

Comparación de la fuerza de adhesión de dos cementos endodónticos a base de silicato de calcio. Estudio in vitro

Comparison of the bond strength of two endodontic cements based on calcium silicate. In vitro study

Bernarda Sánchez Arteaga¹
Daniela Mendoza Pazmiño²

¹Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias de la Salud, Escuela de Odontología, Clínica de odontología, Campus Cumbayá, oficina C0106, casilla postal 17-200-841. Quito-Ecuador. Correo electrónico: bernardasanchezart@gmail.com

²Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias de la Salud, Escuela de Odontología, Clínica de odontología, Campus Cumbayá, oficina C0106, casilla postal 17-200-841. Quito-Ecuador. Correo electrónico: madanimendoza@gmail.com

Editado por / Edited by: Johanna Monar

Recibido / Received: 08-12-2021

Aceptado / Accepted: 01-04-2022

Publicado en línea / Published online: 15-04-2022

DOI: <https://doi.org/10.18272/oi.v8i1.2513>

Resumen

El cemento endodóntico debe tener la capacidad de lograr la adhesión del material obturador a las paredes dentinarias sellando herméticamente los conductos radiculares con una unión en bloque entre gutapercha-cemento-dentina, rellenando todas las irregularidades anatómicas del conducto radicular y previniendo que queden espacios o interfaces en las que pueda darse una filtración bacteriana o de fluidos orales. Para cumplir estos objetivos se han desarrollado selladores con características mejoradas de adhesión química y micromecánica como son los biocerámicos a base de silicato de calcio.

Objetivo: El propósito de este estudio fue comparar la fuerza de adhesión de dos cementos endodónticos a base de silicato de calcio Bio C Sealer y MTA Fillapex y de otro cemento de resina epóxica AH Plus. **Metodología:** Se obturaron 30 raíces de premolares inferiores divididas en tres grupos para sellarlas con gutapercha y los diferentes cementos con técnica de condensación vertical. De cada raíz por máquina de corte de precisión se cortaron transversalmente cinco discos que fueron sometidos a pruebas de expulsión *Push out*, por medio de la máquina de ensayos universal, para registrar la fuerza de adhesión de los cementos analizados en megapascales (MPa). El análisis estadístico se hizo por medio de la prueba de ANOVA de una vía y Bonferroni.

Resultados: Se demostró que el cemento Bio C Sealer (5,30 MPa) obtuvo la mayor fuerza de adhesión, seguido por AH Plus (3,40 MPa) y MTA Fillapex (1,39 MPa) que tuvo los resultados más bajos de adhesión, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. **Conclusión:** El cemento biocerámico Bio C Sealer tiene mayor fuerza de adhesión a las paredes de los conductos radiculares.

Palabras clave: fuerza de adhesión, cementos endodónticos, a base de silicato de calcio

Abstract

Objective: The purpose of this study was to compare the bond strength of Bio C Sealer and MTA Fillapex calcium silicate-based cements and another AH Plus epoxy resin cement. **Methodology:** The sealers of the study were divided into three groups to perform vertical condensation technique in the obturation of 30 inferior premolar roots, each root was cross sectioned with precision cutting machine in five slices that were subjected to push-out tests by means of the universal testing machine, to record the bond strength of the sealers analyzed in megapascals (MPa). Statistical analysis was done using the one-way ANOVA and Bonferroni tests. **Results:** it was shown that Bio C Sealer (5.30 MPa) obtained the highest adhesion strength, followed by AH Plus (3.40 MPa) and MTA Fillapex (1.39 MPa) which got the lowest bond strength with statistically significant differences between the groups. **Conclusion:** Bio C Sealer has greater bond strength to root canal walls

Keywords: Bond strength, endodontic sealers, calcium silicate-based sealers

INTRODUCCIÓN

La obturación endodóntica es el relleno del conducto radicular, instrumentado e irrigado anteriormente por un material de sellado hermético que se distribuirá en toda la anatomía interna radicular. La técnica de obturación más usada y aceptada en endodoncia es el uso de un material central en el conducto radicular, que es la gutapercha, y de un cemento o sellador de conductos que aisle o impida futuras filtraciones, pues la gutapercha no se adhiere por sí sola a las paredes de la dentina y requiere el uso de un sellador para hacerlo.¹ Hay una directa relación entre la fuerza de adhesión gutapercha-sellador-dentina y el éxito clínico, los materiales con baja resistencia de unión presentarán más espacios para reinfecciones y el fracaso del tratamiento.² Es por esta razón que el cemento endodóntico ideal debe mostrar una buena capacidad de sellado, tener adecuada fuerza adhesiva y cohesiva para mantener la obturación unida.¹

La fuerza de adhesión es la resistencia requerida por unidad de área de un material adhesivo para ser despegado de una superficie diferente como la dentina. Una buena adherencia se logra por uniones micromecánicas entre las estructuras y por intercambios químicos de moléculas del sellador, de la pared dentinal y de la gutapercha, denominándose unión en monobloque, que sella como una sola estructura el conducto. Una de las pruebas para analizar la fuerza de adhesión es la de expulsión o *Push-out*, que consiste en la medición de la fuerza de resistencia requerida para separar superficies adheridas en megapascales, por medio de una máquina de ensayos universal, que tiene un émbolo que ejerce cierta presión para separar los elementos y un *software* computarizado registrando dichas mediciones.³

Actualmente existen una gran variedad de cementos endodónticos adhesivos como, a base de resina epóxica el AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemania) que ha demostrado mayores fuerzas de unión a la dentina que otros cementos a base de óxido de zinc y eugenol o de ionómeros de vidrio o de hidróxido de calcio.¹ Recientemente se introdujo un nuevo sellador biocerámico el Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil), que reporta por el fabricante excelentes características como ser biocompatible, listo para usar, con alcalinidad pH 12.5, de alta radiopacidad, que no se contrae al fraguar y con las mismas interacciones biológicas que el MTA mineral trióxido agregado. Está compuesto por base de silicato de calcio, aluminato de calcio, óxido de calcio, óxido de zirconia, óxido de hierro, dióxido de silicio y un agente de dispersión. Una de sus características o indicaciones de uso principales es que necesita un ambiente húmedo para fraguar y endurecerse.⁴

Hasta el momento no hay muchas investigaciones sobre la capacidad de Bio-C Sealer para adherirse a las paredes de dentina, por lo que este estudio tiene como objetivo evaluar su fuerza de adhesión y compararlo con la de otros cementos selladores ampliamente usados.

Se consideró como hipótesis alternativa que el nuevo cemento sellador de conductos Bio-C Sealer tiene mayor fuerza de adhesión a la dentina que otros cementos selladores comúnmente usados como MTA Fillapex y AH Plus.

Materiales y métodos

Se utilizaron 30 premolares inferiores donados por profesionales odontólogos de diferentes consultorios privados de la ciudad de Guayaquil, seleccionados con criterios de inclusión como: ser unirradiculares, de un solo conducto amplio, de ápices maduros. Los dientes se lavaron con agua limpia y cepillo para retirar cualquier resto de tejido periodontal de la superficie y fueron almacenados en suero fisiológico a 4°C hasta el momento de su uso experimental.⁵ Posteriormente se seccionaron las coronas dentales a nivel de la unión amelocementaria con discos de diamante y micromotor de baja velocidad, para lograr una longitud radicular de 16mm, medidos desde el ápice de cada una de las piezas. La longitud de trabajo (LT) se estableció introduciendo una lima K #10 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza) en el conducto radicular hasta que fuera observada a través del foramen y a esa medida tentativa se redujo 1mm obtenido la longitud definitiva. Luego se procedió con la instrumentación e irrigación de los conductos radiculares; primero se preparó con técnica manual con limas tipo K #15 y #20 y se irrigó con hipoclorito de sodio al 5,25% entre cada lima, midiendo la aguja endodóntica a menos 3 milímetros de la LT para introducirla en el conducto con movimiento de bombeo depositando el irrigante simulando a la irrigación clínica con paciente.^{5,6} A continuación, se procedió con la instrumentación mecanizada, usando el sistema recíprocante Wave One Gold con limas Primary (25/.07) y Medium (35/.06) preparando los canales hasta LT intercalando entre cada lima con irrigación de hipoclorito de sodio al 5,25%. Como protocolo de irrigación se aplicó solución salina estéril al 0,9%, un lavado final de EDTA al 17% dejándolo actuar por 1 minuto, luego otro enjuague con suero fisiológico y finalmente una irrigación con hipoclorito de sodio; puesto que no se deben mezclar estas sustancias. Posteriormente se secaron los conductos con puntas de papel absorbente estériles propias del mismo sistema mecanizado tamaño Medium utilizada como lima de preparación final para proceder con la obturación de los canales.^{1 6 7}

La muestra se dividió en tres grupos de 10 dientes cada uno, para ejecutar la técnica de obturación vertical con conos de gutapercha del mismo sistema Wave One Gold tamaño Medium junto con los diferentes tipos de cementos de acuerdo a cada grupo de estudio. Se colocó la misma cantidad de cemento de 3mm en cada raíz, mediante la ayuda de una regla milimétrica sobre papel encerado para depositar la misma medida de cemento y luego proceder a su mezcla con espátula estéril y llevarlo con el cono de gutapercha en el interior del conducto. La muestra se dividió de la siguiente manera:

- Grupo 1: Obturados con técnica vertical con gutapercha y cemento Bio-C Sealer.
- Grupo 2: Obturados con técnica vertical con gutapercha y cemento MTA Fillapex.
- Grupo 3: Obturados con técnica vertical con gutapercha y cemento AH Plus.

La técnica de obturación vertical se hizo con sistema B&L alfa y beta, en aditamento alfa para el corte del cono principal la punta utilizada fue la #5506, y en el aditamento beta para el relleno del conducto con gutapercha termoplastificada se usó la punta

#23. Todas las muestras fueron selladas por cervical y apical con esmalte transparente para evitar filtraciones.



Figura 1. Muestra de los grupos de estudio.



Figura 2. Seccionamiento de la corona.



Figura 3. Instrumentación con sistema rotatorio.



Figura 4. Cementos Bio C S., MTA F., AHPlus.



Figura 5. Sistema B&L para el relleno vertical.

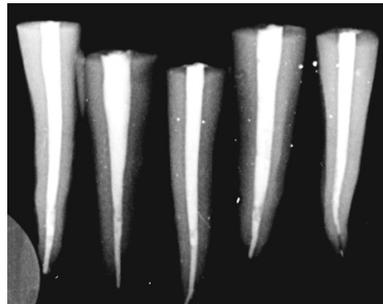


Figura 6. Radiografía periapical de conductos obturados.

Con el objetivo de simular las condiciones de boca, la muestra se colocó por siete días dentro de tubos de ensayo con suero fisiológico a 37°C y 100% de humedad en una incubadora facilitada por el laboratorio de odontología de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, dejando en este tiempo fraguar el cemento completamente como lo haría *in vivo*.⁸

Luego las muestras se secaron en papel absorbente y fueron llevadas a la máquina de corte de precisión Buehler, con el fin de obtener cortes en sentido transversal con espesores de 0,9mm-1,3mm. Para lograr cortes tan pequeños y precisos, las raíces se deben cubrir con cera godiva que le da estabilidad a la estructura y poder someterla a 5 cortes de cada raíz. La máquina de corte de precisión dispone de un disco de diamante de 0,3mm y trabaja a una velocidad de 300 rpm. Se almacenaron los cortes en placas de 96 pozos según el orden de corte y grupo al que pertenecen. Cada segmento transversal fue medido con un calibrador de discos para sacar su altura y archivarlos en programa Excel. Para obtener diámetro de los conductos se tomaron fotos claras de cada disco transversal junto a una regla milimétrica, tanto del lado cervical como del apical, con el fin de llevar estas imágenes al programa computarizado IMAGEJ, el cual transforma los pixeles que detecta en la foto en mediciones numéricas, en este caso, en milímetros los diámetros de los conductos obturados del lado cervical y apical. Los datos recolectados de cada disco fueron registrados ordenadamente en Excel.^{8,9}



Figura 7. Tubos de ensayo con muestra dentro de la incubadora.



Figura 8. Calibración de discos.

Después se realizó la prueba *Push out*, usando la máquina de ensayos universal; para esto se colocaron los discos con su cara cervical que es de mayor tamaño sobre la base de la máquina que presenta un orificio central para permitir la salida del material obturador, mientras el émbolo de acero inoxidable del equipo aplica una fuerza expulsiva medible en Newtons sobre el material obturador, a una velocidad constante de 0,5 mm por minuto, de tal manera que evite fracturar la dentina circundante. Por ello, para cada disco se seleccionó un émbolo específico con un diámetro que coincida con el del conducto obturado medido anteriormente. La fuerza se aplicó en sentido apico-coronario para asegurar la salida del material hacia el lado de mayor diámetro. La fuerza de expulsión calculada en cada disco se registró en Newtons en Excel.

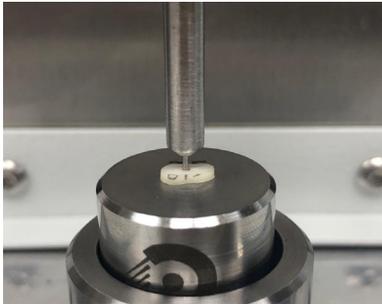


Figura 9. Prueba de Expulsión.

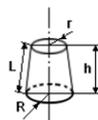


Figura 10. Disco después de expulsión.

Gracias al software computarizado de la máquina de ensayos universal se puede calcular la fuerza de adhesión o resistencia en megapascales (MPa), que presenta cada cemento, mediante la relación entre la fuerza de presión aplicada sobre un área, como se expone en la siguiente fórmula:

$$R (\text{Resistencia en MPa}) = \frac{F (\text{Fuerza de presión en Newtons N})}{A (\text{Área en metro cuadrado m}^2)}$$

Teniendo en cuenta que la F se mide en N por la máquina de ensayos a nivel del émbolo; se calculó el A sobre la cual actuó dicha fuerza. Esto se logró usando la ecuación matemática para el área de una forma geométrica de cilindro truncado debido a que los conductos radiculares obturados no tienen definida una forma circunferencial, que es la siguiente:



$$S_L = \pi(R+r) \cdot \sqrt{h^2 + (R-r)^2}$$

Figura 11. Ecuación para Cálculo del área de cilindro truncado.

SL= Área de cilindro truncado en mm².

π pi = 3,1416.

R= radio mayor en mm correspondiente a mitad del diámetro mayor en cara cervical.

r = radio menor en mm correspondiente a mitad del diámetro menor en cara apical.

h = altura o espesor en mm.

Esta fórmula para cada espécimen se realizó con Excel, obteniendo el área (A) del material obturado en mm² y se transformó a m², también en Excel para usarlos en el cálculo de la fuerza de resistencia (R) o adhesión de los cementos en MPa, (R en MPa=

F en N/ A en m²).

Con los resultados obtenidos de los programas computarizados también se hicieron datos promedios por diente y por cada grupo de estudio, que se sometieron a análisis estadísticos.

Resultados

Los resultados de media y desviación estándar de la fuerza de adhesión de los tres grupos evaluados revelaron que Bio C Sealer fue superior (5,30 MPa) que MTA Fillapex (1,39 MPa) y AH Plus (3,40 MPa), indicando que existe diferencia significativa en la fuerza de adhesión entre los tres grupos ($P < 0.05$).

Tabla 1. Promedio de fuerza de adhesión de los grupos experimentales

GRUPOS	N	MEDIA	DESV. EST.
Grupo 1: BCS	10	5,30 ^a	1,66
Grupo 2: MTAF	10	1,39 ^b	,66
Grupo 3: AHP	10	3,40 ^c	,85

*Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

En la tabla 2 de Post hoc Bonferroni, se identifican las medidas que difieren entre los grupos, y el grupo BCS tuvo el mayor resultado que el grupo MTAF con un valor de $P=0,000$ y que AHP con valor $P=0,003$, siendo también estadísticamente significativo ($P < 0.05$).

Tabla 2 Post Hoc Bonferroni de comparaciones múltiples

Grupo	Cemento	Diferencias medias	Desv. error	Significancia
BCS	MTAF	3,91	,511	,000
	AHP	1,89	,511	,003
MTAF	BCS	-3,91	,511	,000
	AHP	-2,01	,511	,002
AHP	BCS	-1,89	,511	,003
	MTAF	2,01	,511	,002

*Variable dependiente: MPa, valor $P < 0.05$

De acuerdo con los resultados obtenidos y evaluados, se acepta la hipótesis inicial del trabajo, que el cemento Bio C Sealer si presentó la mayor fuerza de adhesión a las paredes dentinales que los otros cementos, y MTA Fillapex mostró los valores más bajos de fuerza de adhesión.

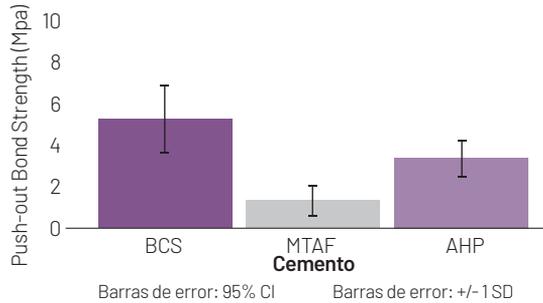


Figura 12. Cuadro estadístico que muestra diferencia significativa de fuerza de adhesión entre los grupos de estudio ($p < 0.05$).

Discusión

Para alcanzar el éxito en el tratamiento de endodoncia, la obturación de los conductos radiculares debe permitir un sellado hermético entre los materiales. Por medio de la prueba Push out, con la Máquina de ensayo universal que mide la fuerza de adhesión de los cementos con la dentina. Esta prueba ha sido considerada confiable en muchas investigaciones, pues se han podido utilizar muestras de pequeño tamaño incluso hasta de 1 mm de espesor sin presentar fracturas dentinarias a pesar de aplicar fuerzas de compresión fuertes.¹⁰

Según Tagger en su estudio del 2002 menciona que pueden existir algunas variables en la metodología que limitan la eficacia de la prueba *Push out*, como son manipulación de tejidos dentales, calibración del software del equipo, el programa de medición de imágenes, la técnica de irrigación, la técnica de obturación, el almacenamiento y mezcla del cemento, entre otras.¹¹ Por lo que, en el presente estudio, se manejó la estandarización de la muestra para disminuir las variables.

Los resultados de la actual investigación en *Push out* y fuerza de adhesión de los 3 cementos tuvo diferencias significativas ($P < 0.05$), y el cemento Bio C Sealer logró una ventaja frente a otros cementos, con un valor superior de 5,30 MPa de la fuerza adhesiva a las paredes dentinarias, seguido por AH Plus con 3,40 MPa y MTA Fillapex con los resultados más bajos de 1,39 MPa. Dichos resultados coinciden con muchas investigaciones previas con metodologías similares.

Por ejemplo, en un estudio de Sagsen en 2011, se comparó por *Push out* los cementos a base de silicato de calcio como: IRoot SP y MTA Fillapex, y demostró al igual que nuestro trabajo que el MTA Fillapex tiene los valores más bajos de fuerza de adhesión.¹²

Otra investigación realizada por Stelzer en 2014 comparó la fuerza de adhesión de cementos resinosos, el RealSeal SE y el AH Plus, con la variable metodológica de irrigación con diferentes soluciones como Clorhexidina, hipoclorito de sodio y EDTA. En los resultados se demostró que las sustancias irrigadoras no influyen sobre la fuerza de adhesión de los cementos.² Por lo que se consideró para la presente investigación usar una sola técnica de irrigación en todos los grupos, con irrigantes usados habitualmente en la práctica clínica como hipoclorito de sodio y EDTA, ya que su aplicación no interfiere con los resultados de la fuerza adhesiva de los cementos.

Ozkocak, en el 2015, realizó una investigación con prueba de expulsión de varios cementos como: AH Plus Jet (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany), EndoSequence BC Sealer (Brasseler, Savannah, GA) y RealSeal (SybronEndo, Orange, CA) y a la vez, con diferentes tratamientos en la dentina como con agua destilada, hidróxido de calcio, hipoclorito de sodio, EDTA y aplicación de láser Er: YAG. En todos los cementos se mostró mayor adhesión al haber sido preparados con quelante EDTA, y en las preparaciones con hipoclorito y láser, no hubo diferencias significativas.⁷ Lo que corrobora que es indispensable la aplicación del EDTA como solución irrigadora ya que elimina el barrillo dentinario y permite que el cemento fluya, hecho que no se dejó de lado en el protocolo de irrigación del presente estudio.

Es importante tener en cuenta que con los cementos adhesivos deben combinarse técnicas de obturación actuales, como condensación vertical de cono único o de onda continua. Y en la investigación realizada en 2015 por DeLong et al. demostró que los selladores biocerámicos tienen fuerzas de adhesión favorables cuando se usaron con técnica de cono único, mientras que la técnica de onda continua disminuyó la fuerza de unión de estos selladores. Por lo tanto, recomendó que los biocerámicos deben sellarse con técnica termoplástica, aunque las diferencias no fueron significativas.¹³ Sin embargo, esto difiere con los resultados de otro trabajo realizado por Ji Wook Jeong en el 2017, que investigó la relación entre las técnicas de obturación con la profundidad de penetración del cemento sellador en túbulos dentinarios, en la cual no se encontró influencia. Ese estudio usó cementos a base de silicato de calcio bajo tres técnicas de obturación: cono único CPoint, cono único de gutapercha y condensación vertical; pero no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la profundidad de penetración de los cementos en todos los grupos, lo que significa que la técnica de obturación utilizada con cementos biocerámicos no necesariamente influye en la penetración del sellador en los túbulos dentinarios.¹⁴ Razón por la que en la presente investigación se usó una sola técnica de obturación para todos los grupos de estudio.

Se puede analizar que los resultados significativos entre los cementos del presente estudio podrían deberse a la composición química y comportamientos físico de los selladores.

Referente a esto, Silva en el 2017 comparó las propiedades fisicoquímicas y biológicas de cementos biocerámicos y de otros, por medio de una revisión de publicaciones en Medline, PubMed, Scopus y Web of Science desde el 2009 hasta el 2016, basadas en 27 ensayos in vitro y en vivo en animales, que exponían propiedades de los cementos como la fuerza de adhesión a la dentina. Los resultados revelaron que, de nueve estudios de resistencia adhesiva con prueba de expulsión, en dos los biocerámicos (iRoot SP, EndoSequence BC) mostraron valores más altos que el cemento AH Plus; en seis estudios los valores fueron similares entre los cementos y en un solo estudio los valores de los biocerámicos fueron más bajos. Además, se evidenció buen rendimiento de los biocerámicos independientemente de la humedad o la presencia de debris, muy posiblemente a su naturaleza autoadhesiva que forma un enlace químico con la dentina por producción de hidroxiapatita durante el fraguado.¹⁵

En otro estudio que compara las propiedades fisicoquímicas de biocerámicos realizado por Lopes et al 2019, el cemento Bio C Sealer demostró que tiene alta fluidez, pero también tiene solubilidad, lo que se puede considerar una desventaja, pero su potencial bioactivo es una consecuencia de esta solubilidad, incluso después de fraguado. Es importante tomar en cuenta que la solubilidad de los materiales no representa ausencia de la estabilidad volumétrica, en donde Bio C Sealer solo tuvo un cambio volumétrico inferior al 2%.¹⁶

Como conclusión se podría decir que a pesar de que la solubilidad es superior al 10% su cambio en volumen es inferior a otros cementos, por lo que también se puede considerar una razón para los resultados de este estudio.

Conclusiones

- La fuerza de adhesión de los cementos endodónticos Bio C Sealer, MTA Fillapex y AH Plus fue de 5,30 MPa; 1,39 MPa y 3,40 MPa respectivamente.
- La diferencia estadística fue significativa al comparar los tres cementos. Estableciendo que Bio C Sealer obtuvo la mayor fuerza de adhesión a la dentina que otros cementos probados en el presente estudio.
- Las investigaciones previas el cemento MTA Fillapex tuvo baja fuerza de adhesión, lo que concuerda con este trabajo.
- Ya se ha destacado anteriormente los beneficios de los cementos biocerámicos, por lo que se puede indicar que el Bio C Sealer puede ser usado en las terapias endodónticas ya que sus propiedades auguran mejorías en los tratamientos.

Bibliografía

1. Seyda Ersahan, D. P. Dislocation Resistance of iRoot SP, a calcium Silicate-based sealer, from radicular dentine. *Journal of Endodontics*. 2010; 36(12), 1-3. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.037>
2. Reimund Stelzer, D. m.-G. Push-out bond strength of RealSeal SE and AH Plus after using different irrigation solutions. *Journal of Endodontics*. 2014; 1-4. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2014.05.001>
3. Afaf AL-Haddad, a. Z. Bioceramic-Based root canal sealers: A review. *International Journal of Biomaterials*, <http://doi.org/10.1155/2016/9753210>
4. Sergio López-García, A. L.-B.-G. Biological Effects of new Hydraulic Materials on human periodontal ligament stem cells. *PubMed*. 2019; 1-13. <http://doi.org/10.3390/jcm8081216>
5. Danielle Stiegemeier, D. J. Comparison of push out bond strengths of resilon with three different sealers. *Journal of Endodontics*. 2010; 1-4 <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.10.026>
6. Emre Nagas, D. P. Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *Journal of Endodontics*. 2012; 1-5. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2011.09.027>
7. Ismail Ozkocak, D. P. Evaluation of effects on the adhesion of various root canal sealers after Er:YAG Laser and irrigants are used on the dentin surface. *Journal of Endodontics*. 2015; 1-6. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2015.03.004>
8. Eloisa Assmann, D. R. Dentin bond strength of two mineral trioxide aggregate-based and one epoxy. *Journal of Endodontics*. 2012;1-3. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2011.10.018>
9. M. Ungor, E. O. Push out bond strengths: the epiphany-resilon endodontic obturation system compared with different pairings of epiphany, resilon, ah plus and guttapercha. *International Endodontic Journal*. 2006;1-5. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01132.x>
10. A. Jainaan, J. P. Push-out bond strengths of the dentine-sealer interfase with and without a main cone. *International Endodontic Journal*(40). 2007; (40), 882-90 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01308.x>
11. Michael Tagger, D. M. Measurement of Adhesion of Endodontic Sealers to Dentin. *Journal of Endodontics*. 2002;28, 351-354. <https://doi.org/10.1097/00004770-200205000-00001>
12. Christopher DeLong, D. J. The effect of obturation technique on the push out bond strength of calcium silicate sealers. *Journal of Endodontics*. 2015; 1-4. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.07.007>
13. Ji Wook Jeong, D. A.-J. Dentinal Tubule Penetration of a Calcium Silicate-based Root Canal Sealer with Different Obturation Methods. *Journal of Endodontics*. 2017; 1-5. <http://doi.org/10.1590/0103-6440202002829>
14. Luiza Helena Silva Almeida, M. D. Are premixed calcium silicate-based endodontic sealers comparable to conventional materials. A systematic review of in vitro studies. *Journal of Endodontics*. 2017; 1-9. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2016.11.019>
15. Cristiane Lopes Zordan-Bronzel, D. M.-F. Evaluation of physicochemical properties of a new calcium silicate bases sealer Bio-C Sealer. *Journal of Endodontics*. 2019; 1-5. <http://doi.org/10.1016/j.joen.2019.07.006>
16. B. Sagsen, Y. U. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *International Endodontic Journal*. 2011; 1088-1091. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01925.x>
17. I. S. Sonmez, D. S. Evaluation of push-out bond strength of a new MTA-based sealer. *PubMed*. 2013;14, 161-166. <https://doi.org/10.1007/s40368-013-0039-2>



18. James Brichko, B. D. Design Variability of the Push-out bond test in endodontic research: a systematic review. *Journal of Endodontics*, 2018; 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.05.003>
19. Prosthodontics, T. A. The Glossary of Prosthodontic Terms. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2017; 117, 1-105. <http://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.12.001>
20. Gisele Aihara Haragushiku, D. M.-N.-S. Adhesion of Endodontic Sealers to Human Root Dentine Submitted to Different Surface Treatments. *Photomedicine and Laser Surgery*, 2010; 28(3), 405-410. <https://doi.org/10.1089/pho.2008.2474>