad natural por el sustrato dentario necesita de un protocolo que proporcione una adhesión adecuada, motivo por el cual se produce el grabado tanto del sustrato dentario con ácido orto fosfórico, como el grabado de la cara interna de la cerámica con ácido fluorhídrico, este último crea microporosidades la cual, al combinarse con el cemento de resina produce mayor retención micromecánica (Ho & Matinlinna, 2011).

De igual manera el microarenado es un recurso que se emplea también como agente acondicionante de la cara interna de la restauración para generar retención mecánica, esto puede realizarse con óxido de aluminio y partículas de sílice. Esta indicado en sistemas cerámicos ácidos resistentes de composición cristalina como alúmina y el zirconio y contraindicado en sistemas cerámicos ácidos sensibles como lo son las cerámicas vítreas basadas en disilicato de litio, leucita y feldespató (Fernández, Naldini y Bessone, 2006).

Al ser grabada la cerámica e.Max con ácido fluorhídrico, crea microporosidades y forma menor cantidad de tetrafluoruro de silicio porque presenta menor matriz vítrea comparada con cerámica reforzada con leucita, el tetrafluoruro de silicio es un residuo cristalino que puede obstaculizar el grabado si se graba la cerámica en tiempo prolongado (Puppín *et al.*, 2017).

Asimismo, un tiempo de acondicionamiento ácido prolongado puede provocar aumento en la degradación de la matriz vítrea, así como debilitamiento en la resistencia de la cerámica de disilicato de litio, de tal manera que el profesional debe evitar el acondicionamiento excesivo al acondicionar este tipo de cerámica vítrea (Zogheib, 2011).

El aspecto de la superficie luego del acondicionamiento con ácido fluorhídrico de la cerámica será de un tono blanco opaco por la formación de sales producto del grabado ácido sobre la matriz vítrea, este tono se produce sobre todo en cerámica feldespática y cerámica reforzada con leucita grabadas al 10% comparada con la cerámica de disilicato de litio casi donde no hay casi residuos de sales (Carpena y Ballarín, 2014).

Luego, el lavado profuso y neutralización con bicarbonato de sodio por un minuto y posterior limpieza con ácido ortofosfórico son necesarios luego del acondicionamiento con ácido fluorhídrico con el fin de eliminar todos los residuos de la superficie tratada, lavamos y acto seguido procedemos al secado de la superficie cerámica para aplicar el agente de silano previo a la cementación de nuestra restauración (Corts y Abella, 2013).

Asimismo, para Magne luego del acondicionamiento ácido se procede a la limpieza con agua destilada en ultrasonido en un rango de tiempo de 4-5 minutos para eliminar restos de precipitados difícilmente eliminados con el lavado manual, estos son producto de la reacción del ácido fluorhídrico con la matriz vítrea (Magne y Belser, 2004).

El silano también es parte importante del proceso de adhesión, este forma enlaces siloxano (Si O Si) a través de la unión con grupos hidroxilo presentes en la superficie del sustrato y actúa formando enlaces con el sustrato mediante activación ácida y logra unión al cemento de resina

mediante polimerización, de tal manera que logra la adhesión del sustrato al cemento de resina. (Matinlinna, Lung & Tsoi, 2018).

Con respecto a espesores adecuados del material cerámico de disilicato de litio para lograr un adecuado grado de conversión y dureza del agente cementante fotopolimerizable se sugiere como valores ideales a grosores de cerámica de entre 0.3 y 0.9mm, teniendo como límite máximo un grosor de hasta 1.2mm de material cerámico, sin embargo, este requiere un tiempo mayor de fotopolimerización comparado con los valores ideales de grosor cerámico del disilicato de litio en la práctica clínica, para grosores mayores de cerámica se emplea el cemento de curado dual (Chang *et al.*, 2015).

2.1.6 Disilicato de Litio

Pertenece al grupo de cerámicas fabricadas coladas a presión, surge tras la alta demanda de estética en el sector anterior, tuvo su origen con el sistema cerámico llamado IPS Empress I (Ivoclar Vivadent), la cual tenía una composición de cerámica vítrea reforzada con cristales de leucita (35-55%). Posteriormente sale al mercado el sistema IPS Empress II, la cual es reforzada con cristales de disilicato de litio (60-65%), esta cerámica se logra a través del método de cera perdida, el cual consiste en inyectar la cerámica en un molde a temperatura y presión elevada (Figuroa *et al.*, 2014).

Con respecto a sus propiedades biomecánicas la cerámica de disilicato de litio presenta una resistencia flexural de 350 a 400MPa, debido a esto puede ser empleada como restauración de una sola capa (monolítica) o como estructura para añadir luego un revestimiento de cerámica por inyección o estratificación (técnica de cutback) (Fernández *et al.*, 2006).

Además, las coronas monolíticas de cerámica a base de disilicato de litio poseen aproximadamente 5 veces más resistencia que las coronas hechas a base de cerámicas feldespáticas además de una biocompatibilidad de gran aceptación por el tejido gingival (Salazar y Quintana, 2016).

2.1.6.1 Sistema IPS e.Max

El último avance en la cerámica a base de disilicato de litio surge con la aparición del sistema IPS e.Max Press/CAD, en el cual se mejora propiedades como la resistencia a la fractura, la translucidez y transparencia obteniendo una cerámica con mayor estética. El sistema de inyección consta de componentes: las pastillas cerámicas de disilicato de litio IPS e.max Press y pastillas de fluorapatita IPS e.max ZirPress para el zirconio. El proceso de cementación es clave para lograr una adecuada longevidad y consecuentemente el éxito de nuestra restauración (Figueroa *et al.*, 2014).

Indicado en restauraciones donde sea necesario obtener estética y resistencia a la vez, estas pueden ser confeccionadas para obtener coronas unitarias anteriores y posteriores, incrustaciones onlay e inlay, carillas laminadas y puentes fijos de tres piezas en el sector anterior hasta la región del segundo premolar (Valdivia, 2016).

La cerámica de disilicato de litio e. Max presenta en su composición contenido de cuarzo, dióxido de litio, óxido de fósforo, alúmina, óxido de potasio, entre otros componentes, prevaleciendo los cristales de disilicato de litio en un 70% aproximadamente, los cuales son más pequeños que su versión antigua (IPS. Empress I) y se distribuyen con mayor uniformidad por la matriz con longitudes que varían de entre 3 a 6 unμm (Ritter & Rego, 2009; Zarone, Ferrari, Guido, Leone y Sorrentino, 2016).

La presentación del disilicato de litio IPS E max. Press se da en varios tipos como HO (alta opacidad), HT (alta translucidez), MT (mediana translucidez) y LT (baja translucidez), etc. Se mimetizan bien con el ambiente a restaurar y se emplean de acuerdo al caso clínico en particular, presentándose como una buena opción para tratamiento de restauraciones anteriores y posteriores (Salazar y Quintana, 2016).

El bloque de disilicato sufre conversión a estado plástico a los 920°C mediante la técnica de inyección con calor y presión (cera perdida). El sistema IPS e.max Press presenta un revestimiento cerámico de cristales de fluorapatita y el sistema IPS e.max ZirPress presenta en su revestimiento una fase cristalina compuesta de cristales de nano y micro fluorapatita. La cementación presenta un mayor éxito cuando existe un mínimo de 70% de esmalte y 0.5mm en la periferia al contrario de la dentina donde existe mayor probabilidad de fracaso de cementación en este tejido (Cardoso y Decurcio, 2018).

A pesar de la literatura, aún no se logra obtener un protocolo de cementación único respecto a la concentración y tiempo de aplicación de ácido fluorhídrico en la cerámica de disilicato de litio. Un estudio reciente refiere que, la concentración y tiempo de aplicación influyen en la fuerza de unión al cemento resinoso luego de usar termociclado (10 000 ciclos a 55°C), recomienda el grabar con ácido fluorhídrico al 5% durante 20 segundos para disilicato de litio y cerámica CAD / CAM reforzada con leucita. Sin embargo, para cerámica de disilicato de litio prensado el grabado al 10% de ácido fluorhídrico durante 60 segundos mostró una resistencia de unión significativamente mayor al cemento de resina (Verissimo *et al.*, 2019).

También, se realizó un ensayo donde se evaluó la influencia de distintas concentraciones de ácido fluorhídrico (HF) en la morfología de la superficie - interfaz y la fuerza de unión al

cizallamiento de la cerámica reforzada con disilicato de litio IPS e.Max Press, además se le agregó a la mitad de las muestras luego del silano una capa de resina sin relleno antes del uso del cemento resinoso. Se encontró que la concentración de ácido fluorhídrico y la resina agregada tuvieron influencia en la fuerza de unión y morfología de la cerámica (Sundfeld *et al.*, 2015).

2.1.7 Resistencia adhesiva al cizallamiento

La adhesión es cualquier mecanismo que hace posible mantener dos cuerpos en contacto, esto puede lograrse a través de dos métodos, uno por unión mecánica o micro mecánica donde existe la creación de trabas o engranes que permiten el alojamiento de una de las partes y el segundo método es por unión química en la cual se forman enlaces químicos por parte de las estructuras tratadas (Macchi, 2007).

Los ensayos de pruebas en el laboratorio son parte fundamental para los fabricantes quienes se valen mucho de estas pruebas que permiten determinar, aunque de forma *in vitro* la calidad de materiales y mejorarlos a la brevedad posible, dentro de las pruebas más usadas encontramos a las pruebas de cizallamiento y tracción (Delgado, 2018).

Aun no se ha establecido una prueba definitiva para la investigación de los materiales, es por eso que la Academia de Materiales Dentales en 2009, propuso varias pruebas para realizar las diversas investigaciones dentro de las cuales la más popular fue la prueba de resistencia al cizallamiento, esta actúa generando una carga perpendicular a la muestra creando deslizamiento de uno de los dos materiales puestos a prueba (Ereifej, Rodrigues, Silikas y Watts, 2001).

Las fuerzas tangenciales que se ejercen por la dinámica mandibular es un factor que pone en riesgo la supervivencia de las restauraciones cerámicas libres de metal en boca del paciente. Los sistemas totalmente cerámicos ofrecen mayor resistencia al cizallamiento comparado con

sistemas metal cerámicos, diversos estudios se ha realizado sobre resistencia a la tracción y compresión de estos sistemas, pero se alejarían de la realidad clínica reproducida en boca del paciente (Vega del Barrio, 2005).

Además, la prueba de tracción no sería muy fiable sino es debidamente controlada por motivos de elaboración compleja de la muestra y no crea fuerzas uniformes, en cambio la prueba de cizallamiento es fácil de realizar y nos sirve para predecir la calidad de unión de los materiales, pero al ser un estudio in vitro los resultados e interpretación se deberían tomar con cautela (Ereifej *et al.*, 2001).

III. Método

3.1 Tipo de investigación

- Experimental in vitro, prospectivo, transversal, comparativo.

3.2 Ámbito temporal y espacial

La presente investigación se realizó en los talleres de rehabilitación oral y operatoria dental en la facultad de odontología de la universidad nacional Federico Villarreal, así como en el laboratorio de pruebas High Technology Certificated.

3.3 Variables

3.3.1 Independiente

- Tiempo de aplicación de ácido fluorhídrico
- Concentración de ácido fluorhídrico

3.3.2 Dependiente

- Resistencia adhesiva

Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	VALOR
Resistencia adhesiva	Oposición que presenta dos cuerpos unidos frente a una carga que intenta su desalajo	Esfuerzo de adherencia	<u>Fuerza</u> Área	Razón	0-x Megapascales

3.4 Población y muestra

El tamaño de la muestra fueron 10 bloques de cerámica de disilicato de litio por grupo, obtenidas a conveniencia basado en el ISO 9693-2:2016 para cerámicas libres de metal, las cuales fueron divididas en 4 grupos de estudio. Se utilizó la fórmula estadística de comparación de medias para variables cuantitativas.

3.4.1 Criterios de selección

3.4.1.1 Inclusión

- Ácido fluorhídrico “Condac” al 10%.

- Ácido fluorhídrico “Condac” al 5%
- Cerámica de disilicato de litio “e.Max Press”.
- Ácido ortofosforico al 37% “Condac”
- Silano “prosil”
- Materiales conservados de acuerdo a especificaciones del fabricante.
- Agente cementante dual “All Cem”
- Materiales con fecha vigente de vencimiento.

3.4.1.2 Exclusión

- Ácido fluorhídrico con concentraciones diferentes a 5 y 10%
- Materiales en mal estado de conservación.
- Cerámica con presencia de fisuras o fracturas.

3.5 Instrumentos

3.5.1 Técnicas

La técnica está basada según las normas del ISO 9693-2:2016, para la confección de las muestras cerámicas y las normas del ISO/TS-11405:2015, para el almacenamiento de las muestras.

3.6 Procedimientos

Fase 1: Confección de las muestras

En el laboratorio dental se procedió a encerar 40 patrones de cera con dimensiones de 5x5x3 +/-1mm calibrados con un vernier digital para transformarlos en patrones de cerámica mediante la técnica de la cera perdida, fueron revestidas con yeso refractario “Formula 1” esperando el tiempo de fraguado para ser llevado al horno para eliminación de cera a 900°C por 20 minutos,

luego traslado al horno para inyección de la cerámica de cerámica de disilicato de litio “e.Max Press” de baja translucidez (LT) color A1 a temperatura de 920°C; una vez inyectada la cerámica y posterior enfriamiento a temperatura ambiente se procedió a la limpieza de los patrones de cerámica eliminando restos de yeso refractario mediante piedras para desgaste cerámico de grano fino. Luego los patrones fueron introducidos en tubos de policloro de vinilo (PVC), estabilizados y recubiertos con acrílico transparente autopolimerizable, después de polimerizado el acrílico se procedió a dar uniformidad a la superficie de las muestras mediante lijado manual con lijas de carburo silicio de grano 800, 1000, 1200 y 2000 y posterior limpieza de restos con ultrasonido por 10 minutos.

Fase 2: Preparación de las muestras

Se acondicionó la cerámica de disilicato de litio con ácido fluorhídrico “Condac” FGM dividido en cuatro grupos: grupo “M”: ácido fluorhídrico al 5% para el grabado de la superficie de las muestras pertenecientes a este grupo por un tiempo de 20, grupo “N”: ácido fluorhídrico al 5% para el grabado de la superficie de las muestras pertenecientes a este grupo por un tiempo de 60 segundos, grupo “P”: ácido fluorhídrico al 10% para el grabado de la superficie de las muestras pertenecientes a este grupo por un tiempo de 20 segundos y grupo “O”: ácido fluorhídrico al 10% para el grabado de la superficie de las muestras pertenecientes a este grupo por un tiempo de 60 segundos. Para cada muestra luego del grabado ácido se procedió al lavado profuso por 60 segundos y se aplicó ácido ortofosforico “Condac” al 37% por 30 segundos para complementar la limpieza de impurezas en la superficie cerámica, se secó las muestras con aire libre de contaminantes y se silanizo los grupos de cerámica acondicionada con silano “Prosil” mediante el uso de un aplicador microbush de punta fina esperando un minuto luego secado de la superficie con chorros de aire libre de contaminantes. Finalmente se empleó una matriz de

silicona de la marca zhermack con dimensiones de 3mm x 2mm, y para la cementación se empleó cemento resinoso dual “All cem”, el cual fue fotocurado con lámpara de luz halógena “woodpecker” con longitud de onda de 420-450nm y a una potencia de entre 1000 y 1200Mw/cm². Se colocaron las muestras en agua destilada a 37°C por 24 horas.

Fase 3: Ejecución de muestras

Se envió las muestras rotuladas al laboratorio para el proceso correspondiente de evaluación de la prueba de cizallamiento siendo colocadas las muestras en la máquina universal de ensayo cmt-5 para cual se dio inicio al movimiento del punzón perpendicular a la muestra a velocidad de 1mm/min hasta el fallo de la muestra.

3.7 Análisis de datos

Los datos fueron recolectados utilizando el programa IBM SPSS 25. Los cuales se ordenaron y tabularon para poder tener las medidas de tendencia central y de dispersión de la resistencia al cizallamiento de los diferentes grupos. Para determinar si existió una distribución normal se empleó la prueba de Shapiro – Wilk. Ver Anexo 1

3.8 Consideraciones éticas

3.8.1 Conflicto de Intereses:

✓ No existe intereses de ninguna índole en esta investigación.

3.8.2 Respeto a la Autoría:

✓ Se respetó los derechos de autor mediante las citas debidamente referenciadas.

IV. Resultados

Tabla 1

Valores descriptivos para resistencia adhesiva del Disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% a los 20 y 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.

GRUPOS	Media	DE	IC media 95%		Mínimo	Máximo
			Li	Ls		
AF5%- 60seg	9.345	2.251	7.735	10.955	5.10	12.50
AF5%- 20seg	7.015	1.255	6.117	7.913	4.70	8.66

DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza de la media; Li: límite inferior;

Ls: límite superior; AF: ácido fluorhídrico. Fuente: Base de datos

Con el uso del ácido fluorhídrico al 5% se aprecia que la media mayor la tuvo el grabado ácido a los 60 segundos que fue de 9.345; una desviación estándar de 2.251, donde el valor mínimo fue de 5.10 Mpa y el valor máximo, 12.50 Mpa (Tabla 1).

Tabla 2

Valores descriptivos para resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 10% a los 20 y 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.

GRUPOS	Media	DE	IC media 95%		Mínimo	Máximo
			Li	Ls		
AF10%-60seg	8.686	2.040	7.227	10.145	5.820	11.830
AF10%-20seg	7.463	1.702	6.245	8.681	5.560	10.950

DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza de la media; Li: límite inferior;

Ls: límite superior; AF: ácido fluorhídrico.

Con el uso del ácido fluorhídrico al 10% se aprecia que la media mayor la tuvo el grabado ácido a los 60 segundos que fue de 8.686; una desviación estándar de 2.040, donde el valor mínimo fue de 5.820 Mpa y el valor máximo, 11.830 Mpa (Tabla 2).

Para la obtención del contraste de hipótesis planteadas se empleó la prueba de test post Anova HSD de tukey, debida a que las mediciones se usaban de dos a más grupos de estudio.

Las pruebas estadísticas mencionadas fueron contrastadas a un nivel de confianza al 95%, solo aceptando el error tipo 1 de 5%.

Comparación del promedio de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 20 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.

Hipótesis estadísticas

H0: No existen diferencias de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 20 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.

H1: Existen diferencias de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 20 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.

Tabla 3

Comparación de la resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 20 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.

GRUPOS	Media	DE	Diferencia de medias	p-valor^a
AF5%-20seg	7.015	1.255		
AF10%-20seg	7.463	1.702	-0.488	0.948

^aBasado en el test post ANOVA HSD de Tukey

Al realizar la comparación el test post Anova HSD de Tukey, el p-valor asociado al estadístico de contraste para los valores medidos es mayor que 0,05 por lo que se no se rechaza la hipótesis nula ($p= 0,948$); es decir no se encontró diferencia significativa de resistencia

adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 20 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso. (Tabla 3).

Comparar promedio de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.

Hipótesis estadísticas

H0: No existen diferencias de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.

H1: Existen diferencias de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.

Tabla 4

Comparación de la resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.

GRUPOS	Media	DE	Diferencia de medias	p-valor^a
AF5%-60seg	9.345	2.251		
AF10%-60seg	8.686	2.039	0.659	0.856

^a*Basado en el test post ANOVA HSD de Tukey*

Al realizar la comparación el test post Anova HSD de Tukey, el p-valor asociado al estadístico de contraste para los valores medidos es mayor que 0,05 por lo que se no se rechaza la hipótesis nula ($p= 0,856$); es decir no se encontró diferencia significativa de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso. (Tabla 4).

Comparar el promedio de resistencia adhesiva entre todos los grupos de estudio.

Hipótesis estadísticas

H0: No existen diferencias de resistencia adhesiva entre todos los grupos de estudio.

H1: Existen diferencias de resistencia adhesiva entre todos los grupos de estudio.

Tabla 5

Comparaciones múltiples para la resistencia adhesiva entre todos los grupos de estudio.

GRUPOS DE COMPARACIÓN		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	p-valor ^a
AF 5%-60seg	AF 5%-20seg	2,330*	.82761	0.038*
AF 5%-60seg	AF 10%- 60seg	0.659	.82761	0.856
AF 5%-60seg	AF 10%-20seg	1.882	.82761	0.123
AF 5%-20seg	AF 10%- 60seg	-1.671	.82761	0.200
AF 5%-20seg	AF 10%-20seg	-0.448	.82761	0.948
AF 10%-60seg	AF 10%-20seg	1.223	.82761	0.461

^aBasado en el test post hoc HSD de Tukey; *Diferencias significativas ($p < 0.05$)

Al realizar comparaciones múltiples con el test post Anova HSD de Tukey, el p-valor asociado al estadístico de contraste para los valores medidos son mayores a 0,05 con excepción de dos de los grupos comparados por lo que se rechaza la hipótesis nula ($p = 0,038$); es decir se encontró diferencia significativa de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% a los 20 y 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso. (Tabla 5).

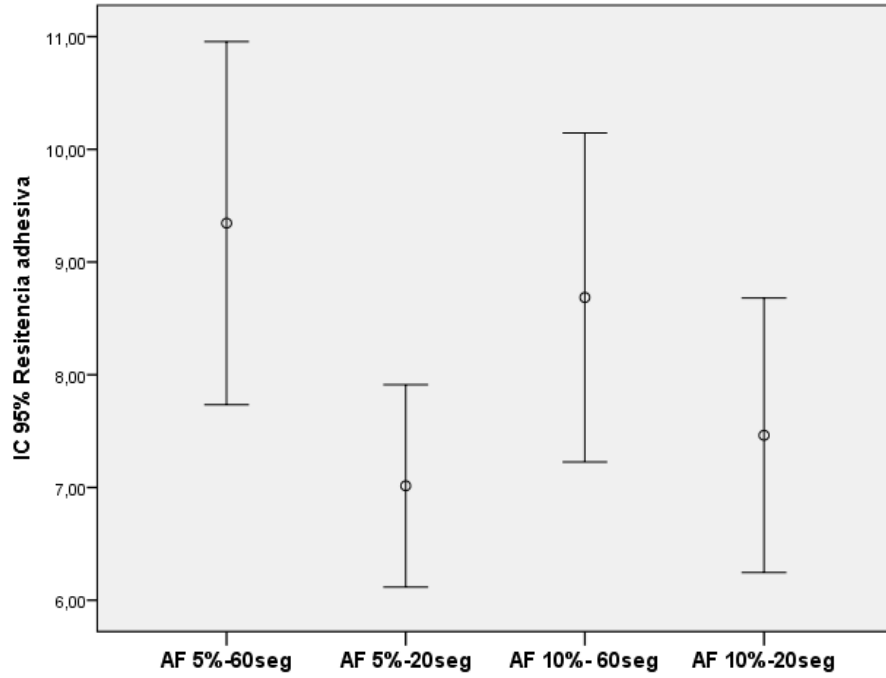


Figura 1. Distribución de los valores promedio de resistencia adhesiva con intervalos de confianza (IC) de la media al 95%de entre los grupos de estudio a los 20 y 60 segundos.

AF: ácido fluorhídrico.

V. Discusión de resultados

El presente estudio de carácter experimental y comparativo, se centró en evaluar y comparar la resistencia adhesiva del disilicato de litio usando diferente concentración y tiempo de aplicación de ácido fluorhídrico con el fin de apreciar cuál de los grupos estudiados posee una mayor resistencia adhesiva con respecto a nuestro grupo control el cual posee valores sugeridos por el fabricante y por algunos trabajos de investigación.

Se evaluó los valores de resistencia adhesiva de cuatro grupos, acondicionados con ácido fluorhídrico al 5% y al 10%, ambas concentraciones por un tiempo de 20 y 60 segundos, teniendo como grupo control al grupo acondicionado con ácido fluorhídrico al 5% por un tiempo de 20 segundos. Fueron confeccionados en total 40 especímenes distribuyendo aleatoriamente 10 especímenes por grupo evaluado empleando los ISO e instrumental correspondientes para su fabricación además una máquina de ensayos universal debidamente calibrada para la prueba de cizallamiento garantizando nuestro estudio.

Los resultados indican que el valor promedio más alto entre los grupos evaluados se dio a la menor concentración de ácido fluorhídrico (5%) y al mayor tiempo de evaluación (60 segundos), motivo por el cual aceptamos parcialmente la hipótesis general la cual dice que si la concentración y tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico al 5% genera un buen acondicionamiento de la superficie cerámica es probable que a mayor concentración y tiempo de aplicación con ácido fluorhídrico al 10% exista mayor resistencia adhesiva que la en la superficie del disilicato de litio sobre un cemento resinoso.

Al confrontar el tiempo de acondicionamiento ácido de 20 y 60 segundos se encontró diferencias significativas en la resistencia adhesiva del disilicato de litio al cemento resinoso,

encontrándose los valores más altos en los grupos acondicionados durante el mayor tiempo de exposición con ácido fluorhídrico (60 segundos) independientemente de la concentración; esto concuerda parcialmente con un estudio realizado últimamente el cual concluyo que, para cerámica de disilicato de litio prensado el grabado de ácido fluorhídrico durante 10% por 60 segundos mostró una resistencia de unión significativamente mayor al cemento de resina, coincidiendo con nuestro estudio en tiempo mas no en concentración, el cual arrojó los valores promedio más altos al acondicionar con ácido fluorhídrico al 5% por 60 segundos (9.34Mpa) (Verissimo *et al.*, 2019).

Lo anterior puede explicarse porque al estar expuesta mayor tiempo al ácido fluorhídrico, la matriz vítrea de nuestra cerámica sufre mayor corrosión por parte del ácido mientras este siga presente sobre ella, ya que este presenta afinidad por las partículas de sílice presente en ella, sin embargo, un exceso de tiempo de grabado puede degradar en demasía la superficie, disminuyendo la retención micromecánica y por lo tanto la resistencia adhesiva.

Por otro lado, con respecto a la comparación de concentración del ácido fluorhídrico al 5% y al 10% podemos decir que la variación de concentración no altera los valores de resistencia de unión de forma significativa de nuestra cerámica al cemento resinoso, esto concuerda con el estudio hecho por Caparroso, quien refiere que la concentración no altera de forma significativa la rugosidad superficial de la cerámica lo que se traduce en una similar degradación de la matriz vítrea de nuestra cerámica por parte de las dos concentraciones empleadas formando una estructura de micro retenciones de morfología similar (Caparroso *et al.*, 2015).

Sundfeld *et al.* (2018) también evaluó la concentración del del ácido fluorhídrico y cemento de resina sobre la resistencia de unión y morfología de la superficie del disilicato de litio a la

dentina mediante evaluación microtensil, obteniendo como resultado que a mayor concentración existe mayor degeneración de la matriz, pero causa valores de resistencia de unión semejantes.

Caparoso *et al.* (2014) sin embargo, realizó un estudio de comparación de concentración y tiempo de aplicación de ácido fluorhídrico al 4.6% y al 9.6% en la adhesión a un cemento resinoso, en el cual encontró los mejores promedios de resistencia adhesiva en el grabado ácido con la menor concentración comparado con el grabado ácido al 9.6%.

Finalmente, los valores de resistencia adhesiva al cizallamiento son similares en todos los grupos estudiados; de tal manera que es probable que los valores de resistencia adhesiva hallados estadísticamente significativos no tengan relevancia clínica al no poseer gran diferencia numérica al compararlo con los demás grupos.

VI. Conclusiones

1. La evaluación de la concentración y tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico sobre la cerámica de disilicato de litio muestra valores de resistencia adhesiva similares.
2. El valor promedio de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% a los 20 segundos fue menor que a los 60 segundos.
3. El valor promedio de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 10% a los 20 segundos fue menor que a los 60 segundos.
4. No se encontraron diferencias significativas en el promedio de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 20 segundos ($p > 0.05$).
5. No se encontraron diferencias significativas en el promedio de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 60 segundos ($p > 0.05$).
6. Existe diferencia significativa ($p < 0.05$), al comparar el grupo control con el grupo grabado con ácido fluorhídrico al 5% durante 60 segundos, donde este último presenta valores superiores.

VII. Recomendaciones

- Se sugiere realizar investigaciones empleando la comparación de concentraciones y tiempo de aplicación al cementarlo sobre esmalte.
- Se sugiere realizar investigaciones empleando la comparación de concentraciones y tiempo de aplicación al cementarlo sobre dentina.
- Se recomienda agregar un tamaño de muestra mayor para obtener valores de mayor precisión.
- Se recomienda evaluar y comparar con otros tipos de ácido sobre la cerámica de disilicato de litio.
- Se recomienda evaluar con diferentes test de resistencia adhesiva.

VIII. Referencias

- Baena, T., Guerrero, J., Álvarez, C. y Rivas, L. (2012). Encogimiento por polimerización de cementos duales a través de distintos grosores de cerámica. *Revista Odontológica Mexicana*, 16 (4), 237-241. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/odon/uo-2012/uo124b.pdf>
- Barrancos, J. y Barrancos, P. (2006). *Operatoria dental: integración clínica*. Buenos Aires, Argentina: Medica Panamericana.
- Bravo, A., Villarreal, M. y Paredes, M. (2019). Una mirada acerca de restauraciones cerámicas. *Dominio de las ciencias*, 5 (1), 350-362.
- Caparroso, C., Latorre, F., Arroyave, L., Grajales, C. y Medina, V. (2014). Evaluación in vitro del efecto de la concentración y el tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico sobre la adhesión al disilicato de litio. *Revista de la facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 26 (1), 62-75. Recuperado de <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/odont/article/view/14272/16880>
- Caparroso, C., Mejia, R., Sosa, J. y Mazo, M. (2015). Evaluación in Vitro del Efecto de la Concentración y el Tiempo de Aplicación del Ácido Fluorhídrico sobre la Resistencia a la Flexión Biaxial y la Rugosidad del Disilicato de Litio de Última Generación. *International journal of odontostomatology*, 9(2), 273- 281. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2015000200014>
- Cardoso, P. y Decurcio, R. (2018). *Ceramic VENEERS: contact lenses and fragments*. Santa Catarina, Brazil: Ponto

- Carpena, G. y Ballarin, A. (2014). Hydrofluoric Acid – Simple Things You May Do Not Know About Something You Are So Habituated To Use. *ODOVTOS-International Journal Dental S.C., 1* (16), 15-23.
- Cortz, J. y Abella, R. (2013). Protocolos de cementado de restauraciones cerámicas. *Actas Odontológicas, 10* (2), 37-44.
- Chang, M., Lin, L., Wu, M., Chan, Ch., Chang, H., Lee, M., Sun, T., Jeng, P., Yeung, S., Lin, H. y Jeng, J. (2015). Effects of Camphorquinone on Cytotoxicity, Cell Cycle Regulation and Prostaglandin E2 Production of Dental Pulp Cells: Role of ROS, ATM/Chk2, MEK/ERK and Hemeoxygenase-1. *PLoS One, 10*(12), 1-20. doi: 10.1371/journal.pone.0143663
- Chinchilla, E., Sánchez, A. y Valverde, E. (2016). “Efecto de dos concentraciones de ácido fluorhídrico sobre la adhesión del cemento polimérico a porcelanas de alta resistencia.” (Tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- De Carlos, F., Fernández, M., García, A., Hernández, L., López, L., Perillan, C.,... Ponce, E. (2006). *Técnico Especialista Higienista Dental del servicio Gallego de salud*. Sevilla, España: MAD.
- Delgado, E. (2018). *RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS AUTOCONDICIONANTES Y GRABADO TOTAL EN DIENTES BOVINO – IN VITRO*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Díaz, P., Orejas, J., López, E. y Veny, T. (2009). Cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas. *Cient. Dent., 6* (1), 137-151. Recuperado de <http://www.coem.org.es/sites/default/files/revista/cientifica/vol6-n2/61-75.pdf>

- Ereifej, N., Rodrigues, F., Silikas, N. y Watts, D. (2011). Experimental and FE shear-bonding strength at core/veneer interfaces in bilayered ceramics. *Dental Materials*, 27(6), 590–597. doi: 10.1016/j.dental.2011.03.001
- Fernández, E., Naldini, P. y Bessone, L. (2006). *Restauraciones cerámicas anteriores y posteriores. en: h. h. g., (ed.) estética en odontología restauradora*. Madrid, España: Ripano editorial médica S.A.
- Figuroa, R., Goulart, F., Furtado, R., Pereira, F. y Alfonso, M. (2014). Rehabilitación de los dientes anteriores con el sistema cerámico Disilicato de Litio. *International Journal Odontostomatology*, 8(3), 469-474. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijodontos/v8n3/art23.pdf>
- Ho, G. y Matinlinna, J. (2011). Insights on Ceramics as Dental Materials. Part II: Chemical Surface Treatments. *Silicon*, 3(1), 117-123. DOI 10.1007/s12633-011-9079-6
- Kelly, J. y Benetti, P. (2011). Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Australian dental journal*, 56 (1), 84-96. doi: 10.1111/j.1834-7819.2010.01299.x.
- Macchi, R. (2007). *Materiales Dentales 4ta edición*. Buenos Aires, Argentina: Medica Panamericana
- Magne, P. y Belser, U. (2004). *Restauraciones de Porcelana Adherida en los Dientes Anteriores: Método Biomimético*. Barcelona, España: Quintessence, S.L.

- Mandri, M., Aguirre, A. y Zamudio, M. (2015). Sistemas adhesivos en odontología restauradora. *Odontoestomatología*, 17(26), 50-56. Recuperado de <http://www.scielo.edu.uy/pdf/ode/v17n26/v17n26a06.pdf>
- Martinez, F., Pradies, G., Suarez, M. y Rivera, B. (2007). Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *RCOE*, 12(4), 253-263. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/rcoe/v12n4/revision1.pdf>
- Martínez, D. y Morales, Y. (2014). La Odontología estética como arte. *Acta Medica del Centro*, 8 (4), 107-109. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2014/mec144u.pdf>
- Matinlinna, J., Lung, C. y Tsoi, J. (2018). Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: A review. *Dental Materials*, 34(1), 13–28. doi: 10.1016/j.dental.2017.09.002
- Nuñez, T., Peña, M., Mongruel, O. y Domínguez, J. (2014). Efecto del silano precalentado en la resistencia de unión de las cerámicas de disilicato de litio y cementos. *CES Odont.*, 27(1), 11-17. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ceso/v27n1/v27n1a02.pdf>
- Li, R., Ma, S., Zang, C., Zhang, W., Liu, Z., Sun, Y. y Feng, Y. (2019) Enhanced bonding strength between lithium disilicate ceramics and resin cement by multiple surface treatments after thermal cycling. *PLOS ONE*, 14(7), e0220466. Recuperado de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220466>
- Pascual, A. y Camps, I. (2006). Odontología estética: Apreciación cromática en la clínica y el laboratorio. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 11(4), 363-368. Recuperado

de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000400015&lng=es&tIng=es.

Peña, J., Fernández, J., Álvarez, M. y González, P. (2003). Técnica y sistemática de la preparación y construcción de carillas de porcelana. *RCOE*, 8(6), 647-668. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/rcoe/v8n6/clinico1.pdf>

Puppin, J., Sundfeld, D., Costa, A., Correr, A., Puppin, R., Borges, G., Sinhoreti, M. y Correr, L. (2017). Effect of Hydrofluoric Acid Concentration and Etching Time on Bond Strength to Lithium Disilicate Glass Ceramic. *Operative Dentistry*, 42(6), 606-615. doi: 10.2341/16-215-L.

Prochnow, C., Venturini, A., Grasel, R., Gundel, A., Bottino, M. y Valandro, L. (2018). Adhesion to a Lithium Disilicate Glass Ceramic Etched with Hydrofluoric Acid at Distinct Concentrations. *Brazilian Dental Journal*, 29 (5), 492-499.

Ritter, R. y Rego, N. (2009). Material Considerations for Using Lithium Disilicate as a Thin Veneer Option. *Journal of Cosmetic Dentistry*, 25 (3), 111-117.

Saavedra, I., Oliveira, J. y Moncada, G. (2014). Clasificación y significado clínico de las diferentes formulaciones de las cerámicas para restauraciones dentales. *Acta Odontológica Venezolana*, 52 (2), 1-13. Recuperado de <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2014/2/art-20/>

Saavedra, P. y Salinas, D. (2017). *COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA ADHESIVA AL MICROCIZALLAMIENTO EN RESTAURACIONES INDIRECTAS DE DISILICATO DE*

LITIO UTILIZANDO 2 AGENTES CEMENTANTES ADHESIVOS: ESTUDIO IN VITRO.

(Tesis de Pregrado). Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

Salazar, C. y Quintana, M. (2016). Rehabilitación estética-funcional combinando coronas de disilicato de Litio en el sector anterior y coronas metal-cerámica en el sector posterior.

Revista Estomatológica Herediana, 26(2), 102-109. Recuperado de

<http://www.scielo.org.pe/pdf/reh/v26n2/a07v26n2.pdf>

Scheller, C. (2010). Basic guide to dental materials. Recuperado de

<https://books.google.com.pe/books?id=YSnQajssUSIC&printsec=frontcover&dq=Basic+guide+to+dental+materials&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwih4Oag1vPqAhVRU98KHaJQAo0QuwUwAHoECAEQCQ#v=onepage&q=Basic%20guide%20to%20dental%20materials&f=false>

Shillingburg, Hobo, Whitsett, Jacobi y Brackett, S. (2002). *Fundamentos esenciales en prótesis*

Fija. Barcelona, España: Quintessence S.L

Sosa, B. (2010). *Cementos resinosos*. (Tesis de pregrado) Universidad Peruana Cayetano

Heredia, Lima, Perú.

Sundfeld, D., Palialol, A., Fugolin, A., Ambrosano, G., Correr, L., Martins, L. y Pfeifer, C.

(2018). The effect of hydrofluoric acid and resin cement formulation on the bond strength to lithium disilicate ceramic. *Brazilian Oral research*, 32, e43. DOI: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0043.

Sundfeld, D., Naves, L., Costa, A., Correr, A., Consani, S., Borges, G. y Correr-Sobrinho, L.

(2015). The Effect of Hydrofluoric Acid Concentration on the Bond Strength and

- Morphology of the Surface and Interface of Glass Ceramics to a Resin Cement. *Operative Dentistry*, 40 (5), 470-479.
- Stangel, I., Nathanson, D. y Hsu, C. (1987). Shear Strength of the Composite Bond to Etched Porcelain. *Journal of Dental Research*, 66(9), 1460-1465. DOI: 10.1177/00220345870660091001
- Valdivia, S. (2016). *Resistencia a la fractura de la cerámica de disilicato de litio inyectada en coronas sobre dientes naturales*. (Tesis de pregrado). Universidad privada de Tacna. Lima, Perú.
- Vega del Barrio, J. (2005). Resistencia al cizallamiento de un sistema totalmente cerámico frente a siete sistemas ceramometalicos: estudio comparativo. *RCOE*, 10(5), 529-539. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2005000500003
- Venturini, A., Prochnow, C., Rambo, D., Gundel, A. y Valandro, L. (2015). Effect of Hydrofluoric Acid Concentration on Resin Adhesion to a Feldspathic Ceramic. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 17(4), 313-320. doi: 10.3290/j.jad.a34592.
- Veríssimo, A., Moura, D., Tribst, J., Araújo, A., Leite, F. y Souza, R. (2019). Effect of hydrofluoric acid concentration and etching time on resin-bond strength to different glass ceramics. *Brazilian Oral Research*, 33, e041. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0041>

Zarone, F., Ferrari, M., Guido, F., Leone, R. y Sorrentino, R. (2016). “Digitally Oriented Materials”: Focus on Lithium Disilicate Ceramics. *International Journal of Dentistry*, 2016, (1), 1-10. doi: 10.1155/2016/9840594

Zogheib, L., Bona, A., Kimpara, E. y McCabe, J. (2011). Effect of hydrofluoric acid etching duration on the roughness and flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. *Brazilian Dental Journal*, 22(1), 45-50. doi:10.1590/s0103-64402011000100008

IX. Anexos

Anexo 1: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Tabla 1: Análisis de normalidad de los datos

Pruebas de normalidad-Resistencia adhesiva			
Grupos	Shapiro-Wilk		p-valor
	Estadístico	gl	
Ácido fluorhídrico 5% por 60seg	.947	10	0.631*
Ácido fluorhídrico 5% por 20seg	.934	10	0.487*
Ácido fluorhídrico 10% por 60seg	.960	10	0.791*
Ácido fluorhídrico 10% por 20seg	.907	10	0.260*

**Normalidad de los datos $p > 0.05$ Fuente: Base de datos*

Se encontró que $p > 0,05$, existiendo entonces una distribución normal. Por el cual se decidió emplear la prueba paramétrica Anova para comparar medias.

Anexo 2: Confección, preparación y ejecución de las muestras



Calibración de patrones de cera



Calibración de patrones de cera



Patrones en cera



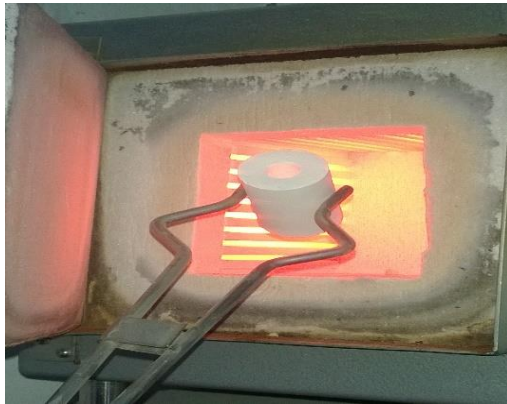
Patrones de cera en cilindro



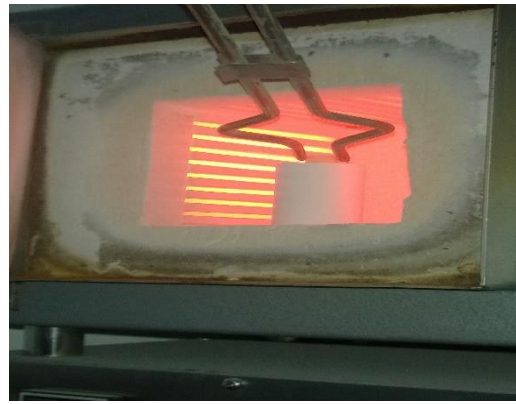
Cilindro de yeso refractario



Yeso refractario, pastillas e.max, cera calibrada #5 y cera para modelar



Eliminación de cera



Colocación de pastilla e.max



Inyección de disilicato



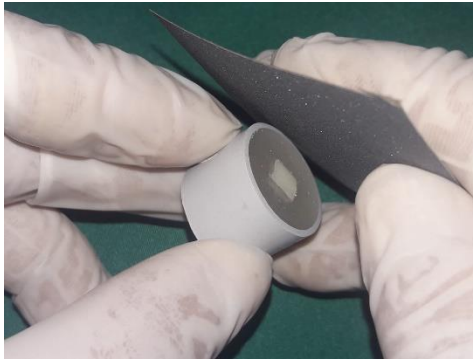
Patrones en disilicato de litio



Fijación y vaciado de las muestras



Acrílico polvo y líquido, platina, vaso dapen, espátula de cemento, pkt, pegamento y tubo de pvc.



Alisado de imperfecciones de la superficie



Lijas de carburo silicio grano 600,800,1000 y 1200



Limpieza con ultrasonido

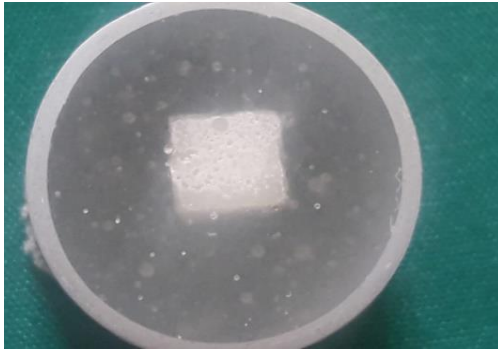
- Preparación de las muestras.



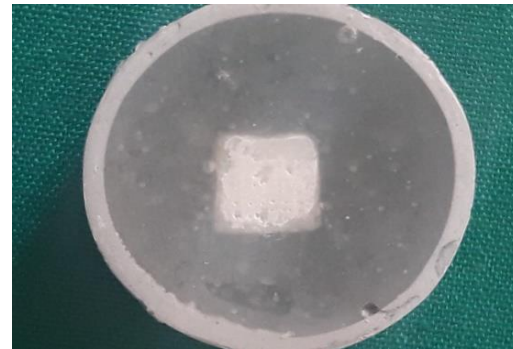
Acondicionamiento acido al 10%



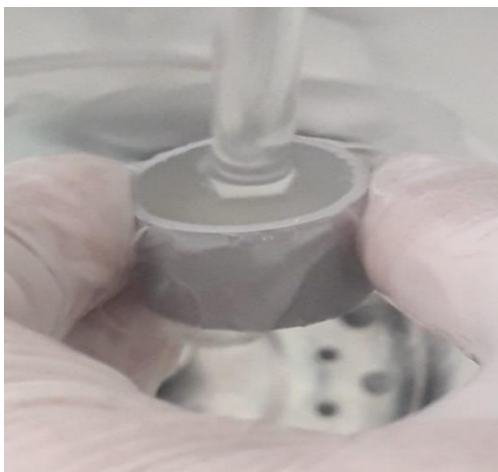
Acondicionamiento acido al 5%



Muestra acondicionada al 5%



Muestra acondicionada al 10%



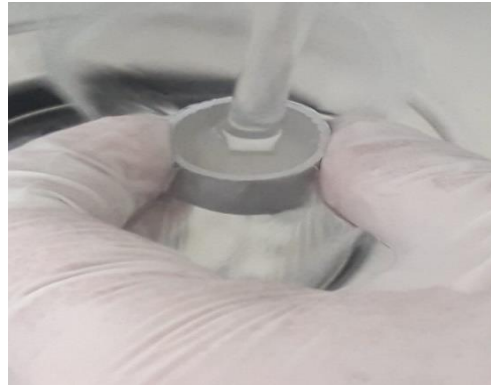
Lavado profuso por 60 segundos



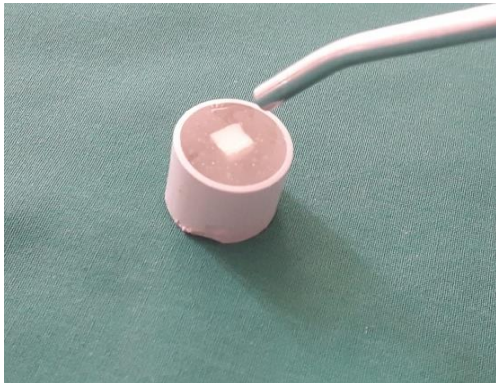
Secado con aire libre de contaminantes



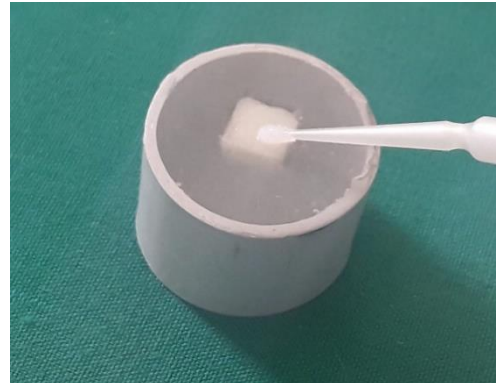
Aplicación de ácido Ortofosforico al 37%



Lavado profuso por 10 segundos



Secado con aire libre de contaminantes



Silanizacion de la muestra



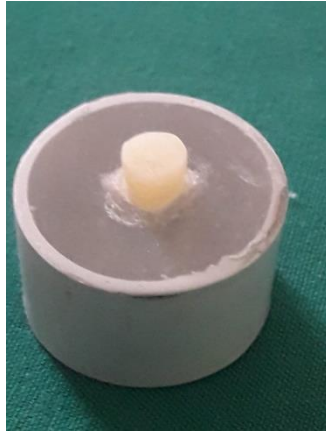
Cementación de la muestra



Remoción de excesos



Fotocurado por 40 segundos



Muestra cementada



Almacenaje por 24horas a 37°C

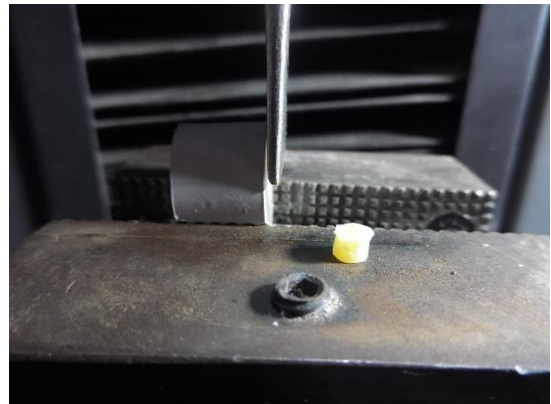


Lampara de fotocurado, ácido fluorhídrico al 5 y 10%,
silano, ácido ortofosforico al 37%, aplicador micro Bush,
guía de silicona, cemento dual

- **Ejecución de las muestras**



Test de resistencia al cizallamiento



Fallo de la muestra

Anexo 3: Ficha de recolección de datos

TECNICA	MUESTRA DE ESTUDIO:			
	RESISTENCIA ADHESIVA (Mpa)			
Grupo M: control (Acondicionamiento con ácido fluorhídrico al 5% por 20 segundos)	M ₁ :		M ₆ :	
	M ₂ :		M ₇ :	
	M ₃ :		M ₈ :	
	M ₄ :		M ₉ :	
	M ₅ :		M ₁₀ :	
Grupo N (Acondicionamiento con ácido fluorhídrico al 5% por 20 segundos)	M ₁ :		M ₆ :	
	M ₂ :		M ₇ :	
	M ₃ :		M ₈ :	
	M ₄ :		M ₉ :	
	M ₅ :		M ₁₀ :	
Grupo P (Acondicionamiento con ácido fluorhídrico al 10% por 20 segundos)	M ₁ :		M ₆ :	
	M ₂ :		M ₇ :	
	M ₃ :		M ₈ :	
	M ₄ :		M ₉ :	

	M5:		M10:	
<p style="text-align: center;">Grupo O</p> <p style="text-align: center;">(Acondicionamiento con ácido fluorhídrico al 10% por 60 segundos)</p>	M1:		M6:	
	M2:		M7:	
	M3:		M8:	
	M4:		M9:	
	M5:		M10:	

Anexo 4: Informe de laboratorio



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°	IE-141-2019	EDICION N° 2	Página 1 de 3
ENSAYO DE ADHERENCIA EN DISILICATO DE LITIO			
1. TESIS	" ANÁLISIS IN VITRO DE LA RESISTENCIA ADHESIVA DEL DISILICATO DE LITIO USANDO DIFERENTE CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE APLICACIÓN DE ÁCIDO FLUORHÍDRICO "		
2. DATOS DEL SOLITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	Luis Miguel Guevara Huamán		
DNI	46438239		
DIRECCIÓN	Av. Casanave 663 El Carmen		
DISTRITO	Comas		
3. EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Maquina digital de ensayos universales CMT- 5L		
MARCA	LG		
APROXIMACIÓN	0.001 N		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	05	Diciembre	2019
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
CANTIDAD	5 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras adheridas en disilicato de litio		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	N	
	Grupo 2	M	
	Grupo 3	O	
	Grupo 4	P	
	Grupo 5	C	
5. REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISION DE INFORME	06	Diciembre	2019

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm E-mail.: Robet.etmec@gmail.com

Anexo 5: Carta de presentación al HIGH TECHNOLOGY LABORATORY-HTL



Universidad Nacional
Federico Villarreal

FACULTAD DE
ODONTOLOGIA

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA AL CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 13 de setiembre de 2019

Ing.
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN
GERENTE
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY - HTL.
Presente .-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle al Bachiller **GUEVARA HUAMAN LUIS MIGUEL**, quien se encuentra realizando su trabajo de tesis titulada:

**ANÁLISIS IN VITRO DE LA RESISTENCIA ADHESIVA DEL DISILICATO DE LITIO
USANDO DIFERENTE CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE APLICACIÓN DE
ÁCIDO FLUORHÍDRICO**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso al Sr. Guevara para la recopilación de datos, lo que le permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,



Mg. MARTÍN GLICERIO ANANOS GUEVARA
DECANO



Mg. CARMEN ROSA HUAMANÍ PARRA
JEFE (e)
OFICINA DE GRADOS y GESTIÓN DEL EGRESADO

Se adjunta: Protocolo de Tesis

021-2019

CRHP/LVB

Calle San Marcos N° 351 - Pueblo Libre -
Correo electrónico: gradosytitulos@fo.unfv.edu.pe

Telef.: 7480888 - 8335

Anexo 6: ISO 9693-2: 2016. Ensayos de compatibilidad Parte 2: Sistemas de unión ceramocerámicas.

norma española

UNE-EN ISO 9693-2

Octubre 2016

TÍTULO	<p>Odontología</p> <p>Ensayos de compatibilidad</p> <p>Parte 2: sistemas de unión ceramocerámica</p> <p>(ISO 9693-2:2016)</p> <p><i>Dentistry. Compatibility testing. Part 2: Ceramic-ceramic systems (ISO 9693-2:2016).</i></p> <p><i>Médecine bucco-dentaire. Essais de compatibilité. Partie 2: Systèmes céramo-céramiques (ISO 9693-2:2016).</i></p>
CORRESPONDENCIA	<p>Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 9693-2:2016, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 9693-2:2016.</p>
OBSERVACIONES	<p>Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN ISO 9693:2001.</p>
ANTECEDENTES	<p>Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 106 <i>Odontología</i> cuya Secretaría desempeña FENIN.</p>

Índice

Prólogo	6
0 Introducción	7
1 Objeto y campo de aplicación	7
2 Normas para consulta	7
3 Términos y definiciones	7
4 Requisitos	8
4.1 Biocompatibilidad	8
4.2 Propiedades físicas	8
4.2.1 Generalidades	8
4.2.2 Expansión térmica	8
4.2.3 Ensayo de iniciación de desunión/formación de grietas (solamente para uniones de zirconia/porcelana)	8
4.2.4 Resistencia al choque térmico	8
5 Muestreo	8
5.1 Cerámica subestructural dental	8
5.2 Porcelana dental	8
6 Métodos de ensayo	8
6.1 Expansión térmica lineal	8
6.2 Temperatura de transición vítrea	9
6.3 Ensayo de iniciación de desunión/formación de grietas (sólo zirconia-porcelana)	9
6.3.1 Preparación de las muestras de ensayo	9
6.3.2 Determinación de la fuerza de fractura	9
6.3.3 Informe del ensayo	11
6.4 Ensayo de choque térmico	12
6.4.1 Generalidades	12
6.4.2 Ensayo térmico cíclico con intervalo de temperatura fijo	12
6.4.3 Ensayo térmico cíclico con intervalo de temperatura creciente	13
7 Informe del ensayo	13
Bibliografía	15

Anexo 7: ISO /TS 11405: 2015. Pruebas de adherencia a la estructura dentaria



Dentistry — Testing of
adhesion to tooth structure

Learned copy: University of Manchester Library, The University of Manchester Library, V

bsi.

...making excellence a habit.™

5.1.4.5 Storage of test specimens

Test specimens should be prepared at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and stored in water at $(37 \pm 2) ^\circ\text{C}$ prior to testing. Storage in water for 24 h is normally sufficient to discriminate between materials that may withstand a wet environment and those that may not. Thermocycling between $5 ^\circ\text{C}$ and $55 ^\circ\text{C}$ may be used as an accelerated ageing test. Longer periods of water storage may be necessary to show durability of the bond. Simple water storage has been found to mimic clinically observed restoration degradation.^[24]

The recommended procedures are the following:

- test type 1: short-term test after 24 h in water at $37 ^\circ\text{C}$;
 - test type 2: thermocycling test comprising 500 cycles in water between $5 ^\circ\text{C}$ and $55 ^\circ\text{C}$ starting after (20 – 24) h storage in water at $37 ^\circ\text{C}$;
- The exposure to each bath should be at least 20 s and the transfer time between baths should be (5 – 10) s.
- test type 3: long term test after six months storage in water at $37 ^\circ\text{C}$ (medium changed every seven days to avoid contamination).

The specimens should be tested for bond strength immediately after removal from water.

5.1.4.6 Tensile loading

Perform the test at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(50 \pm 10) \% \text{RH}$. Mount the tensile test specimen in the testing apparatus. Do not apply any bending or rotational forces to the adhesive material during mounting. Apply the tensile load as described in 5.1.4.7.

5.1.4.7 Strain rate for bond breakage

The standard strain rate for testing a bonded specimen is recommended to be $(0,75 \pm 0,30) \text{ mm/min}$ crosshead speed or a loading rate of $(50 \pm 2) \text{ N/min}$.

NOTE The stiffness of the various testing machines and bond assemblies varies widely and hence, loading rate is more meaningful than crosshead speed.

5.2 Gap measurement test for adhesion to dentine

5.2.1 General

The gap measurement test is another approach that may demonstrate the efficacy of an adhesive material that is intended to bond a filling material to dentine.^{[21],[6]} This type of test involves the laboratory preparation of a tooth cavity and its subsequent filling by the test material or combination of materials. The resulting "restoration" and tooth are sectioned or ground to reveal the cavity wall/restoration interface.

If the filling has been placed correctly, the principal reason for the formation of a gap or gaps around it is the polymerization shrinkage of the restorative material system. The dentine-bonding agent is intended to withstand the forces of this shrinkage and, if it is totally effective, no gap will be formed.

If the bond is partially effective at withstanding the forces, some of the polymerization shrinkage will be manifested by external dimensional changes before the interface breaks down. Therefore, a small gap will demonstrate a more effective agent compared to the one associated with a large gap. The test may be used to evaluate the effectiveness of the adhesive at various times after completion of the restoration.

It is important that if a particular bonding agent is recommended for a specific restorative material, then this particular combination should be tested. The test is technique sensitive and the tester needs good training in handling and application of all the materials used in the procedure as well as being proficient at dental cavity preparation.^[21]

Anexo 8: Matriz de consistencia

“Análisis in vitro de la resistencia adhesiva del disilicato de litio usando diferente concentración y tiempo de aplicación de ácido fluorhídrico”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Instrumento	Diseño	Análisis Descriptivo
¿Cuál será la resistencia adhesiva de la cerámica de disilicato de litio al acondicionarla con ácido fluorhídrico a distinta concentración y tiempo de aplicación?	<p>General</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la resistencia adhesiva del disilicato de litio usando diferente concentración y tiempo de aplicación de ácido fluorhídrico. <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 5% a los 20 y 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso. • Determinar la resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo con ácido fluorhídrico al 10% a los 20 y 60 segundos sobre la adhesión utilizando un 	Dado que la concentración y tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico al 5% genera un buen acondicionamiento de la superficie cerámica es probable que a mayor concentración y tiempo de aplicación con ácido fluorhídrico al 10% exista mayor resistencia adhesiva que la en la superficie del disilicato de litio sobre un cemento resinoso.	<p>Variable</p> <p>Resistencia adhesiva</p> <p>Indicador</p> <p>Fuerza sobre área</p>	Maquina digital de ensayos universales CMT-5L	<p>Tipo de estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Prospectivo ✓ Transversal ✓ Comparativo ✓ Experimental 	<p>Descriptiva:</p> <p>Se emplearon medidas de tendencia central y de dispersión de la resistencia al cizallamiento de los diferentes grupos presentados en tablas y figuras.</p> <p>Inferencial:</p> <p>Para la obtención del contraste de hipótesis planteadas se empleó la prueba de test post Anova HSD de tukey, debida a que las mediciones se usaban de dos a mas grupos de estudio.</p>

cemento
resinoso.

- Comparar el promedio de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo o con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 20 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.
- Comparar el promedio de resistencia adhesiva del disilicato de litio al acondicionarlo o con ácido fluorhídrico al 5% y 10% a los 60 segundos sobre la adhesión utilizando un cemento resinoso.
- Comparar el promedio de resistencia adhesiva entre todos los grupos de estudio.