

# INFLUENCIA DEL ARENADO SOBRE LA RESISTENCIA ADHESIVA DE UN POLÍMERO CON NANORELLENO CERÁMICO PARA CAD-CAM

## Influence of sandblasting on the bond strength of a ceramic nanofilled polymer for CAD CAM

Gisella Quiroz Cevallos<sup>1</sup>, Lesly Chacón Flores<sup>1</sup>, Karen Guevara Guamán<sup>1</sup>, Michelle Celi Gonzaga<sup>1</sup>, Paola Cangas Bedoya<sup>1</sup>, Valeria Quinapallo López<sup>1</sup>, Marcelo Cascante-Calderón<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Estudiante de la carrera de Odontología. Universidad Central del Ecuador

<sup>2</sup>PhD. Docente a tiempo completo, Departamento de Clínica Integral de La Facultad de Odontología. Universidad Central del Ecuador.

\*mcascante@uce.edu.ec

### Resumen

Fabricantes de materiales restauradores están ofreciendo cada vez con más frecuencia nuevos productos que aseguran son mejores que los que tenemos hoy en día. Para que un material tenga éxito en la boca, debe poder cementarse de una manera confiable y duradera. **Objetivos:** medir la resistencia adhesiva de un cemento resinoso sobre un composite para CAD CAM, después de haber sido arenado. **Materiales y métodos:** bloques de Brava Block para CAD CAM fueron sometidos al siguiente tratamiento de superficie: arenado, silano, adhesivo universal y un cemento resinoso. El grupo control no fue arenado. El GI fue cementado inmediatamente después de ser arenado. En los demás grupos se decidió esperar 24, 48 y 72 horas para la cementación. Los especímenes fueron ensayados al microcizamiento tanto inmediatamente como después de ser envejecidos. Los datos fueron analizados por medio de un Anova y un post hoc de Tukey. Toda la estadística fue realizada con un valor  $p=0,05$ . **Resultados:** Los más altos valores de adhesión fueron reportados por el grupo GI tanto inmediatamente como cuando fue envejecido ( $48,54 \pm 8,23$ ;  $27,85 \pm 4,87$ ). En tanto que la fuerza de unión fue disminuyendo conforme se retardó más tiempo de la cementación después de arenar, grupo 24DA ( $44,26 \pm 7,01$ ), 48DA ( $40,98 \pm 7,11$ ), 72DA ( $38,89 \pm 6,63$ ). El grupo control que no fue arenado tuvo los peores valores ( $24,57 \pm 4,58$ ). **Conclusiones:** Cementar inmediatamente después de arenar mejora los valores de fuerza de unión de un polímero para CAD CAM.

**Palabras clave:** Polímeros, Silanos, Arenado, Resistencia Flexional, Dureza, CAD-CAM.

### Abstract

As of today, we hear manufacturers of restorative materials increasingly offer new products that they assure and recommend that the best of the best, they claim that these are better than the ones we have today. However, for a material to be a success in the mouth, it must and has to be able to be cemented and bonded in a reliable and durable way. **Aim:** Measure the adhesive bond strength of a resinous cement on a CAD CAM composite after having been sandblasted. **Material and methods:** "Brava Block" blocks for CAD CAM were subjected to the following surface treatment: Sandblasting, Silane, Universal Adhesive, Resinous cement. The "Control Group" was not sandblasted. The GI was cemented immediately after being sandblasted. Meanwhile in the other groups, it was decided to wait for 24, 48 and 72 hours to proceed with the cementation. The specimens were tested for microshear both immediately and after aging. The data gathered was analyzed through an Anova and Post Hoc Tukey test. **Results:** The highest adhesion values were reported by the "GI Group" both immediately and while aging ( $48, 54 \pm 8, 23$ ;  $27, 85 \pm 4, 87$ ). Observing that the bonding strength started decreasing as more time for the cementation was delayed after sandblasting, group 24DA ( $44.26 \pm 7.01$ ), 48DA ( $40.98 \pm 7.11$ ) and 72DA ( $38.89 \pm 6.63$ ). The control group that was not sandblasted had the worst results, its values were ( $24.57 \pm 4.58$ ). **Conclusions:** Cementing immediately after sandblasting is a process that improves the bonding strength values of a polymer for CAD CAM.

**Key words:** Polymers, Silanes, Sandblasting, Flexural Strength, Hardness, CAD-CAM.

## 1 Introducción

A pesar de los indudables avances que han experimentado los materiales dentales restauradores, todavía no se encuentra el ideal. Las resinas tradicionales a base de Bis-GMA (Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato), TEGDMA (Trietilen glicol dimetacrilato) y el UDMA (Dimetacrilato de uretano), han sido utilizadas durante muchas décadas para reemplazar a la amalgama por su estética, sin embargo, la contracción de polimerización y el desgaste siguen siendo un problema.<sup>1</sup> Por otro lado, las cerámicas vítreas y cristalinas son muy rígidas y no son capaces de absorber y disipar las fuerzas de la masticación, como lo hace la dentina, exponiéndolas a fracturas catastróficas, además de ser todavía muy costosas. Por todo ello, muchos fabricantes están ofreciendo materiales que se han dado en llamar bloques resinosos nanocompuestos, o también HPP del inglés High Performance Polymer,<sup>2</sup> que han reemplazado a los antiguos cerómeros que ya no se fabrican más. Estos polímeros HPP ya no presentan el problema de la contracción de polimerización debido a que vienen prepolimerizados de fábrica. Están compuestos de polimetil metacrilato (PMMA) en un 80 % más un relleno inorgánico, que puede ser: nanopartículas de sílice y vitrocerámicas rodeadas de un 20 de una matriz resinosa (BISGMA y UDMA).<sup>3,4</sup>

Entre algunos nombres comerciales de ellos podemos mencionar a: Cerasmart (GC corp.), Brillant Crios (Coltene), Kata Avencia (Kuraray Noritake Dental INC.) y Brava Block (FGM), todos ellos disponibles para CAD CAM.<sup>5</sup> Los fabricantes de estos HPP los prepolimerizan a altas temperaturas y presiones,<sup>4</sup> con el objeto de mejorar sus propiedades físicas, razón por la cual están indicados para coronas, carillas e incrustaciones tipo inlays, en premolares, así como coronas provisionales de largo plazo.<sup>6</sup>

Dentro de sus propiedades mecánicas destacan su resistencia a la flexión de entre 14 a 16 GPa, muy similar al de la dentina<sup>5</sup> que es de 16 a 20 GPa.<sup>7</sup> Así como una resistencia a la fractura de 200 MPa<sup>2</sup> lo que los harían ideales para ser usados en el sector anterior. Su valor de dureza Knoop de 40 lo hace menos duro que el esmalte (344)<sup>8</sup> y por lo tanto no podría causar desgastes a los antagonistas.

Más allá de estas propiedades importantes, se necesitan también tener buenas propiedades adhesivas, pues el éxito de una restauración en la boca depende de su capacidad de unirse perfectamente a un cemento resinoso.<sup>9</sup>

Al ser prepolimerizado a altas temperaturas existe la preocupación de que no tenga suficientes monómeros residuales libres con los cuales podrían reaccionar a los monómeros del cemento resinoso. Razón por la cual investigadores aconsejan arenar la pieza antes de cementarla.<sup>5,9</sup> A pesar de ser un paso muy importante muchos clínicos delegan al arenado a su técnico dental, quien podría demorar unos días antes de devolver la pieza tratada, lo cual podría disminuir la resistencia adhesiva (RA) por contaminación de la superficie. El propósito de este estudio fue examinar el efecto que produce

el tiempo transcurrido entre el arenado y la cementación de una pieza de Brava Block. La hipótesis nula fue que no existe diferencia de la RA del Brava Block cuando ha sido arenado y su procedimiento adhesivo ha sido realizado inmediatamente, a las 24, 48 y 72 horas después.

## 2 Materiales y métodos

Los materiales utilizados en nuestra investigación están descritos en la tabla 1. Se utilizaron 5 bloques de Brava Block (FGM) que fueron seccionados en 50 láminas de 14x14x1mm con una máquina de corte usando un disco de diamante bajo irrigación continua, en total se formaron 5 grupos de n=10 y se pulió la superficie que iba a ser adherida, con un motor rotatorio eléctrico, con papel de lija de grano fino 600, 1000 y 1200 cada uno durante 3 minutos, en ese orden. Se elaboraron 200 microtubos de resina convencional (Z100, 3M ESPE, USA) de 0,8mm de diámetro interno y 5 mm de altura, para lo cual se utilizó un tubo tygon (Tygon Saint-Gobain, USA). Todos los grupos fueron arenados (excepto el grupo control) con un arenador de consultorio (Bio Art Jato. Sao Paulo. Brasil) durante 20s con movimientos circulares, con partículas de 50  $\mu\text{m}$  de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , (arena Cobra, Renfert, GmbH, Alemania) a una distancia de 10 mm. Posteriormente todos los grupos recibieron un tratamiento químico de superficie que consistió en la colocación de agentes de enlace, silano (Ultradent, South Jordan, UTA, EEUU) con una punta de un microbrush y se frotó activamente durante 20s para luego dejarlo evaporar durante 60s. A seguir, se colocó un adhesivo a base de 10 MDP Single bond Universal (St Paul, MN, Minnesota, EEUU), frotándolo por 20s y se sopó un chorro de aire, sin contaminación con aceite, indirectamente, por 5s. Después se fotopolimerizó durante 20s con una lámpara de luz led de 1000 mw/cm<sup>2</sup> (Valo Grand, Ultradent, South Jordan. UTA. EEUU).

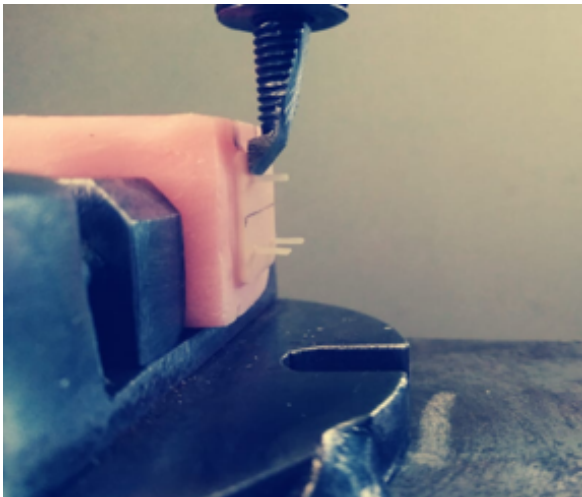
Finalmente, cada una de las láminas de Brava Block fueron divididas por la mitad (superior e inferior). En cada una de esas mitades se cementaron 4 microtubos de resina como se observa en la figura 1. Los del grupo IDA se cementaron inmediatamente después del arenado. En tanto que con los grupos 24DA, 48DA y 72DA se decidió esperar uno, dos y tres días después de ser arenados para realizar las cementaciones, para lo cual se usó un cemento resinoso Allcem (FGM. Joinville, Sta. Catarina, Brasil). Se fotopolimerizó con la misma fuente de luz.

Finalmente, los cuerpos de prueba fueron almacenados en agua a 37°C por 24 horas antes de ser ensayados en la máquina de ensayos universales. La mitad superior fue microcizallada inmediatamente, mientras que la mitad inferior fue sometida al envejecimiento, antes de ser nuevamente ensayada.

El proceso de envejecimiento fue realizado en una autoclave (Cristofoli. MK3000 19L, Odontobras, Brasil) a 134°C a 2,3 kgf/cm<sup>2</sup> por 5 ciclos de 45 minutos cada uno para un total de 225 minutos. Los mismos que corresponden a 3 años de

**Tabla 1.** Materiales utilizados en el estudio

Material	Fabricante	Lote/CD	País	Composición
Brava Block	FGM	1184	Brasil	20% de matriz polimérica muy polimerizada, 80% en peso de carga inorgánica (vitrocerámica, sílice)
Allcem (Cemento dual)	FGM	170120	Brasil	<b>Pasta base:</b> Monómeros de metacrilato: BIS-GMA, BIS-EMA TEGDMA Canforoquinona, Macropartículas de bario-aluminio-silicatos, Nanopartículas de dióxido de silicio. <b>Pasta catalizadora:</b> Monómeros metacrilícos, peróxido de dibenzoila y estabilizantes
Resina Z100	3M ESPE	NA83523	USA	Contiene polímeros de BIS-GMA Y TEGDMA, Rellenos inorgánicos de zirconia y sílice de 3,5 a 001 micras
Single bond Universal	3M ESPE	00224A	Alemania	Copolímero de Vitrebond, Monómero de fosfato 10MDP, DMA, HEMA relleno, etanol, agua, silano.
Silano	ULTRADENT	BJ42S	USA	3-metacril oxipropil trimetoxisilano Agua destilada, etanol, activador, catalizador y ácido fosfórico



**Fig. 1.** Ensayo de microcizallamiento de los cuerpos de prueba. Los microtubos de resina de la mitad superior que han sido adheridos son ensayados inmediatamente, mientras que los de la mitad inferior serán envejecidos antes de ser ensayados nuevamente.

envejecimiento según Molina et al,<sup>10</sup> todas las muestras fueron microcizalladas en una máquina de Ensayos Universales (MTS TK/T5002, Software STEP 7 Microwin 32 V 4.0) una velocidad de 0,5mm/min.

### 3 Análisis Estadístico

El estudio estadístico fue realizado con el software Minitab 18 (Minitab Statistical Software. Inc. E.E.U.U.) La estadística descriptiva incluyó los promedios de RA de cada grupo, así como su desviación estándar (DESV.EST). Un

análisis de varianza ANOVA seguido de un test post hoc de Tukey fue utilizado para comparar la fuerza de adhesión y el tratamiento de superficie entre todos los grupos. Las diferencias de los promedios fueron estimadas con un 95 % de intervalo de confianza y su correspondiente valor p. El nivel de significancia para las comparaciones múltiples fue de 5 %.

## 4 Resultados

El promedio de la RA y la desviación estándar de cada grupo se puede apreciar en la tabla 2.

**Tabla 2.** Promedio y desviación estándar de RA al microcizallamiento de Brava Block después de haber sido cementada inmediatamente y a las 24h, 48h, y 72 horas, después de ser arenada.

GRUPOS	N	RA INMEDIATAMENTE			RA ENVEJECIDOS		
		Microtubos	Media	DESV.EST	Microtubos	Media	DESV.EST
GC	10	20	24,57	± 4,58	20	14,22	± 4,25
IDA	10	20	48,54	± 8,23	20	27,85	± 4,87
24DA	10	20	44,26	± 7,01	20	27,55	± 4,76
48DA	10	20	40,98	± 7,11	20	20,29	± 6,01
72DA	10	20	38,89	± 6,63	20	19	± 5,38
		100			100		

Los resultados están expresados en MPa.

El mejor promedio de RA fue obtenido por el grupo IDA, es decir aquel grupo en el cual los microtubos fueron cementados inmediatamente después de ser arenado (48,54 MPa). Cuando se observaron los resultados después del envejecimiento en este mismo grupo, los valores de RA descendieron a 27,85 MPa pero siguen siendo altos, comparados con los otros grupos.

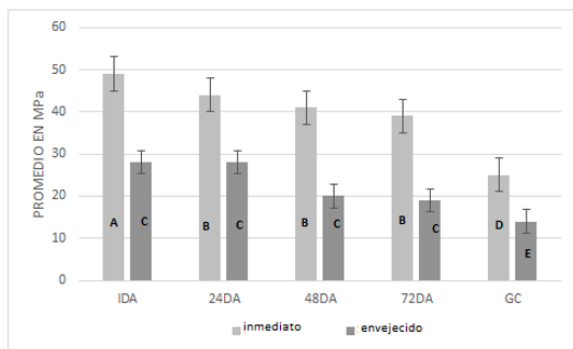
En tanto, que los promedios de RA fueron menores cuando más tiempo transcurrió desde que se arenó hasta que se cementaron las piezas. Así tenemos que a las 24 horas se obtuvieron promedios de 44,26 MPa para el grupo 24DA, 40,98MPa para el 48DA y finalmente de 38,89 MPa para el grupo que fue cementado después de 72 horas (72DA).

Los resultados de RA después del envejecimiento mostraron que el grupo 24DA no fue diferente del grupo IDA con un promedio de 27,55 MPa. En tanto, que en los grupos 48DA y 72 DA si se observó una clara disminución de la RA a valores de entre 20,29 y 19 MPa respectivamente. No se observaron despegamientos espontáneos, en ninguno de los grupos.

El análisis estadístico ANOVA de dos vías (tratamiento de superficie y envejecimiento), mostró que hubo interacción entre estos dos factores ( $p < 0,000$ ) fue estadísticamente significativo como se muestra en la (Tabla 3). Es decir, el tiempo que se demora en hacer adhesión luego de ser arenados tuvo una influencia negativa en la RA.

**Tabla 3.** Anova de dos vías de la interacción entre los factores tiempo de envejecimiento y tratamiento de superficie.

Análisis de Varianza	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor de F	Valor de P
Tiempo de envejecimiento y tratamiento de superficie	9	24948	2772,02	76,74	0,000



**Fig. 2.** Promedios de RA de los diferentes grupos. Letras diferentes indican grupos diferentes, mientras que letras iguales indican grupos iguales.

### 5 Discusión

La presente investigación midió la RA al microcizallamiento de Brava Block al realizar el procedimiento adhesivo inmediatamente y a las 24, 48 y 72 horas después de ser arenado. Los resultados mostraron que los más altos valores de RA fueron alcanzados cuando se procedió a la cementación inmediatamente después de haber sido arenada la superficie del polímero. Por lo tanto, la hipótesis nula fue rechazada. La mejor estrategia para alcanzar valores confiables y duraderos de adhesión en los materiales cerámicos a base de sílica es la de producir irregularidades mecánicas en su superficie seguido de la utilización de un silano.<sup>11,13</sup> El Brava Block tiene en su composición un 80% de matriz inorgánica en forma de vitrocerámica, ver tabla 1. Lo que explica los altos valores de RA alcanzados en el presente estudio. Investigaciones han confirmado que el arenado es un paso muy importante para aumentar la resistencia de unión entre las cerámicas y los bloques resinosos para CAD/CAM.<sup>5,9,14</sup> Nuestros resultados confirman dichas observaciones cuando comparamos los valores del grupo control, que no fue arenado, con los demás grupos que si lo fueron. El arenado es capaz de eliminar los contaminantes de superficie, aumenta la energía superficial, y forma microporos debido al choque que producen las partículas de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> al ser lanzadas con fuerza sobre la superficie de un material. Todo ello facilita la humectabilidad, mejorando la fluidez de los agentes de enlace y del cemento resinoso.<sup>15</sup> Sin embargo, Yoshihara et al.,<sup>16</sup> indican que el arenado puede producir mi-

crofisuras en los materiales cerámicos lo que podría debilitar la resistencia mecánica de la restauración.

Se ha evidenciado en la clínica que el arenado es capaz de perforar una restauración de menos de 1 mm de grosor. Esta es la razón por la que nosotros escogimos hacer láminas de por lo menos 1 mm de espesor. No se observaron perforaciones cuando se arenó las piezas. Sin embargo, teniendo en cuenta la observación de Yoshihara et al, se deberían hacer más estudios de microscopia para observar posibles daños del material.

Se pudo comprobar que el arenado mejora la RA, siempre y cuando se proceda de inmediato a silanizar la superficie entre 1 a 7 minutos, para obtener una interface eficiente, debido a que los primeros cinco minutos son críticos, porque en ese tiempo se produce la evaporación del disolvente y la formación de una película fina que ayudará en la unión con el sustrato. El espesor fino de la capa de siloxano es determinante para el aumento en la resistencia de unión.

Schader et al.,<sup>17</sup> reportó que el silano cuando es colocado sobre un cuerpo vítreo puede formar tres subcapas. La más externa está en contacto con el medio ambiente por lo tanto es la más débil para hacer adhesión, mientras que las capas intermedia e interna son las más fuertes porque están directamente relacionadas con la superficie adherente. Por esta razón cuando se emplea un silano sobre una matriz vítreo los valores de adhesión inmediatos son altos.

El silano es una molécula bifuncional, es decir que tiene dos extremos. Por uno de ellos es capaz de unirse a un compuesto inorgánico y por el otro a uno orgánico. Como habíamos visto el Brava Block está compuesto por sílica, vitrocerámica y resina los cuales van a formar enlaces covalentes con los terminales metacrilato del cemento. El cemento Allcem tiene monómeros de metacrilato y nano partículas de dióxido de silicio ver tabla 1. Según explica Matinlinna et al.,<sup>18</sup> el silicio es capaz de unirse fuertemente al oxígeno, formando cadenas interminables de Si-O-Si-O con una fuerza de energía de 368 kJ/mol.

Es importante destacar que en el grupo control, en donde no se realizó arenado previo, pero si se usó silano, los valores de adhesión fueron los más bajos de todos los grupos estudiados, tanto cuando fueron ensayados inmediatamente como cuando fueron envejecidos. Ello nos lleva a concluir que el silano por sí solo no es capaz de reaccionar sin un tratamiento previo de superficie.<sup>19</sup>

Estudios reportan que la combinación de un ataque ácido con ácido fluorhídrico (HF) seguido de la silanización no produce altos valores de adhesión en estos composites,<sup>2</sup> esto se debe a que un grabado ácido en concentraciones de 10% puede dañar severamente la matriz vítreo y exponer la fase resinosa, haciendo que el silano disminuya su acción. Por esta razón no utilizamos un ácido como tratamiento de superficie.

Se pudo observar que el tratamiento mecánico de superficie con arena seguido de silano fue efectivo. Sin embargo, nos queda la duda de, si el silano fue el que produjo un buen



efecto o si por el contrario el adhesivo universal tuvo una influencia positiva.

Con respecto al adhesivo a base de 10 MDP (metilhidroxietil-dihidrogénfosfato) también es una molécula bifuncional con dos extremos activos. Uno de ellos es un terminal metilo que enlaza directamente con el extremo CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> del cemento resinoso,<sup>22</sup> lo que asegura muy buenos valores de unión entre ellos.<sup>23</sup> Este adhesivo es capaz de mejorar significativamente la resistencia de unión, de una nanocerámica.<sup>13,24</sup> La larga cadena de 10 carbonos es capaz de mantener alejada la humedad de la interface adhesiva, evitando que el cemento se desprenda rápidamente. Sin embargo, Emsermann et al.,<sup>22</sup> afirman que la combinación previa con un silano no es efectiva, nuestros resultados confirman esos hallazgos. Es importante entonces realizar estudios de adhesión en estos materiales, pero prescindiendo del silano como agente de enlace.

Cuando los cuerpos de prueba fueron sometidos al envejecimiento, se pudo apreciar que la RA inicial disminuyó a valores de entre 27 y 19 MPa, incluso el grupo control presentó más bajos, 14 MPa en promedio. Estos valores se encuentran dentro del rango reportado por Elsaka,<sup>19</sup> en el cual asegura que se pone en riesgo la adhesión. Ello puede deberse a que en este tipo de composites es inevitable la absorción de agua por el polímero. Estudios previos ya han reportado estos despegamientos.<sup>25,27</sup>

A pesar de que estos composites vienen prepolimerizados de fábrica y con ello los fabricantes aseguran que se evita la contracción de polimerización, ello podría disminuir los monómeros libres que quedan para la adhesión. Probablemente esta sea la causa que explica por qué la fuerza de unión disminuye mucho después del envejecimiento. Hasta ahora nuestros resultados indican que las mejores fuerzas adhesivas se pudieron alcanzar cuando la cementación se realizó inmediatamente al arenado.

Dentro de las limitaciones de nuestra investigación, se encuentra el tipo de envejecimiento al que fueron sometidos los grupos. A pesar de que todavía no existe un consenso,<sup>28</sup> sin embargo, la técnica más utilizada para el envejecimiento es el termociclado, pues ello genera un stress por el intercambio del calor y el frío en la interface adhesiva. Evidentemente con la autoclave esto no es posible. De todas maneras, la presión y el calor son capaces de llevar al límite la actuación de los materiales y nos permitió estudiar cómo estos se comportan en ambientes extremos.

Por último, a nivel experimental, es imposible replicar todas las condiciones de stress que se tienen en la boca, por lo tanto, investigaciones clínicas también son muy necesarias.

## 6 Conclusiones

Con las limitaciones del estudio, se concluye que el cementado inmediato después de arenar un polímero Brava Bock permite alcanzar altos valores de RA. Sin embargo, al

ser sometido al envejecimiento las fuerzas de unión disminuyen mucho. Se debería evitar cementar una pieza de Brava block cuando el arenado se ha realizado unas 24, 48 o 72 horas antes.

**Conflicto de interés:** Los autores/as declaran no tener ningún conflicto de interés.

**Contribuciones de los autores:** MCC desarrolló la concepción de la investigación, diseño la metodología, contribuyó al análisis de los resultados, estadística y en la redacción del manuscrito. GQC contribuyó al diseño de la metodología, realizó los ensayos de laboratorio, escribió la primera versión del manuscrito, contribuyó en la discusión, y en la redacción y corrección de la versión final del artículo. LCHF realizó los ensayos de laboratorio, contribuyó en la redacción del manuscrito. KGG realizó los ensayos de laboratorio. Revisó y corrigió el manuscrito. MCG realizó los ensayos de laboratorio, y en la redacción y corrección del artículo, participó en la discusión final. PCB realizó los ensayos de laboratorio, y en la redacción del artículo, participó en la discusión final. VQL realizó los ensayos de laboratorio, revisó y corrigió el manuscrito, participó en la discusión final.

## Referencias

- 1 Chandrasekhar V, Rudrapati L, Badami V, Tummala M. Incremental techniques in direct composite restoration. *J Conserv Dent*. [Internet]. 2017;20(6):386-91. Doi: 10.4103/JCD.JCD\_157\_16.
- 2 Stawarczyk B, Liebermann A, Eichberger M, Güth JF. Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites. *J Mech Behav Biomed Mater*. [Internet]. 2015;55:1-11. Doi: 10.1016/j.jmbbm.2015.10.004.
- 3 Della Bona A, Corazza PH, Zhang Y. Characterization of a polymer-infiltrated ceramic-network material. *Dent Mater*. [Internet]. 2014;30(5):564-9. Doi: 10.1016/j.dental.2014.02.019.
- 4 Niizuma Y, Kobayashi M, Toyama T, Manabe A. Effect of etching with low concentration hydrofluoric acid on the bond strength of CAD/CAM resin block. *Dent Mater J*. [Internet]. 2020;39(6):1000-8. Doi: 10.4012/dmj.2018-398.
- 5 Chuenjit P, Suzuki M, Shinkai K. Effect of various surface treatments on the bond strength of resin luting agent and the surface roughness and surface energy of CAD/CAM materials. *Dent Mater J*. [Internet]. 2021;40(1):16-25. Doi: 10.4012/dmj.2019-359.
- 6 Cascante MC, Villacís A, Studart I. Cerámicas: una actualización. *RO*. [Internet]. 2019;21(2):86-113. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/odontologia/article/view/2063>.
- 7 Coldea A, Swain MV, Thiel N. Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dent Mater*. [Internet]. 2013;29(4):419-26. Doi: 10.1016/j.dental.2013.01.002.

- 8 Paredes Quintana MC. Remineralización del esmalte mediante el uso de duraphat y flúor protector en premolares desmineralizados con ácido láctico, valorado con la técnica de microdureza: estudio comparativo in vitro. [Tesis de grado de Odontóloga]. Repositorio digital Universidad Central del Ecuador. Quito; 2017. Disponibles en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8362>
- 9 Reymus M, Roos M, Eichberger M, Edelhoff D, Hickel R, Stawarczyk B. Bonding to new CAD/CAM resin composites: influence of air abrasion and conditioning agents as pretreatment strategy. *Clin Oral Investig.* [Internet]. 2019;23(2):529-38. Doi: 10.1007/s00784-018-2461-7.
- 10 Molina IC, Volpato CAM, del Piñal Luna M, de Vasconcellos DK. Consideraciones mecánicas y biológicas sobre el envejecimiento del óxido de circonio odontológico. *Revista internacional prótesis estomatol.* 2014;16(1):15-23. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4688751>
- 11 Südbeck JM, Jacker-Guhr S, Luhrs AK. Do different pretreatment methods influence the microtensile bond strength of composite cements to silicate ceramic?. *Adhes Dent.* [Internet]. 2021;23(4):335-45. Doi: 10.3290/j.jad.b1650153.
- 12 Yu J, Zhang Z, Yang H, Wang Y, Muhetaer A, Lei J, et al. Effect of universal adhesive and silane pretreatment on bond durability of metal brackets to dental glass ceramics. *Eur J Oral Sci.* [Internet]. 2021;129(2). Doi: 10.1111/eos.12772.
- 13 Makishi P, Andre C, Silva J, Bacelar-Sá R, Correr-Sobrinho L, Giannini M. Effect of storage time on bond strength performance of multimode adhesives to indirect resin composite and lithium disilicate glass ceramic. *Oper. Dent.* [Internet]. 2016;41(5):541-51. Doi: 10.2341/15-187-L.
- 14 Flury S, Dulla F, Peutzfeldt A. Repair bond strength of resin composite to restorative materials after short- and long-term storage. *Dent Mater.* 2019;35(9):1205-13. Doi: 10.1016/j.dental.2019.05.008.
- 15 Tekçe N, Tuncer S, Demirci M. The effect of sandblasting duration on the bond durability of dual-cure adhesive cement to CAD/CAM resin restoratives. *J Adv Prosthodont.* [Internet]. 2018;10(3):211. Doi: 10.4047/jap.2018.10.3.211
- 16 Yoshihara K, Nagaoka N, Maruo Y, Nishigawa G, Irie M, Yoshida Y, et al. Sandblasting may damage the surface of composite CAD-CAM blocks. *Dent Mater.* 2017;33(3):e124-e35. Doi: 10.1016/j.dental.2016.12.003
- 17 Schrader ME. Radioisotopic studies of bonding at the interface. *The Journal of Adhesion.* [Internet]. 1970;2(3):202-12. Doi: 10.1080/0021846708544593
- 18 Matinlinna JP, Lung CYK, Tsoi JKH. Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: A review. *Dent Mater.* [Internet]. 2018;34(1):13-28. Doi: 10.1016/j.dental.2017.09.002
- 19 Elsaka SE. Repair bond strength of resin composite to a novel CAD/CAM hybrid ceramic using different repair systems. *Dent Mater J.* [Internet]. 2015;34(2):161-7. Doi: 10.4012/dmj.2014-159
- 20 Marcondes M, Souza N, Manfroi FB, Burnett LH, Spohr AM. Clinical evaluation of indirect composite resin restorations cemented with different resin cements. *J Adhes Dent.* [Internet]. 2016;18(1):59-67. Doi: 10.3290/j.jad.a35519.
- 21 Mainjot A, Dupont N, Oudkerk J, Dewael T, Sadoun M. From artisanal to CAD-CAM blocks: state of the art of indirect composites. *J Dent Res.* [Internet]. 2016;95(5):487-95. Doi: 10.1177/0022034516634286.
- 22 Emsermann I, Eggmann F, Krastl G, Weiger R, Amato J. Influence of pretreatment methods on the adhesion of composite and polymer infiltrated ceramic CAD-CAM blocks. *J Adhes Dent.* [Internet]. 2019;21(5):433-43. Doi: 10.3290/j.jad.a43179.
- 23 Chen Y, Lu Z, Qian M, Zhang H, Chen C, Xie H, et al. Chemical affinity of 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate to dental zirconia: Effects of molecular structure and solvents. *Dent Mater.* [Internet]. 2017;33(12):e415-e27. Doi: 10.1016/j.dental.2017.09.013.
- 24 Kalavacharla V, Lawson N, Ramp L, Burgess J. Influence of etching protocol and silane treatment with a universal adhesive on lithium disilicate bond strength. *Oper Dent.* [Internet]. 2015;40(4):372-8. Doi: 10.2341/14-116-L.
- 25 Soares CJ, Giannini M, Oliveira MT, Paulillo LA, Martins LR. Effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. *J Appl Oral Sci.* [Internet]. 2004;12:45-50. Doi: 10.1590/s1678-77572004000100009.
- 26 Cura M, González-González I, Fuentes V, Ceballos L. Effect of surface treatment and aging on bond strength of composite resin onlays. *J Prosthet Dent.* [Internet]. 2016;116(3):389-96. Doi: 10.1016/j.prosdent.2016.02.016.
- 27 Elsaka S, Elnaghy AM. Effect of surface treatment and aging on bond strength of composite cement to novel CAD/CAM nanohybrid composite. *J Adhes Dent.* [Internet]. 2020;22(2):195-204. Doi: 10.3290/j.jad.a44284.
- 28 Morresi AL, D'Amaro M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C, et al. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater.* [Internet]. 2014;29:295-308. Doi: 10.1016/j.jmbbm.2013.09.013

**Recibido:** 22 de abril de 2021

**Aceptado:** 24 de diciembre de 2021

