

COMPORTAMIENTO TENSIONAL Y TANGENCIAL DEL DISILICATO DE LITIO CEMENTADO A DENTINA CON VARIOS CEMENTOS RESINOSOS. PRUEBA PILOTO*

BOND STRENGTH OF LITHIUM DISILICATE TO HUMAN DENTIN USING RESIN CEMENTS, A PILOT STUDY*

Daniela Vélez-Vargas¹, Lina María Mejía-Duran¹, María Isabel Restrepo-Restrepo¹,
Mauricio Naranjo-Pizano², Sandra González-Ariza³

RESUMEN

Introducción y Objetivo: Evaluar la resistencia adhesiva ante fuerzas tensiles y tangenciales de tres cementos al adherir dentina y disilicato de litio. **Materiales y métodos:** Se recolectaron 48 terceros molares recién extraídos, fueron preparados y recortados, montados en una base de acrílico y cementados a 48 especímenes de disilicato de litio con tres cementos resinosos comercialmente disponibles (Multilink N®, RelyX® U200 y Variolink II®) obteniendo 16 especímenes por grupo. Estos especímenes se termociclaron a 5000 ciclos en agua destilada a temperaturas entre $6 \pm 2^\circ\text{C}$ y $58 \pm 2^\circ\text{C}$ y se sometieron a pruebas de cizalla y tensión, $n=8$ para prueba de tensión y de cizalla. Las pruebas de cizalla y tensión se realizaron en una máquina de ensayo universal tipo Instron® 3345. Se evaluó con el estereomicroscopio el tipo de falla y se clasificó en adhesiva, cohesiva o mixta. **Resultados:** Para la prueba de cizalla los valores de resistencia y desviaciones estándar en MPa fueron: Multilink N® ($17,3 \pm 12,6$), RelyX® U200 ($9,8 \pm 4,7$), Variolink II® ($24,1 \pm 13,1$); para la prueba tensil los valores fueron Multilink N® ($8,2 \pm 4,5$), RelyX® U200 ($4,3 \pm 0$), Variolink II® ($7,7 \pm 5$). No hubo diferencias estadísticamente significativas. El tipo de falla predominante para ambas fuerzas fue la falla mixta. **Conclusiones:** La resistencia adhesiva ante fuerzas tensiles de los cementos Multilink N y Variolink II es similar, y ante fuerzas de cizalla mostró un mejor comportamiento el cemento Variolink II. **Palabras clave:** Cementos resinosos, resistencia al corte, resistencia a la tracción, cerámica dental, tipo de falla.

ABSTRACT

Introduction and objective: To evaluate the bond strength to tensile and shear forces of three resin cements, bonding lithium disilicate to dentin. **Materials and methods:** The buccal surfaces of 48 freshly extracted human third molars were ground flat, parallel to the long axis of the tooth. Teeth were mounted on an acrylic base and were bonded to 48 ceramic specimens (Emax Press system, Ivoclar Vivadent®). Ceramic and dental specimens were bonded with one of the following resin luting agents: Multilink N®, RelyX U 200®, Variolink II®. 16 specimens were cemented with each resin luting agent to a lithium disilicated disc. All specimens were thermocycled for 5000 cycles at $6 \pm 2^\circ\text{C}$ and $58 \pm 2^\circ\text{C}$. Shear (S) and tensile (T) bond strength tests were applied to 8 specimens of each group of luting agent by a universal testing machine (Instron® 3345). Surfaces were inspected by stereomicroscopy to classify adhesive, cohesive or mixed failures. **Results:** Mean shear bond strength of the groups in MPa were: Multilink N® ($17,3 \pm 12,6$), RelyX® U200 ($9,8 \pm 4,7$), Variolink II® ($24,1 \pm 13,1$). Mean tensile bond strength of the groups in MPa were: Multilink N® ($8,2 \pm 4,5$), RelyX® U200 ($4,3 \pm 0$), Variolink II® ($7,7 \pm 5$). No statistical differences were found in both tests. On both forces the highest failures were the mixed ones. **Conclusions:** The adhesive strength to tensile forces was similar for cements Variolink II and Multilink N, Variolink II cement showed better performance on shear forces. **Key words:** resin cements, shear bond strength, tensile bond strength, dental porcelain, mode of failure.

1. Residente de Rehabilitación Oral Universidad CES. Email: dvelezes@gmail.com, linitam21_1@hotmail.com, mariarpo1984@hotmail.com

2. Protésista Periodontal Universidad CES, Docente pregrado y posgrado Universidad CES. Email: maonaranjop@yahoo.com

3. OD. Mg en Epidemióloga Universidad CES. Email: sgonzalez@ces.edu.co

*Grupo de Investigación en Bioingeniería CES-EAFIT

INTRODUCCIÓN

Aunque Bonocore es generalmente acreditado por el desarrollo de la adhesión al esmalte en el occidente, el reconocimiento para el primer adhesivo dentinario pertenece al químico suizo Oskar Hagger. El primer adhesivo comercializado a principios de 1950, llamado Sevriton, fue diseñado para restauraciones anteriores; su concepto innovador lo convierte en el verdadero "padre de la adhesión dental moderna" (1). Buonocore en 1955 inició la era adhesiva al descubrir que un ácido era capaz de desmineralizar la superficie del esmalte y que ésta podía ser impregnada por una resina (2). Este descubrimiento fue el comienzo de la carrera por mejorar la unión del diente al material restaurador a través de un adhesivo. Inicialmente los ensayos buscaban mejorar la resistencia adhesiva, pero una vez se encontraron adecuados valores adhesivos, los experimentos se enfocaron a disminuir los pasos operatorios de la técnica. Existen comercialmente muchos cementos que se indican según sus fabricantes para múltiples casos; los de última generación prometen disminuir los pasos operatorios en la técnica adhesiva que es muy sensible a la contaminación. Esta justificación hace pensar que los cementos llamados autoadhesivos eliminan pasos operatorios adicionales como el lavado ácido, incorporando en sus componentes agentes grabadores, para que así la aplicación por separado de un ácido para grabar la superficie del esmalte y la dentina pueda eliminarse, descartando el paso operatorio de grabado y lavado de la superficie, disminuyendo la sensibilidad de la técnica adhesiva. Un problema de estos cementos es la capacidad que tienen de lograr valores de resistencia adhesiva iguales o superiores a los cementos de múltiples pasos, lo cual en la literatura actual no ofrece un consenso (3).

En este estudio, se evalúa la resistencia adhesiva de 3 agentes cementantes:

Relyx i U200: Es un cemento resinoso autoadhesivo de curado dual de inicio químico y/o por activación con luz. No se necesita acondicionamiento de la superficie dental y se caracteriza por una elevada tolerancia a la humedad comparado con los cementos resinosos multipasos. (3M ESPE, RelyXi U200 Self-Adhesive Resin Cement, Technical Data Sheet, 2011)

Variolink® II: Es un cemento resinoso de grabado lavado y curado dual para la cementación adhesiva. Este cemento consiste de dos componentes: un catalizador y una base. (Scientific Documentation Variolink® II / Variolink® Veneer, Ivoclar Vivadent)

Multilink N: es un sistema de cementación a base de composite autograbador y autopolimerizable, se compone de composite y de un Primer A & B. El sistema de primers permite dar inicio a la polimerización química (autopolimerización), la cual es acelerada por el contacto del composite

con el primer. Asimismo, la presencia de un fotoiniciador ofrece la posibilidad de polimerización final con luz. (Scientific Documentation Multilink® Automix, Ivoclar Vivadent)

Muchas metodologías se han descrito para evaluar valores de resistencia adhesiva, entre ellas se describen pruebas macro y micro, cada una con sus ventajas y desventajas (4). En la literatura se encuentran variaciones en los promedios de resistencia adhesiva (4-25 MPa) mostrando una amplia variabilidad en desviaciones estándar para pruebas macro (cizalla y tensión), mientras que para pruebas micro son mayores los valores obtenidos (5-9).

Otras condiciones del medio oral que se intentan simular son las variaciones de temperatura; está claro que una prueba que mida adhesión entre la estructura dental y un material restaurador debe someterse a un termociclado que permita envejecer la interfase adhesiva tal cual como pasaría ~~en~~ vivo. Es difícil extrapolar años de servicio clínico en pruebas in vitro por medio del termociclado, lo cual es un problema aún sin resolver dentro de las investigaciones odontológicas (10).

Por otro lado los materiales cerámicos han ganado popularidad debido a la demanda estética y a la accesibilidad de la información. Materiales totalmente cerámicos como el disilicato de litio han probado ser una buena opción de tratamiento no sólo por sus propiedades ópticas sino también por sus propiedades mecánicas similares a las del diente natural (11).

El objetivo de este estudio fue evaluar la resistencia adhesiva ante fuerzas de cizalla y tensiles de tres agentes cementantes, dos multipasos y uno autoadhesivo al cementar dentina y disilicato de litio. La hipótesis nula formulada es que los discos cerámicos cementados a dentina con los cementos resinosos utilizados no muestran diferencias de comportamiento ante fuerzas tensiles y tangenciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron 48 terceros molares sanos recién extraídos durante 6 meses y fueron almacenados en solución salina al 0.9% a 4°C en un refrigerador, hasta el momento de utilizarlos. El tamaño muestral se seleccionó por conveniencia debido a la falta de estudios que tuvieran semejanza en cuanto a materiales utilizados y diseño de la prueba.

Se eliminó el tejido periodontal utilizando curetas (HuFriedy®) y se pulió la superficie con piedra pómez; las raíces fueron recortadas a 2mm por debajo de la unión amelocementaria con una fresa diamantada troncocónica alargada (#6856 Brasseler®) con pieza de alta velocidad e irrigación

(MACH II, NSK®) (Figura 1). Los especímenes dentales se colocaron en una base acrílica (Veracryl®), que se confeccionó utilizando un tubo de PVC de 3/4". Cada diente fue posicionado dentro del tubo de PVC con la ayuda de un Optrastick®, quedando sumergido hasta la mitad, con la cara vestibular expuesta. Se esperó la polimerización del acrílico, siguiendo las indicaciones del fabricante (Figura 2). Cada molar se recortó en la superficie vestibular para exponer aproximadamente 5mm² de dentina y obtener una superficie plana por medio de una pulidora (10+ model trimmer, Whip Mix®) y una hoja de papel abrasivo de grano 800 (Polimet I, Buehler®) con irrigación. (Figura 3) Posteriormente, se evaluó cada superficie por medio de un estereomicroscopio (Nikon® MZS 1000) para verificar que la superficie dentinaria no tuviese restos de esmalte.

48 especímenes de disilicato de litio fueron preparados por medio del sistema Emax Press (Ivoclar Vivadent®). Se creó un modelo que consiste de una superficie cuadrada de 1,5mm de altura con un área de 3mm², siendo esta la superficie de adhesión para el cemento a probar. Luego esta superficie se ensancha a 75°, para formar una base de 3,73 mm de altura con un área de 5mm² (Figura 4). Este modelo fue maquinado en polímero ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) inyectado, y luego este se utilizó para realizar preformas de silicona donde se realizaron los patrones de cera (Crowax Dur No 674-0x00 Renfert®) para la fabricación de los especímenes cerámicos siguiendo las especificaciones del fabricante (Figura 5, 6a, 6b).

Para el proceso de cementación se utilizaron tres cementos comercialmente disponibles: Multilink N® (Ivoclar Vivadent), RelyX U 200® (3M ESPE) y Variolink II® (Ivoclar Vivadent). Tanto la aplicación del material para todos los grupos de cemento, como el pre-tratamiento de los especímenes cerámicos y dentales, se realizaron siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante. (Figura 7, 8, 9)

Se utilizó una máquina de prueba universal (Instron®3345) que cuenta con un bastidor de movimiento vertical al cual se le puede programar tanto la velocidad como el desplazamiento vertical para estandarizar el grosor de cemento a 50µm, según norma ISO para cementos a base de resina (11-12). La estandarización del espesor de cemento se realizó colocando el disco cerámico sobre la dentina expuesta, con la ayuda del dispositivo para realizar las pruebas de tensión y cizalla. Se llevó el bastidor hasta que el espécimen cerámico estuviera en contacto con la dentina expuesta, este punto se tomó como distancia cero, luego se programó la máquina para que se moviera a una velocidad de 100 mm/min, hasta alcanzar 50 µm hacia arriba. Se programó

la máquina para que este punto fuera la distancia cero, permitiendo que el disco siempre llegara a acercarse a la dentina con un espacio para el cemento de 50 μm .

Los 48 especímenes cementados fueron almacenados en agua destilada por 24 horas a 37°C y termociclados a 5000 ciclos en agua destilada a temperaturas entre $6 \pm 2^\circ\text{C}$ y $58 \pm 2^\circ\text{C}$. (SD Mechatronik Themocycler) (Figura 10)

Las pruebas de cizalla y tensión se realizaron en una máquina de ensayo universal (Instron® 3345) a una velocidad de 0.5mm/seg hasta la falla y la fuerza adhesiva se registró en MPa. Para ambas pruebas se utilizó un dispositivo de fijación que permitía que los especímenes fueran sujetos a la parte fija de la máquina INSTRON® #3345. En la prueba tangencial se utilizó un dispositivo que se fijaba al bastidor de movimiento vertical de la máquina INSTRON® #3345, este dispositivo permitía que se aplicara una fuerza cortante sobre el disco cerámico, lo más cercana a la interfase del espécimen. En la prueba tensional, se fija otro dispositivo al bastidor de movimiento vertical de la máquina INSTRON® # 3345, permitiendo que se aplique una fuerza de tracción sobre el espécimen fijado a la máquina (Figura 11a, 11b, 12a, 12b). Los especímenes se observaron bajo estereomicroscopio (Nikon MZS 1000) y tomaron fotografías para determinar el tipo de falla (Figura 13).

El tipo de falla, se clasificó así:

- Adhesiva entre el disco cerámico y el cemento
- Adhesiva entre el diente y el cemento
- Mixta: falla cohesiva y adhesiva en el mismo espécimen de prueba
- Cohesiva del cemento
- Cohesiva en la dentina

El **Análisis estadístico** se llevó a cabo con el programa estadístico IBM-SPSS versión 21 (SPSS inc., Chicago ILL), se utilizó la estadística descriptiva para resumir los resultados de las fuerzas tensiles y tangenciales, se hizo un análisis estadístico exploratorio con la prueba de ANOVA de una vía para comparar las fuerzas tensiles y tangenciales con tres tipos de cementos. Se asumió un nivel de significancia del 5% para detectar diferencias estadísticamente significativas.

Se obtuvo el aval del comité de ética de la Universidad CES para la recolección de los dientes, previo consentimiento informado de sus donantes, y se manipularon siguiendo las normas de acuerdo con los criterios definidos según resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de la protección social de la República de Colombia.

RESULTADOS

Se evaluaron 48 muestras y se dividieron en tres grupos según el tipo de cemento: Multilink N, Relyx U 200 y Variolink II. Cada grupo se dividió a su vez en dos grupos, n=8, según la fuerza que se aplicaría: cizalla y tensión. Después del proceso de termociclado; se descementaron 12 muestras pertenecientes al grupo Relyx U200, quedando 36 muestras para evaluar, 18 para el grupo tensión y 18 para el grupo de cizalla respectivamente.

En la prueba de tensión, durante el proceso de montaje en la máquina Instron #3345 se descementaron 7 muestras, para un total de 11 muestras evaluadas.

El cemento Relyx U200 no pudo compararse debido a que solo quedaron disponibles para evaluación 3 muestras: una que se evaluó bajo tensión y dos bajo cizalla.

Las fuerzas de tracción fueron similares para los cementos Multilink N ($8,2 \pm 4,5$) y Variolink II ($7,7 \pm 5$). En las fuerzas de cizalla se presentó mayor resistencia adhesiva para el cemento Variolink ($24,1 \pm 13,1$) que para el cemento Multilink N ($17,3 \pm 12,6$), sin diferencias estadísticas entre ellos. (Ver Tabla I).

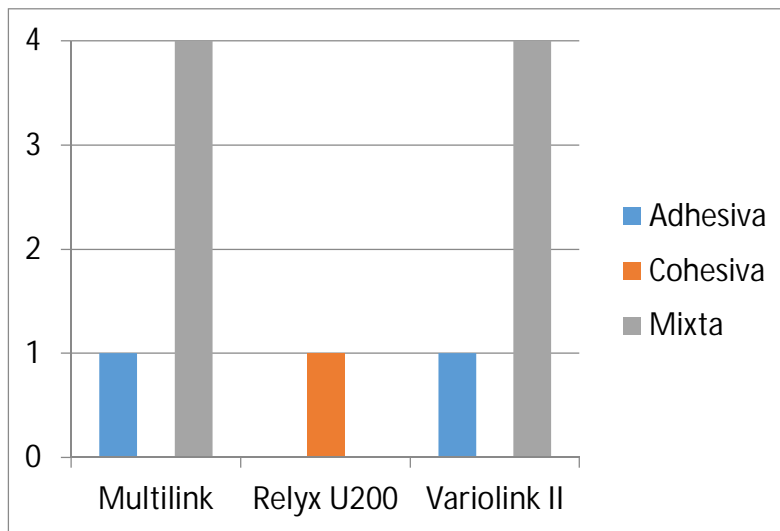
Se presentaron fuerzas tensiles y tangenciales con mucha variabilidad y sin diferencias estadísticamente significativas entre el Variolink II y el Multilink N; sin embargo, se observó que el Variolink II resiste 3 veces más las fuerzas de cizalla que las fuerzas de tensión.

En la gráfica 1 se presentan los tipos de fallas ante fuerzas tensiles (n=11) en los tres tipos de cementos con un predominio de fallas mixtas. Mientras que el tipo de falla ante fuerzas de cizalla solo fue mixta (n=18) para cada tipo de cemento.

Tabla1. Resumen descriptivo de las fuerzas tensiles y tangenciales en MPa según el tipo de cemento

Resistencia MPa	n	Media	DE	Intervalo de confianza 95%		Mín.	Máx.	Anova Valor p	
				Lím. Inf	Lím. Sup.				
Tensil	Multilink	5	7,70	5,03	1,46	13,94	0,61	14,33	0,768
	Relyx U200	1	4,30	--	--	--	4,30	4,30	
	Variolink II	5	8,15	4,51	2,54	13,75	2,29	12,53	
Tangencial	Multilink	8	17,27	12,55	6,78	27,77	3,39	44,45	0,305
	Relyx U200	2	9,82	4,70	-32,38	52,03	6,50	13,14	
	Variolink II	8	24,13	13,05	13,22	35,03	4,42	46,17	

Gráfica 1: Distribución del tipo de falla ante fuerzas de tensión en 3 cementos resinosos (Eje x: tipos de cemento, Eje Y: Número de especímenes)



DISCUSIÓN

En este estudio, se evaluó la resistencia adhesiva ante fuerzas tensiles y tangenciales de tres agentes cementantes: Multilink N, Relyx U 200 y Variolink II; estas fuerzas son las más utilizadas para medir la resistencia adhesiva de materiales dentales porque son fáciles de realizar, requieren de pocos equipos y preparación de los especímenes (12).

Según los resultados, no hay evidencia para rechazar la hipótesis nula formulada ya que no se muestran diferencias de comportamiento de los cementos ante fuerzas tensiles y tangenciales.

El cemento Relyx U 200 no pudo ser comparado debido a que solo se evaluaron 3 discos después del termociclado, se puede sugerir que este cemento no es apto para estudios que evalúen resistencia adhesiva cuando los especímenes son termociclados (13). Özcan et al. argumentaron que algunos estudios reportan mayor fuerza de adhesión a la dentina con cementos de dos pasos en comparación con los de un solo paso, y que las pruebas de envejecimiento de los cementos con sus respectivos adhesivos/primers podrían ofrecer resultados más realistas. Se puede anticipar que, debido a la naturaleza ácida de los adhesivos autograbadores y su permeabilidad, después del envejecimiento en condiciones húmedas, la adherencia de los cementos resinosos podría verse comprometida (13). El relyx U 200 es un cemento cuyo adhesivo no viene de forma separada de los otros componentes, lo cual cuestiona que la cantidad de los

elementos necesarios disponibles en cada porción del cemento sea la indicada. En una revisión de Van Meerbeek et al. retoman las definiciones realizadas en ANNO en el 2009 y afirman que los autoadhesivos interactúan muy superficialmente con la dentina sin signos claros de desmineralización (14). Adicionalmente, la humectabilidad de este cemento es menor y el ángulo de contacto mayor haciéndolo más viscoso pudiendo no penetrar todas las irregularidades del sustrato dental (14). El termociclado en las muestras hizo que el cemento Relyx U200 no se pudiera evaluar, si esto es extrapolado, se puede deducir que los cambios térmicos en la boca pueden tener influencia negativa en su interfase adhesiva.

El cemento Relyx U200 es autograbador, con monómeros en su composición con una baja acidez, lo cual hace que la profundidad de grabado sea superficial y que la capa híbrida sea más delgada, a diferencia de cementos de grabado- lavado como el Variolink II (15), los cuales utilizan un paso inicial de grabado para crear microporosidades que serán infiltradas posteriormente por el adhesivo. Estos hallazgos corroboran las observaciones hechas por Viotti et al y Aguiar et al, los sistemas autodhesivos presentan valores de resistencia adhesiva significativamente menores debido a la poca formación de Tags y una delgada capa híbrida. Adicionalmente, los sistemas autoadhesivos requieren una superficie de dentina húmeda para promover una mejor ionización de los monómeros ácidos y subsecuentemente generar una interacción química entre la dentina y el cemento resinoso (16), esta variable fue poco controlada en el estudio ya que la dentina de los especímenes pudo no tener la suficiente humedad requerida para el uso de este cemento, o por el contrario, pudo tener un exceso de humedad que genera la formación de burbujas en la interfase con subsecuentes efectos negativos en la uniformidad de la infiltración del adhesivo, lo cual disminuye la resistencia adhesiva. Este mecanismo de adhesión simplificado, raramente logra su cometido a la perfección (17). Para Relyx U 200, la casa comercial 3M recomienda silanizar la cerámica con Relyx Ceramic Primer, en este estudio se utilizó Monobond N (Ivoclar), lo cual puede haber influido en los resultados obtenidos.

Al comparar la resistencia adhesiva de estos cementos, ante fuerzas de tensión se observó una alta variabilidad, esto sugiere que el manejo del sustrato dental es difícil por no controlar la edad dental de los especímenes y el tiempo de almacenamiento. El tiempo de almacenamiento de los dientes puede ser una variable de confusión en el estudio ya que no fue controlada. Se recomienda para futuros estudios controlar esta variable y determinar con exactitud el tiempo de almacenamiento de los especímenes. Asimismo, la edad dental es una variable que puede influir

en la resistencia adhesiva, puesto que con el paso del tiempo la estructura dentinal cambia: se presenta esclerosis de los túbulos dentinarios y reducción de la permeabilidad dentinal; estos se encuentran entre varios eventos que ocurren con el envejecimiento dental que son potenciales factores para la disminución de la efectividad de la adhesión a dentina (17). La heterogeneidad morfológica y fisiológica de la dentina representa el mayor obstáculo para lograr una adhesión uniforme y confiable, factores como la profundidad de la dentina, localización, edad, humedad, esclerosis, caries y pretratamientos interfieren significativamente con la calidad de adhesión a esta estructura (17).

La prueba tensil es una prueba muy exigente porque las muestras utilizadas son planas y no tienen forma de retención y resistencia, de manera que los valores adhesivos dependerán exclusivamente de la interacción de los cementos con los sustratos; esto podría explicar los bajos valores obtenidos con esta prueba (15). Según los hallazgos por Viotti et al, la cementación realizada con agentes autoadhesivos en una preparación no retentiva debe ser eliminada; por lo tanto, sugieren que la utilización de sistemas autoadhesivos debe evitarse en restauraciones indirectas como carillas y preparaciones no retentivas (15); a diferencia de los hallazgos hechos por Aguiar et al 2014, quienes sugieren que los cementos autoadhesivos son una buena opción para la cementación de restauraciones indirectas (16). Por otra parte, la tensión interfacial durante la preparación de las muestras se refleja en el número de fallas antes de la prueba, lo cual suele evidenciarse en materiales frágiles como la cerámica; por esta razón, se ha cuestionado si las pruebas tensiles son un método apropiado cuando se pretende evaluar materiales duros involucrados en la interfase adhesiva como la cerámica (12).

En este estudio, se descementaron 7 muestras durante el proceso de montaje en la máquina Instron # 3345, debido a que la mordaza no encajaba exactamente con la forma del disco cerámico. Se recomienda para una próxima investigación fabricar una mordaza con la forma exacta de los discos cerámicos o cambiar este dispositivo por otro que sea más versátil al momento de fallar las muestras. Goracci et al en su estudio, encontraron igualmente un gran número de fracturas que ocurrieron prematuramente antes de la prueba. En la presente investigación, los fracasos pre-test no fueron incluidos en el análisis estadístico (15).

Ante fuerzas de cizalla aunque no se pudo establecer diferencias estadísticamente significativas entre los cementos por el tamaño muestral, se observó una tendencia a un mejor comportamiento

del cemento Variolink II, con diferencias numéricas importantes; estos resultados están de acuerdo con los reportados por Toman et al en 2008 (5).

Los resultados de esta investigación, son similares a los resultados obtenidos por Öztürk et al, quienes en su estudio demostraron que el tipo de estructura dental afecta la resistencia adhesiva ante fuerzas de cizalla, siendo menor en la dentina; los valores adhesivos más altos fueron encontrados en esmalte. Igualmente, estudios recientes han revelado una correlación positiva entre la resistencia adhesiva a la cizalla y las propiedades físicas del cemento resinoso utilizado (12).

A diferencia del estudio de Öztürk et al en el cual se encontraron más fallas adhesivas entre el cemento y la dentina, en este estudio el tipo de falla predominante para ambas fuerzas fue la falla mixta, lo cual indica un buen comportamiento adhesivo a dentina y cerámica para ambos cementos, ya que se observó bajo estereomicroscopía residuos de cemento en algunas zonas de la dentina y otros residuos de cemento adheridos a la cerámica (12). La capacidad adhesiva de los cementos Variolink II y Multilink N fue buena para ambos sustratos, lo cual también indica que el tratamiento realizado a los sustratos fue el adecuado.

Para próximos estudios, se sugiere ampliar el tamaño muestral que permita tener un poder suficiente (mayor o igual al 80%) para que los resultados del estudio sean concluyentes. Según los cálculos realizados se requerirían 55 muestras por cemento para garantizar este poder en las fuerzas tangenciales y 2200 muestras en las fuerzas tensiles. Por lo tanto, se podría pensar, que evaluar la resistencia adhesiva ante fuerzas tensiles es un tipo de estudio que difícilmente podría mostrar diferencias estadísticamente significativas (18).

CONCLUSION

A pesar de las limitaciones de este estudio, se puede concluir que la resistencia adhesiva ante fuerzas tensiles de los cementos Multilink N y Variolink II es muy similar, y la resistencia adhesiva ante fuerzas de cizalla mostro un mejor comportamiento para el cemento Variolink II.

El tipo de falla predominante para ambas fuerzas fue la falla mixta, lo cual indica un buen comportamiento adhesivo a dentina y cerámica para los cementos Multilink N y Variolink II.

Agradecimiento

Al señor Luis Gonzalo Alvarez por su ayuda en el análisis de los resultados y revisión final del artículo.

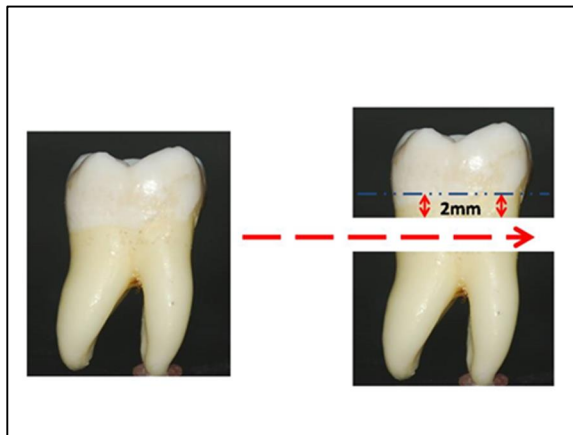
Referencias

1. Söderholm K-JM. Dental adhesives...how it all started and later evolved. *J Adhes Dent.* 2007;9 Suppl 2:227-30.
2. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* Junio de 2003;28(3):215-35.
3. Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent.* Febrero de 2003;89(2):127-34.
4. Salz U, Bock T. Testing adhesion of direct restoratives to dental hard tissue - a review. *J Adhes Dent.* Octubre de 2010;12(5):343-71.
5. Toman M, Toksavul S, Akin A. Bond strength of all-ceramics to tooth structure: using new luting systems. *J Adhes Dent.* Octubre de 2008;10(5):373-8.
6. Braga RR, Meira JBC, Boaro LCC, Xavier TA. Adhesion to tooth structure: a critical review of «macro» test methods. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater.* Febrero de 2010;26(2):e38-49.
7. Pekkan G, Hekimoglu C. Evaluation of shear and tensile bond strength between dentin and ceramics using dual-polymerizing resin cements. *J Prosthet Dent.* Octubre de 2009;102(4):242-52.
8. Kumbuloglu O, Lassila LVJ, User A, Toksavul S, Vallittu PK. Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics. *J Oral Rehabil.* Febrero de 2005;32(2):128-33.
9. Cekic-Nagas I, Canay S, Sahin E. Bonding of resin core materials to lithium disilicate ceramics: the effect of resin cement film thickness. *Int J Prosthodont.* Octubre de 2010;23(5):469-71.
10. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent.* Febrero de 1999;27(2):89-99.
11. Culp L, McLaren EA. Lithium disilicate: the restorative material of multiple options. *Compend Contin Educ Dent Jamesburg NJ* 1995. Diciembre de 2010;31(9):716-20, 722, 724-5.
12. Öztürk E, Bolay , Hickel R, Ilie N. Shear bond strength of porcelain laminate veneers to enamel, dentine and enamel-dentine complex bonded with different adhesive luting systems. *J Dent.* Febrero de 2013;41(2):97-105.

13. Özcan M, Mese A. Adhesion of conventional and simplified resin-based luting cements to superficial and deep dentin. Clin Oral Investig. Agosto de 2012;16(4):1081-8.
14. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater. Febrero de 2010;26(2):e100-21.
15. Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. J Prosthet Dent. Noviembre de 2009;102(5):306-12.
16. Aguiar TR, André CB, Correr-Sobrinho L, Arrais CAG, Ambrosano GMB, Giannini M. Effect of storage times and mechanical load cycling on dentin bond strength of conventional and self-adhesive resin luting cements. J Prosthet Dent. Mayo de 2014;111(5):404-10.
17. Carvalho RM, Tjäderhane L, Manso AP, Carrilho MR, Carvalho CAR. Dentin as a bonding substrate: Dentin bonding. Endod Top. Septiembre de 2009;21(1):62-88.
18. Mallick R, Sarangi P, Mohanty S, Behera S, Nanda S, Satapathy SK. Micro-tensile bond strength of different adhesive systems on sound dentin and resin-based composite: An in-vitro study. J Conserv Dent JCD. Octubre de 2015;18(5):379-83.

ANEXOS

Figura 1



Preparación de los dientes. Recorte de las raíces a 2 mm por debajo de la unión cemento esmalte.

Figura 2



Montaje de dientes. Dientes sumergidos en la base de resina acrílica.

Figura 3

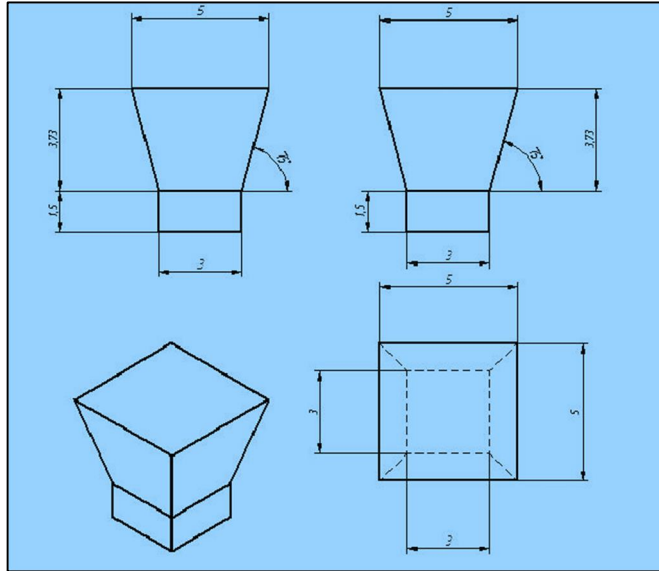


Recorte de dientes



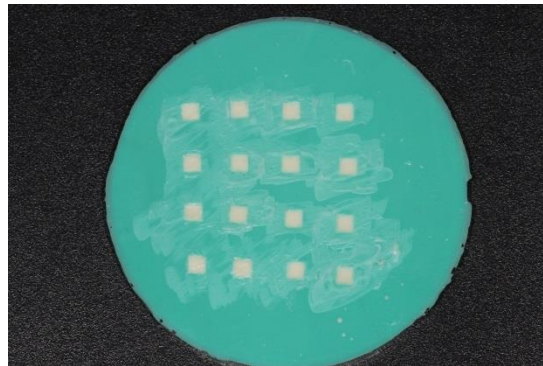
Pulido de superficie dentinaria

Figura 4



Diseño de espécimen cerámico. A. Superficie de adhesión: Altura de 1,5mm de altura, Área de 3mm². **B.** Base: La superficie de adhesión se ensanchará a 75^o, para formar una base de 3,73 mm de altura con un área de 5mm²

Figura 5



Molde en silicona: Para realizar patrones de cera.

Figura 6a



Patrones de cera

Figura 6b



Fabricación del espécimen cerámico. Siguiendo las instrucciones del fabricante

Figura 7



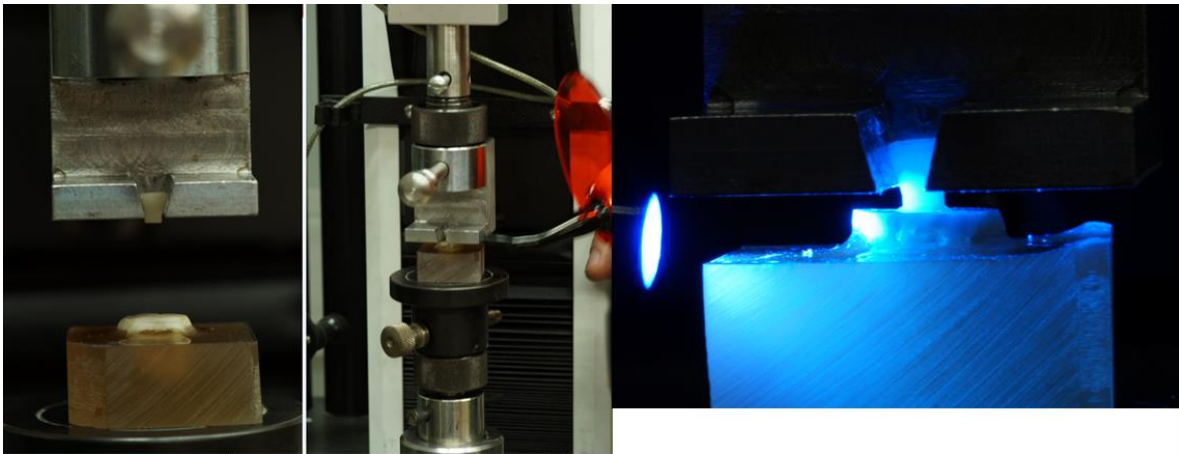
Grabado discos cerámicos con ácido fluorhídrico.

Figura 8



Silanización discos cerámicos: Monobond N.

Figura 9



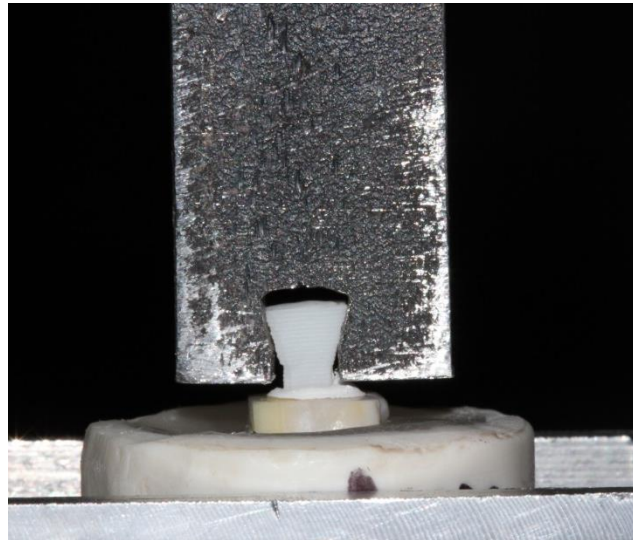
Estandarización del espesor de cemento. Polimerización del cemento respetando un espesor de 50um.

Figura 10



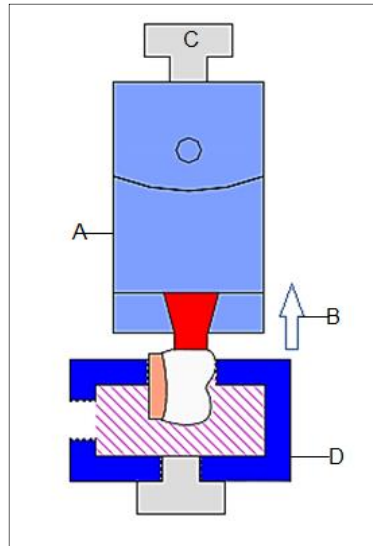
Proceso de termociclado de especímenes.

Figura 11a



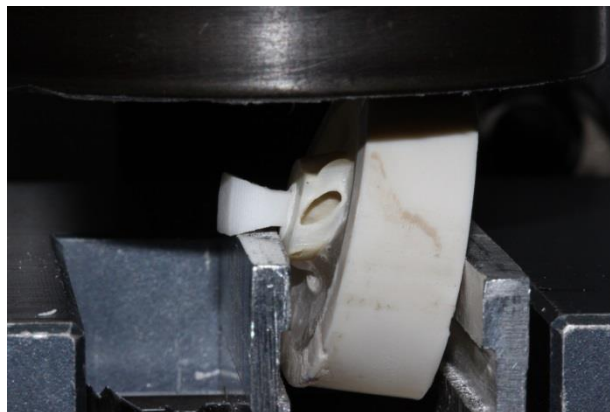
Máquina INSTRON® # 3345. Sistema montado para realizar las pruebas de tensión.

Figura 11b



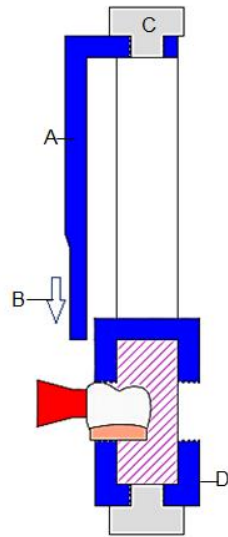
Diseño prueba Tensional. **A.** Dispositivo para prueba tensil. **B.** Dirección de la fuerza de tracción. **C.** Componente del bastidor de desplazamiento vertical de la máquina INSTRON #3345 **D.** Dispositivo para fijación del espécimen a la máquina INSTRON #3345.

Figura 12a



Montaje prueba Cizalla. Especimen cerámico cementado a dentina montado para la prueba de cizalla

Figura 12b



Diseño prueba de cizalla. A. Dispositivo para prueba cizalla. B. Dirección de la fuerza de corte. C. Componente del bastidor de desplazamiento vertical de la máquina INSTRON #3345 D. Dispositivo para fijación del espécimen a la máquina INSTRON #3345

Figura 13



Evaluación con estereomicroscopio (Nikon® MZS 1000)