



Strength of lithium disilicate ceramics bonded with two different adhesives

Resistencia de cerámicas de disilicato de litio adheridas con dos adhesivos diferentes

KARLLA ELIZABETH PEZO-VARGAS¹, JOYCE MARIANA SALINAS-FRANCIA², JOHN ALEXIS DOMINGUEZ³

¹ Estudiante de pregrado. Facultad de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.  0000-0001-8916-9926

² Estudiante de pregrado. Facultad de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.  0000-0003-4724-4961

³ PhD en Dentística Restauradora. Docente, Departamento de Odontología Social, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.  0000-0002-8214-6171

ABSTRACT

Introduction: lithium disilicate ceramics are an excellent choice in rehabilitation, made with the technique of injection or machining. The aim of this study was to evaluate the influence of two adhesive systems on the values of binding resistance in injected and machined lithium disilicate ceramics. **Methods:** lithium disilicate disks, IPS e. were used Max CAD (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Swiss), 10mm in diameter and 1mm in thickness embedded in PVC tubes. Was distributed in 4 working groups, 2 in injected lithium ceramics and 2 in machined, Palfique Bond and Tetric N-bond Universal adhesives were applied according to the group distribution, then photopolymerized for 10 seconds with led light bulb, Tygon® tubes were placed for filling with fluid resin; once the Tygon® tubes were removed. The samples were taken to a universal testing machine where the micro-spraying test was performed. **Results:** the most significant binding resistance values were found in lithium disilicate ceramics adhered with the Palfique Bond and Tetric Bond adhesive having a significant difference ($p= 0,001$), the bond strength values of the Palfique Bond and Tetric Bond adhesive in injected ceramic did not differ significantly. **Conclusion:** machined lithium disilicate ceramics have better values of binding resistance to micro-spraying.

Keywords: adhesives, ceramics, tensile strength

Resumen

Introducción: la cerámica de disilicato de litio es una excelente opción en rehabilitación, confeccionado con la técnica de inyección o maquinadas. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de dos sistemas adhesivos sobre los valores de resistencia de unión en cerámicas de disilicato de litio inyectado y maquinado. **Métodos:** se utilizó discos de disilicato de litio, IPS e. Max CAD (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Swiss), de 10mm de diámetro y 1mm de espesor embebidos en tubos de PVC. Se distribuyó en 4 grupos de trabajo, 2 en cerámica de litio inyectadas y 2 en maquinada, se aplicaron los adhesivos Palfique Bond y Tetric N-bond Universal según la distribución de grupos, luego se fotopolimerizó durante 10 segundos con lámpara luz led, se colocaron los tubos Tygon® para el relleno con resina fluida; una vez retirado los tubos Tygon®, se llevaron las muestras a una máquina de ensayo universal donde se realizó la prueba de micro cizallamiento. **Resultados:** los valores de resistencia de unión más significativos fueron encontrados en las cerámicas de disilicato de litio adherida con el adhesivo Palfique Bond y Tetric Bond teniendo una diferencia significativa ($p= 0.001$), los valores de resistencia de unión del adhesivo Palfique Bond y Tetric Bond en cerámica inyectada no tuvieron diferencia significativa. **Conclusión:** las cerámicas de disilicato de litio maquinadas presentan mejores valores de resistencia de unión al micro cizallamiento.

Palabras claves: adhesivos, cerámica, resistencia a la tracción

Recibido: marzo 10/2022 – Aceptado: octubre 11/2022



Cómo citar este artículo: Pezo-Vargas KE, Salinas-Francia JM, Dominguez JA. Strength of lithium disilicate ceramics bonded with two different adhesives. Rev Fac Odontol Univ Antioq. 2022; 34(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v34n2a2>

INTRODUCCIÓN

La incorporación de cerámicas a la odontología contemporánea surge con el propósito de realizar tratamientos restauradores con énfasis en la estética¹ ya que las cerámicas dentales son conocidas por dientes naturales². En la actualidad existe un sistema que clasifica los materiales cerámicos el cual ayuda a determinar cómo usar cada material, permite conocer las indicaciones clínicas, el tipo de procesamiento, microestructura, resistencia y desgaste³.

Por un lado, existe la zirconia que es una cerámica policristalina, es decir que no tiene base de vidrio; esta cerámica es la más utilizada por sus altas propiedades mecánicas, siendo una de las más importantes su resistencia a la flexión que oscila entre 800 y 1500 Mpa, lo que supera a las cerámicas a base de vidrio⁴. Por otro lado, las cerámicas de disilicato de litio también son una excelente opción en rehabilitación; pertenecen al grupo de cerámicas altamente cargadas de vidrio, entre 45 y 70%, con partículas cristalinas que le brindan beneficios estéticos, de durabilidad y resistencia para restauraciones anatómicas completas.^{5,6} Su resistencia a la flexión oscila entre 300 y 500 Mpa, valor menor a la zirconia, pero con la ventaja de que son menos opacas y más translúcidas⁴. Este estudio se centró y trabajó en cerámicas de disilicato de litio.

Las cerámicas de disilicato de litio pueden estar confeccionadas mediante la técnica de inyección en donde se funde un lingote o pastilla y es inyectado a presión trabajada a altas temperaturas; en cuanto al otro método de confección, se cuenta con la tecnología CAD/CAM/CAI maquinadas (diseño y manufactura asistido por computadora), la cual resulta de tres fases: digitalización, diseño y maquinado, que consiste en la confección mediante un robot que talla o maquina con fresas los materiales, brindando mayor precisión y menor tiempo de producción⁷. No existen comparaciones entre las dos técnicas de confección del disilicato de litio sobre sus valores de resistencia de unión.

En la actualidad las cerámicas de disilicato de litio son una de las más utilizadas dentro del grupo de las tecnologías CAD/CAM en odontología.⁸ En cuanto a la técnica de cementación Cruz y Delgado concluyeron que el tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico, su concentración y tiempo de uso, juega un papel importante para los valores de resistencia de unión, ya que crea rugosidad en la superficie al disolver parte de la matriz de vidrio; el silano ayuda a promover enlaces químicos creando mejores valores de resistencia de unión, en comparación con otros procesos.⁸

Después de la aplicación de ácido fluorhídrico y silano, se puede aplicar una capa de adhesivo, ya sea el autograbado o los convencionales⁹, y estos están clasificados dependiendo de la aplicación del ácido. En el 2009, varias casas comerciales empezaron a elaborar adhesivos, con el intuito de disminuir los pasos clínicos, de esta manera surgieron los adhesivos Universales,^{10,11,12} los cuales presentaban, entre su composición, monómeros denominados funcionales, como el MDP, o el 3DS3, con diferentes posibilidades de acción en la adhesión. Es por eso por lo que el grupo de trabajo busca evaluar la influencia de dos sistemas adhesivos sobre los valores de resistencia de unión en cerámicas de disilicato de litio, inyectada y maquinada.

MÉTODOS

El trabajo fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, con resolución CAREG-ORVEI-105-19. El diseño del estudio fue experimental *in vitro*, y la muestra corresponde a los discos de disilicato de litio IPS e. Max CAD (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein,

Swiss), de 10 mm de diámetro y 1 mm de espesor. Los adhesivos utilizados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Adhesivos utilizados en el estudio

Tipo	Nombre comercial	Fabricante	Composición	
Adhesivos	Convencional 2 pasos	Palfique Bond	Tokuyama-dental	3DSR, ácido fosfórico, di(2-hidroxipropoxi) dimetacrilato de bisfenol A (bis-GMA), trietilen-glicoldimetacrilato (TEGDMA), 2-hidroxi-etil-metacrilato (HEMA), canforoquinona, alcohol y agua purificada
	Universal	Tetric N- bond Universal	Ivoclar Vivadent	MDP, Metacrilato de 2-hidroxietilo, bis-GMA, etanol, 1,10-decandioldimethacrilato, éster de ácido fosfórico metacrilatado, camphorquinone, metacrilato de 2-dimetilaminoetilo

Fuente: por los autores

Preparación de la muestra

Para la preparación de los especímenes se cortaron discos de cerámica de 10 mm de diámetro por 1mm de espesor, los cuales se sinterizaron según las indicaciones del fabricante. Los discos se pulieron con lijas de granulación 600, 800 y 1000 que, luego del pulido de cada disco de cerámica, se sumergieron en tubos de PVC fijados con resina acrílica, dejando expuesta una de las superficies del disco.

Tratamiento de superficie

Se realizó el grabado con ácido fluorhídrico al 10% (FGM, Joinville SC, Brasil) por 20 segundos; se lavó con agua por 30 segundos, se secó y se le aplicó una capa de silano, Silane (Ultradent, Utah, E.E.U.U.) con microbrush, manteniendo el contacto con la superficie por 60 segundos.

Grupos experimentales

Una vez realizados los pasos anteriores, los discos se dividieron en 4 grupos de 5 discos cada uno, según el adhesivo:

Grupo 1. Cerámicas inyectadas: se aplicó con microbrush el adhesivo Tetric N-Bond Universal (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein)

Grupo 2. Cerámicas maquinadas: se aplicó con microbrush el adhesivo Palfique Bond (Tokuyama dental, Taitou-ku, Japón); en cada grupo se fotopolimerizó por 20 segundos con lámpara luz Led VALO (ultradent, Utah, USA)

Grupo 3. Cerámicas inyectadas con aplicación de adhesivo Palfique Bond (Tokuyama dental, Taitou-ku, Japón)

Grupo 4. Cerámicas maquinadas: se aplicó el adhesivo Tetric N-Bond Universal (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein), se realizó el mismo procedimiento en cada grupo y se fotopolimerizó por 20 segundos con lámpara luz Led VALO (ultradent, Utah, USA).

Adhesión de Tygon®

Luego de la preparación de la superficie de los discos, se cortaron tubos Tygon® de 0.8 mm de diámetro y 2 mm de largo, posterior a esto, por medio de una punta de aplicación, se infiltra la resina fluida Fusión Flo (Prevest DenPro, Bari Brahmna, India) en el espacio interno del Tygon®. El proceso se realizó sobre una loseta de vidrio con una leve presión para condensar y evitar burbujas para llevarlo a la superficie de cerámica. Se colocaron 5 Tygons® sobre cada disco de cerámica de disilicato de litio, con una distancia mínima de 2 mm entre cada uno, después se fotopolimerizó durante 20 segundos con Valo (Ultradent Products, Utah, E.E.U.U.), luego los tubos Tygon® se cortaron con bisturí N°15 y fueron retirados con cuidado.

Microcizallamiento

Para la prueba de resistencia de unión al microcizallamiento, los tubos de PVC se acoplaron a la máquina de ensayo universal (Odeme, São Francisco, Brasil) y se aplicó una fuerza con una célula de carga de 500 N, en 0.75 mm/seg, a través de un alambre de ortodoncia de 7". Se realizó este procedimiento en cada muestra hasta conseguir la fractura de la interfaz adhesiva entre la cerámica y la resina fluida. Los valores expresados se registraron en MPa.

Análisis

Los datos arrojados, luego de la prueba de microcizallamiento, se agruparon en una tabla de Excel y se realizó una evaluación de normalidad D' Agostino, después se realizó una prueba de ANOVA de dos factores y la de pos-test Tukey.

RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan los resultados de los valores de resistencia de unión al microcizallamiento (Mpa) en cerámica de disilicato de litio inyectadas y maquinadas aplicando dos adhesivos descritos en la tabla 1. Los valores de resistencia en la unión del adhesivo Tetric N-Bond Universal (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) en cerámica inyectada fueron 7.14 ± 2.59 , y para el aplicado en una cerámica de disilicato de litio maquinada se obtuvo 14.99 ± 4.33 Mpa, encontrándose una diferencia significativa ($p= 0.001$). Los valores de resistencia de unión del adhesivo Palfique Bond (Tokuyama dental, Taitou-ku, Japón) en cerámica inyectada fueron 8.43 ± 3.33 en comparación con la aplicación en una cerámica de disilicato de litio maquinada donde se obtuvo 12.73 ± 6.69 Mpa, encontrándose una diferencia significativa ($p= 0.001$). Los valores de

resistencia de unión del adhesivo Palfique Bond y Tetric N-Bond Universal en cerámica inyectada no tienen diferencia significativa.

Tabla 2. Media y desviación estándar de valores de resistencia de unión Mpa de la aplicación de dos adhesivos en cerámicas de disilicato de litio, inyectada y maquinada

Adhesivo	Disilicato de litio	
	Inyectado	Maquinado
Tetric N-bond Universal	7.14 ± 2.59 Ab	14.99 ± 4.33 Aa
Palfique bond	8.43 ± 3.33 Ab	12.73 ± 3.69 Aa

Las letras mayúsculas denotan diferencia significativa de forma vertical; las letras minúsculas denotan diferencia significativa de forma horizontal

Fuente: por los autores

DISCUSIÓN

Basada en su composición, las cerámicas se pueden clasificar de la siguiente manera: materiales cerámicos inorgánicos no metálicos que contienen fase vítrea, materiales cerámicos inorgánicos no metálicos que no contienen fase vítrea y matrices poliméricas que contienen compuestos refractarios predominantes inorgánicos. Las cerámicas de disilicato de litio se encuentran en el grupo con fase vítrea, que a su vez se divide en feldespáticas, sintéticas y las infiltradas en vidrio, y de estas últimas el disilicato de litio se encuentra en el grupo de cerámicas sintéticas³.

Conseguir una buena unión adhesiva entre el material de cementación y la cerámica es un paso fundamental para obtener buenos resultados a corto y largo plazo. Las cerámicas vítreas deben pasar por un proceso de tratamiento de superficie previo, para poder generar microporos que incremente la retención¹³. En el caso del disilicato de litio, que contiene una fase vítrea, al tratarlo con ácido fluorhídrico este disuelve la matriz vítrea, lo que resulta en una superficie con mayor porosidad e irregularidad, que facilita la penetración y adhesión de los materiales al momento de realizar la cementación¹³. Adicional al acondicionamiento con el ácido fluorhídrico, la superficie cerámica es sometida a un nuevo paso indispensable para el proceso de unión; Cruz y Delgado sostienen que el grabado con ácido fluorhídrico y silano continúa siendo el método con mayores valores de resistencia de unión y confiabilidad. Por otro lado, Yao et al, examinaron el rendimiento del silano en adhesivos universales e investigaron si es necesario adicionar el silano cuando se busca promover la unión vitrocerámica, concluyendo que los valores de resistencia de unión al microcizallamiento entre los adhesivos universales, con y sin silano, no tuvieron diferencia significativa, pero que los resultados en los grupos tratados con silano tuvieron valores más altos, demostrando así que el silano juega un papel positivo en los valores de resistencia de unión a las superficies^{8,14}. En esta investigación se han usado dos adhesivos (tabla 1), Palfique Bond y Tetric N-Bond Universal, que se aplicaron a cada uno en 2 grupos respectivamente, tanto en el grupo de cerámicas inyectadas como en cerámicas maquinadas.

Ambos adhesivos presentan monómeros funcionales en su composición, el primero con 3DSR y el segundo con MDP. La diferencia en estos monómeros funcionales radica a nivel estructural, el

3DSR forma una red tridimensional, mientras que el MDP forma nano capas autoensabladas en una sola dimensión. En este estudio in vitro los valores de resistencia de unión del adhesivo Palfique Bond y Tetric N-Bond Universal son muy similares, la mayor diferencia se encuentra al momento de comparar los tipos de confección de cerámicas de disilicato de litio (Inyectada y Maquinada) donde sí se encontró diferencia significativa en las pruebas de microcizamiento¹⁵.

La cerámica de disilicato de litio ($\text{Li}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$) consta de una fase cristalina con un volumen de 60% con cristales alargados densamente de gran tamaño después del prensado, está compuesta fundamentalmente de cuarzo 57-80%, disilicato de lito K (11-19%), alúmina Al_2O_3 (0-5%), obteniendo una resistencia a la flexión de 320–450 MPa, teniendo como ventaja gran biocompatibilidad, estética alta, resistencia y durabilidad.⁷ Las cerámicas prensadas e inyectadas son un sistema de restauración de cerámica sin estructura metálica, se realiza mediante un proceso donde se incluyen pastillas de cerámica de vidrio de disilicato de litio y pastillas cerámica de vidrio de fluorapatita. Se funden las pastillas y pasan a ser inyectadas a presión dentro de una cámara de inyección, obteniendo biocompatibilidad y funcionalidad.^{7, 16}

Las cerámicas maquinadas una vez fresadas, se realiza un proceso térmico llamado cristalización, este proceso genera la transformación de la estructura para convertirse en disilicato de litio, dejando los cristales de metasilicato de litio de $0,2\mu\text{m}$ de largo a $0,8\mu\text{m}$ diámetro, donde los cristales parecen estar alineados y son más densos^{7,17,18,19} teniendo una gran diferencia con respecto a las maquinadas, lo que puede tener una influencia en los valores de resistencia de unión.¹⁷

El objetivo de este trabajo era observar la influencia de los adhesivos y la técnica de confección del disilicato de litio sobre los valores de resistencia de unión, encontrándose en los resultados con que la variable técnica de confección presenta una gran incidencia en los resultados, así, es importante por medio de otras metodologías, como microscopía electrónica de barrido, observar la posición de los componentes del disilicato de litio en ambas técnicas de confección. También con esta misma metodología, se puede observar la interrelación entre la interfaz adhesiva y la superficie de cerámica. El grupo de trabajo seguirá con sus observaciones.¹⁷

CONCLUSIÓN

Las cerámicas de disilicato de litio maquinadas presentan mejores valores de resistencia de unión cuando se aplican adhesivos universales sin silano.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

AUTOR DE CORRESPONDENCIA

John Alexis Domínguez

johnalexis.dominguez@gmail.com

Av. Honorio Delgado 430, San Martín de Porres 15102

(+51) 949725704

Universidad Peruana Cayetano Heredia

Lima, Perú

REFERENCIAS

1. Poss S. The rapid evolution of restorative dentistry. *Dent Econ.* 2013; 103(3): 58-60.
2. Figueroa RI, Cruz FG, de Carvalho RF, Leite FPP, Chaves MGAM. Rehabilitación de los dientes anteriores con el sistema cerámico disilicato de litio. *Int J Odont.* 2014; 8(3): 469-74. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2014000300023>
3. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont.* 2015; 28(3): 227-35. DOI: <https://doi.org/10.11607/ijp.4244>
4. Warreth A, Elkareimi Y. All-ceramic restorations: a review of the literature. *Saudi Dent J.* 2020; 32(8): 365-72. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2020.05004>
5. Salazar-López C, Quintana-del Solar M. Rehabilitación estética-funcional combinando coronas de disilicato de Litio en el sector anterior y coronas metal-cerámica en el sector posterior. *Rev Estomatol Herediana.* 2016; 26(2): 102-09. DOI: <http://dx.doi.org/10.20453/reh.v26i2.2872>
6. Kwon SJ, Lawson NC, McLaren EE, Nejat AH, Burgess JO. Comparison of the mechanical properties of translucent zirconia and lithium disilicate. *J Prosthet Dent.* 2018; 120(1): 132-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.08.004>
7. 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(2).
8. González ACC, Mejía ED. Alternatives of surface treatments for adhesion of lithium disilicate ceramics. *Rev Cubana Estomatol.* 2018; 55(1): 59-72.
9. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials.* 2007; 28(26): 3757-85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2007.04.044>
10. Mandri MN, Aguirre AGB, Zamudio ME. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. *Odontoestomatología.* 2015; 17(26): 50-6.
11. Lung CYK, Matinlinna JP. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: an overview. *Dent Mater.* 2012; 28(5): 467-77. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.02.009>
12. Tian T, Tsoi JKH, Matinlinna JP, Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dent Mater.* 2014; 30(7): 147-62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.01.017>
13. Zamorano Pino X, Aránguiz VV, Juliá VP, Pino CS. Micromorfología superficial de 2 cerámicas grabables tratadas con diferentes ácidos. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral.* 2016; 9(1): 30-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.piro.2015.09.007>

14. Yao C, Zhou L, Yang H, Wang Y, Sun H, Guo J et al. Effect of silane pretreatment on the immediate bonding of universal adhesives to computer-aided design/computer-aided manufacturing lithium disilicate glass ceramics. *Eur J Oral Sci.* 2017; 125(2): 173-80. DOI: <https://doi.org/10.1111/eos.12340>
15. Moncada G, García Fonseca R, de Oliveira OB, Fernández E, Martín J, Vildósola P. Rol del 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado en el cambio de paradigma de los sistemas adhesivos integrados en la dentina. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral.* 2014; 7(3): 194-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.piro.2014.09.008>
16. Álvarez-Fernández MA, Peña -López JM, González-González IR, Olay-García MS. Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. *RCOE.* 2003; 8(5): 525-46.
17. Caparoso Pérez C, Duque Vargas JA. Cerámicas y sistemas para restauraciones CAD-CAM: una revisión. *Rev Fac Odontol Univ Antioq.* 2010; 22(1): 88-108.
18. Willard A, Chu TMG. The Science and application of IPS e.Max dental ceramic. *Kaohsiung J Med Sci.* 2018; 34(4): 238-42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.012>
19. Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part I. Pressable and alumina glass-infiltrated ceramics. *Dent Mater.* 2004; 20(5): 441-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2003.05.003>