

# COMPARACIÓN DE LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL ENTRE TRES CEMENTOS SELLADORES BIOCERÁMICOS, SIMULANDO ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO

COMPARISON OF THE  
DIMENSIONAL STABILITY BETWEEN  
THREE BIOCERAMIC SEALING CEMENTS,  
SIMULATING ACCELERATED  
ARTIFICIAL AGING



HIDALGO MOYA  
VIVIANA  
Odontóloga  
Especialista en Endodoncia  
Universidad San Francisco de Quito  
Quito - Ecuador.



TERÁN AYALA  
SILVANA  
Odontóloga  
Especialista en Endodoncia  
Universidad Central del Ecuador  
Coordinadora Posgrado de  
Endodoncia  
Universidad Central del Ecuador  
Docente Universidad  
San Francisco de Quito  
Quito - Ecuador



MALDONADO  
JOSÉ EDUARDO  
Odontólogo  
Especialista en Endodoncia  
Universidad San Francisco de Quito  
Coordinador Posgrado de  
Endodoncia  
Universidad San Francisco de Quito  
Docente Universidad  
San Francisco de Quito  
Quito - Ecuador



GUILLÉN GUILLÉN  
RAQUEL  
PhD en Ciencias Odontológicas  
Universidad Sao Paulo. Brasil  
Odontóloga  
Especialista en Endodoncia  
Universidad San Francisco de Quito.  
Docente Universidad  
Central del Ecuador  
Quito - Ecuador

Recibido: 21 de Agosto de 2022. Aceptado: 5 de Octubre de 2022  
Autor de correspondencia: Viviana Hidalgo Moya  
[hidalgovivi90@gmail.com](mailto:hidalgovivi90@gmail.com)



# R E S U M E N

La obturación del conducto radicular ofrece un sellado hermético y tridimensional de todo el sistema de conductos, evitando el paso de cualquier microorganismo. Un sellador con una buena estabilidad dimensional es un complemento en esta etapa. **Objetivos:** Comparar los cambios dimensionales que se pueden producir a nivel apical a largo plazo en los cementos selladores biocerámicos: BioRoot RCS, TotalFill y Bio-C Sealer, sometiendo las muestras a termociclaje. **Metodología:** 20 conductos uniradiculares divididos en 4 grupos (n=5). Longitud estandarizada de 14mm. Instrumentación mecánica con limas Reciproc Blue hasta R40. Cementos premezclados en jeringuillas inyectado directamente en conducto (TotalFill y Bio-C Sealer) cementos para preparar se siguió instrucciones de fabricante y contenido se introdujo en una jeringuilla para ser inyectados (BioRoot RCS y AH Plus). 1er examen tomográfico después de 7 días de muestras almacenadas en estufa incubadora. 2do examen tomográfico después de Termociclaje a 50 C y 55o C 20s en cada temperatura con total de 30.000 ciclos. Imágenes se miden en ImageJ. **Resultados:** BioRoot RCS media de contracción más baja de 0,797 mm, Bio C-Sealer de 0,90 mm, TotalFill de 0,894 mm y muestra control AH Plus de 0,926mm. ANOVA ( $p>0,05$ ), no se obtiene diferencias estadísticamente significativas. **Conclusión:** Los cementos biocerámicos estudiados presentan similar porcentaje de contracción, el cual no es superior al 1%.

**Palabras clave:** Silicato de calcio. Estabilidad dimensional. Tomografía. Termociclado.

## ABSTRACT

The root canal obturation offers a hermetic and three-dimensional seal of the entire root canal system, preventing the passage of any microorganism. A sealer with good dimensional stability is an adjunct at this stage. **Objectives:** To compare the dimensional changes that bioceramic sealing cements can produce at the apical level in the long term: BioRoot RCS, TotalFill and Bio-C Sealer, subjecting the samples to thermocycling. **Methodology:** 20 single root canals divided into 4 groups (n=5). Standardized length of 14mm. Mechanical instrumentation with Reciproc Blue files up to R40. Premixed cements in syringes injected directly into the canal (TotalFill and Bio-C Sealer). Preparation of cements followed the manufacturer's instructions and content was introduced into a syringe to be injected (BioRoot RCS and AH Plus). 1st tomographic examination after 7 days of samples stored in an incubator. 2nd tomographic examination after thermocycling at 50 C and 55o C for 20s at each temperature with a total of 30,000 cycles. Images are measured in ImageJ. **Results:** BioRoot RCS lowest mean shrinkage of 0.797mm, Bio C-Sealer of 0.90mm, TotalFill of 0.894mm and AH Plus control sample of 0.926mm. ANOVA ( $p>0.05$ ), no statistically significant differences are obtained. **Conclusion:** The studied bioceramic cements present a similar shrinkage percentage, which is not higher than 1%.

**Keywords:** Calcium silicate. Dimensional stability. Thermocycling. Tomography.

## INTRODUCCIÓN

La obturación de los conductos radiculares tiene un papel fundamental en el éxito de la terapia endodóntica a largo plazo. Por tanto, el uso de un cemento sellador de conductos radiculares con propiedades físicas y químicas adecuadas es de gran importancia para lograr un relleno hermético y tridimensional. (1)

La Organización Internacional de Normalización (ISO) 6876: 2001, estableció estándares en cuanto a la estabilidad o cambio dimensional que deben presentar los cementos selladores endodónticos, los cuales no deben presentar una expansión lineal mayor al 0,1 % y una contracción no mayor al 1 %. (2,3,4)

Algunos estudios mencionan estas propiedades en los cementos a base de silicato de calcio (Biocerámicos) introducidos hace no mucho tiempo. Además de algunas características mejoradas como: mejor estabilidad dimensional, debido a su capacidad de expansión de 0,002mm, no sufren contracción al fraguar y no se reabsorben. (5,6)

La estabilidad dimensional es importante en función del tiempo después de su fraguado, ya que una contracción va a constituir en un cambio dimensional el cual puede provocar espacios a lo largo de la unión cemento – dentina. Estos espacios pueden llegar a representar vías de comunicación o filtración de microorganismo y sus subproductos, determinando la calidad del selle; de manera especial a nivel de tercio apical, esto puede permitir una comunicación directa con fluido apicales, produciendo un fallo en el tratamiento endodóntico. (2)

Diversos tipos de cementos selladores han sido introducidos al mercado en diversas presentaciones, como: TotalFill BC Sealer (FKG, Suiza) y Bio-C Sealer (Angelus, Brasil) que son jeringas premezcladas listas para su uso las cuales presentan una reacción de fraguado al entrar en contacto con la humedad de túbulos

dentinarios formando un gel de silicato de calcio e hidróxido de calcio, proporcionando un precipitado de hidroxiapatita. BioRoot RCS (Septodont, Francia) es un cemento modificado a partir de Biodentine, basado en silicato tricálcico hidráulico; este se basa en una química innovadora de microagregados minerales conocida como “tecnología de biosilicato activo. Tabla 1 (3)

Una revisión sistemática realizada en 2016 cuyo objetivo fue comparar las propiedades físico, químicas y biológicas de los cementos basados en silicato tricálcico hidráulico, se incluyeron 27 estudios entre in vivo y ex vivo para su revisión, concluyeron que estos selladores presentaron superiores propiedades en comparación a selladores convencionales, esto a pesar de no presentarse estudios a largo plazo. (4)

Mediante el uso de un termociclador se procedió a realizar un estudio a largo plazo para el análisis de la estabilidad dimensional de distintos cementos bioceánicos en la región apical del conducto radicular, al ser esta zona sensible a cualquier cambio que se pueda producir en el paso del tiempo de un tratamiento de endodoncia realizado.

## METODOLOGÍA

El protocolo de estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad San Francisco de Quito. Se tomaron radiografías y se seleccionaron 20 dientes uniradiculares que cumplieran con criterios de inclusión como: raíces rectas con angulación de 0 a 5 grados según Schneider.

La muestra fue no probabilística al apoyarnos en los criterios de referencia del estudio de Milanovic,2020 (5), en el artículo Immediate and Long-Term Porosity of Calcium Silicate-Based Sealers, Las muestras fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 5 %. Mediante el

uso de ultrasonido se eliminó los restos de tejidos blandos y duros adheridos a la superficie radicular de las muestras. Se estandarizó la longitud de las muestras en 14mm, seccionando su parte coronal mediante disco de diamante y constante irrigación. Se procedió a la preparación química mecánica de las muestras con instrumentación manual hasta lima K-File #20 (DENTSPLY MAILLEFER) a -0,5mm de longitud establecida, se realizó una toma radiográfica para verificar longitud. Posteriormente se realizó la instrumentación rotatoria mediante Sistema Reciproc Blue (VDW), siguiendo la secuencia R25 y finalmente R40. Se usó motor X-Smart Plus (Dentsply-Sirona). La irrigación se realizó mediante hipoclorito de sodio al 5,25% (10 ml) activado con ultrasonido, y como irrigación final EDTA al 17% 3 ml por 3 min, seguido de 3ml de agua destilada.

Para la fase de obturación se dividieron al azar las muestras en 4 grupos e igualmente la asignación de los cementos a utilizar en cada grupo fue de manera aleatoria: G1 BioRoot RCS la preparación del cemento se realizó según las indicaciones del fabricante el cual menciona 1 cucharilla de polvo y 5 gotas de líquido para una consistencia homogénea. La mezcla se colocó en una jeringuilla de 3ml, mediante una punta indicada para entrar en conducto y se inyectó la mezcla a 0,5 mm de su longitud. El procedimiento se repitió hasta tener las 5 muestras obturadas.

Se realizaron toma radiográfica para verificar la obturación. Verificada la obturación se procedió a sellar la entrada cervical de los conductos con un cemento de ionómero de vidrio IONOSEAL (VOCO), para evitar alguna alteración de las muestras. Este grupo se le asignó color blanco para su identificación. G2 Bio-C Sealer Este cemento tiene una presentación premezclada, la cual mediante su punta de inserción se procedió a inyectar el cemento en el conducto a menos 0,5 de su longitud para evitar extrusiones. Rx de control, selle de entrada y asignación de color lila

para identificación. G3 TotalFill BC Sealer tuvo el mismo procedimiento que grupo 3 al ser jeringa premezclada. Se asignó color beige. G4 Control AH Plus este cemento tiene una presentación de pasta epóxica y pasta amina, con una proporción 1:1 para una mejor viscosidad. La mezcla se colocó en una jeringuilla de 3ml, y mediante una punta indicada para entrar en conducto se inyectó la mezcla a 0,5 mm de su longitud. El procedimiento se repitió hasta tener las 5 muestras obturadas. Rx de control, selle de entrada y asignación de color turquesa para identificación.

Las muestras se almacenaron en estufa incubadora a 37 °C y 100 % de humedad durante 7 días, para permitir el adecuado fraguado del cemento sellador. En el tomógrafo las muestras se analizaron en dos líneas de tiempo: Primer análisis después de 7 días mediante tomografía de alta resolución con parámetros propios del tomógrafo. Equipo NewTom HD con una corriente de 12,5 mA y 90 Kv. Un campo de visión de 6x6. El tamaño del Vóxel fue de 1,5 µm o 0,15mm con un espesor mínimo de los cortes de 75 micrones.

Después del primer análisis tomográfico las muestras fueron sometidas a envejecimiento acelerado, cada grupo se colocó en una bolsa de nylon para ser introducido a la máquina de termociclado; se utilizaron dos temperaturas. Inicial de 5 °C y una segunda bandeja a temperatura de 55 °C cada una por 20s según las indicaciones del termociclador OMC 300, Odeme Dental Research, Luzerna, SC, Brazil, completando 30.000 ciclos equivalente a 3 años de uso del material, transcurrido el tiempo de este procedimiento se realizó el segundo análisis tomográfico. (10,11)

Para la recolección de datos, las imágenes conseguidas se reconstruyeron en el programa NNT versión 14,0 y se transformaron en formato DICOM; para su medida se utilizó programa ImageJ. En el programa calibró una imagen referencia, en este caso de un corte axial para convertir

los píxeles en distancias (mm), en cada imagen se tomó en cuenta la estructura hipodensa que representa el material de obturación en el centro del conducto; se midió la longitud del material para ser usados mediante una fórmula y calcular los cambios dimensionales. Las imágenes analizadas se obtuvieron realizando cortes axiales de los mm2, mm3 y mm4 de cada muestra antes (primer análisis tomográfico) y después de su paso por termociclado 30.000 ciclos (segundo análisis tomográfico). Figura 1.

Se debe tomar en cuenta que, el cambio o estabilidad dimensional es la Contracción (-) o expansión (+) que sufre el material después de cierto tiempo. Para calcular los porcentajes de los cambios dimensionales se utilizó la siguiente fórmula:  $[(Lx \text{ días} - L) / L] \cdot 100$ , donde Lx es la longitud obtenida después de 30.000 ciclos en las condiciones experimentales y L es la longitud inicial de la muestra (2). De acuerdo Al punto 7,6 de la Norma ISO 6876:2001 No debe exceder el 0,1% de expansión o el 1% de contracción.

## RESULTADOS

Se realizó la comparación de la contracción de cada uno de los cementos. Dando como resultado que; La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 0,742 mm, con una desviación estándar de 0,299 mm, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 0,874 mm, con una desviación estándar de 0,078 mm, la muestra de Total Fill tiene una media de 0,904 mm, con una desviación estándar de 0,043 mm y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 0,914 mm, con una desviación estándar de 0,246 mm. De la prueba ANOVA, el valor del nivel de significación ( $p=$ ) es mayor a 0,05 ( $p>0,05$ ), luego no se tienen diferencias significativas entre la media de las muestras de los cementos. Tabla 2

En la formación de espacios de la superficie

de los cementos, en mm2 entre el examen tomográfico 1 y examen tomográfico 2. Se realizó la prueba de Kruskal Wallis, el valor del nivel de significación ( $p=$ ) es menor a 0,05 ( $p<0,05$ ), Si se obtienen diferencias significativas entre la media de las muestras de los cementos. Para determinar cuál de las medias de las muestras es diferente se realiza la prueba dos a dos de Kruskal Wallis. Se obtienen dos subconjuntos totalmente diferentes, con los menores valores esta la muestra de TotalFill con una media de 0,20 espacios (cercano a cero espacios) y con los mayores valores esta la muestra de BioRoot RCS (BR) con una media de 1 espacio en el examen tomográfico 2.

Para los mm3 y mm4 no se encontraron diferencias significativas en la formación de espacios entre el examen tomográfico 1 y examen tomográfico 2. Tabla 3

## DISCUSIÓN

Una correcta unión y ausencia de espacios entre el cemento sellador y la pared de dentina del conducto radicular mejora los resultados clínicos, en especial en el tercio apical de los conductos donde puede ser más susceptible dar paso a una filtración. (6)

Aunque estos selladores a base de silicato de calcio presenten propiedades físicas mejoradas como una buena estabilidad dimensional y su capacidad de expansión de 0,002 mm, algunos estudios mencionan que, presentan una ligera solubilidad y absorción de líquidos que con el paso del tiempo puede originar la pérdida de estas propiedades que han sido mejoradas y por ende la calidad, durabilidad y éxito de la terapia endodóntica. (7)

Un estudio presentado por Torres, 2020 (8) evaluó la solubilidad, cambio volumétrico y

la presencia de espacios en los selladores TotalFill BC, Sealer Plus BC y Bio-C Sealer y AH usando moldes circulares de plástico de 1,5mm de espesor y 7,75 mm de diámetro llenos de los diferentes cementos (n=6), después de 7 días en estufa incubadora sumergidos en 7,5 mL de agua destilada y al final colocados en desecador para obtener su masa final, fueron analizados por microtomografías computarizada.

Los cementos TotalFill BC, Sealer Plus BC y Bio-C Sealer no presentaron diferencias significativas entre sí en cuanto al cambio volumétrico a pesar de presentar una ligera solubilidad; a diferencia de AH Plus que presentó una menor solubilidad y menor cambio volumétrico en comparación a estos cementos. En cuanto a la presencia de espacios dentro del material no hubo diferencias significativas en el porcentaje de vacíos entre los grupos de estudio. En nuestro estudio a pesar de presentar una metodología diferente con periodo de tiempo de 30.000 ciclos o 3 años en termociclado y un cemento biocerámico diferente (TotalFill BC, BioRoot RCS y Bio-C Sealer) se obtuvieron resultados similares, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de cambio dimensional, entre estos cementos y el grupo control AH Plus.

En cuanto al porcentaje de espacios nuestros resultados mostraron una ligera diferencia significativa entre BioRoot RCS y los demás grupos de estudio a nivel del mm<sup>2</sup> apical.

En 2020 Milanovic (4) evalúa la presencia de porosidades o espacios entre cuatro cementos selladores (EndoSequence BC, BioRoot RCS, MTA Fillapex and AH Plus), utiliza 16 incisivos superiores (n=4) decoronados para obtener longitudes similares y obturados mediante técnica de cono único.

El análisis lo realizó con Microtomografía computarizada en tercio apical, medio y coronal en dos líneas de tiempo 7 días después de la

obtención y 6 meses después de sumergir las muestras en 5mL de solución de Hank.

Se observó la presencia de poros abiertos y poros cerrados en todas las muestras, BioRoot presentó espacios a nivel apical y coronal resultados similares se presentó en EndoSequence BC y AH Plus sin existir diferencias significativas entre estos; a diferencia de MTA Filapex que presentó un porcentaje elevado de poros en los tres tercios evaluados.

Del porcentaje total de poros encontrados el 0,5% pertenece a poros cerrados y el 99,5% a poros abiertos). Este estudio presenta una metodología similar a la nuestra, a pesar de no ser 100% similar; los resultados en cuanto a la presencia de espacios BioRoot presentó espacios cerrados en el mm<sup>2</sup> del tercio apical al igual que el estudio mencionado. Pero a nivel de mm<sup>3</sup> y mm<sup>4</sup> no se presentó una diferencia significativa entre los grupos de estudio.

Otro estudio realizado en 2020 por Milanezi (9) evalúan las propiedades fisicoquímicas (cambios volumétricos) y citotoxicidad de AH Plus, MTA Fillapex y TotalFill BC Sealer, para el cambio volumétrico utilizaron 30 dientes de acrílico con obturación de cono único evaluados a 168h, 360h y 720h después de ser sumergidos en agua destilada por medio de microCT.

Los cambios volumétricos presentados entre TotalFill BC Sealer y AH Plus fueron menores y sin diferencias significativas entre estos, a diferencia de MTA filapex que presentó mayor número de cambios volumétricos dando una diferencia significativa entre este y los dos cementos antes mencionados. Con nuestra metodología diferente se obtuvo un similar resultado ya que en nuestro estudio TotalFill BC Sealer y AH Plus también presentaron ligeros cambios dimensionales sin que estos sean estadísticamente significativos entre ellos y los demás cementos BioRoot RCS y Bio-C Sealer.

## CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones de este estudio los resultados demostraron que ningún cemento biocerámico presento una obturación homogénea libre de contracciones.

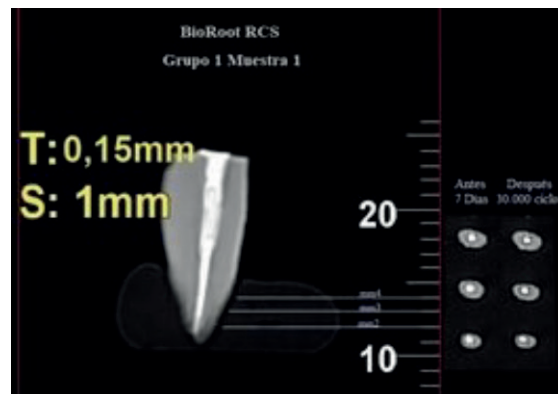
El estudio demostró que; aunque se presentaron porcentajes de contracción en cada grupo no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tres cementos biocerámicos ya que los tres presentaron porcentajes de contracción por debajo del 1% a nivel apical.

## ANEXOS

**Tabla 1**  
 Selladores endodónticos, casa comercial, composición y presentación

Sellador	Fabricante	Composición	Presentación
BioRoot RCS (BR)	Septodont, Saint Maur Des Fosses, Francia	Polvo: silicato tricálcico, óxido de circonio, excipientes líquidos: solución acuosa de calcio cloruro	Capsula polvo - líquido  Jeringa premezclada lista para uso
TotalFill BC Sealer	FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, Switzerland	El óxido de circonio, silicatos de calcio, fosfato monobásico de calcio, hidróxido de calcio, filler, agentes espesantes	Jeringa premezclada lista para uso
Bio-C Sealer	Angelus, Londrina, PR, Brasil	Silicatos de calcio, aluminato de calcio, óxido de calcio, óxido de circonio, óxido de hierro, dióxido de silicio, agente dispersante	

**Figura 1**  
 Cortes axiales mm2,3 y 4



**Tabla 2**  
Comparación de cementos total: Variación de la contracción (%)

Descriptivos								
Variación de la Contracción (%)							PRUEBA	
CEMENTOS	N	Media	D.E.	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	ANOVA (p=)
				Límite inferior	Límite superior			
BioRoot RCS (BR)	15	0,797	0,205	0,684	0,911	0,240	1,090	0,076
Bio C- Sealer (Angelus)	15	0,900	0,064	0,865	0,935	0,820	1,000	
Total Fill	15	0,894	0,065	0,858	0,930	0,740	0,990	
AH Plus (GRUPO CONTROL)	15	0,926	0,170	0,832	1,020	0,480	1,090	
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>0,879</b>	<b>0,146</b>	<b>0,842</b>	<b>0,917</b>	<b>0,240</b>	<b>1,090</b>	

**Tabla 3**  
Prueba dos a dos de Kruskal Wallis

Examen tomográfico 2. Formación de espacios. mm2			
CEMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Total Fill	5	0,20	
AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	0,40	0,40
Bio C- Sealer (Angelus)	5	0,80	0,80
BioRoot RCS (BR)	5		1,00
Sig.		0,148	0,148



## BIBLIOGRAFÍA

1. Donnermeyer D, Bürklein S, Dammaschke T, Schäfer E. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology*. 2019;; p. 421-436.
2. Carvalho-Júnior J, Correr-Sobrinho L, Correr A, Sinhoreti M, Consani S, Sousa-Neto M. Solubility and Dimensional Change after Setting of Root Canal Sealers: A Proposal for Smaller Dimensions of Test Samples. *J Endod*. 2007;; p. 1110-1116.
3. Simon S, Flouriot AC. The new biomaterial for root canal filling. *Case Studies Collection Septodont*. 2016;; p. 4-10.
4. Silva Almeida L, Moraes R, Dornelles R, Pappen F. Are Premixed Calcium Silicate-based Endodontic Sealers Comparable to Conventional Materials? A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod*. 2016;; p. 1-9.
5. Milanovic I, Milovanovic P, Antonijevic D, Dzeletovic B, Djuric M, Miletic V. Immediate and Long-Term Porosity of Calcium Silicate-Based Sealers. *J Endod*. 2020;; p. 1-9.
6. Canalda, C. & Brau, E. *Endodoncia: Técnicas Clínicas y Bases Científicas* Barcelona, España: Masson; 2014.
7. Esteves Torres F, Guerreiro-Tanomaru J, Bosso-Martelo R, Galletti Espir1 C, Camilleri J, Tanomaru-Filho. Solubility, Porosity, Dimensional and Volumetric Change of Endodontic Sealers. *Brazilian Dental Journal*. 2019;; p. 368-373.
8. Torres FFE, Zordan-Bronzel CL, Guerreiro-Tanomaru JM, Chavez-Andrade GM, Pinto JC, Tanomaru-Filho M. Effect of immersion in distilled water or. *Int Endod J*. 2020;; p. 385-91.
9. Milanezi Almeida M, Teles Rodrigues C, Arruda Matos A, Kildare-Teodoro K, Nogueira-Leal E, Hungaro Duarte MA, et al. Analysis of the physicochemical properties, cytotoxicity and volumetric changes of AH Plus, MTA Fillapex and TotalFill BC Sealer. *J Clin Exp Dent*. 2020;; p. 1058-65.
10. Tanomaru-Filho M, Esteves F, Chavez-Andrade G, De Almeida M, Navarro L, Guerreiro-Tanomaru. Physicochemical Properties and Volumetric Change of Silicone/ Bioactive Glass and Calcium Silicate-based Endodontic Sealers. *J Endod*. 2017;; p. 1-5.
11. Silva Almeida L, Moraes , Dornelles R, Geraldo F. Are Premixed Calcium Silicate-based Endodontic Sealers Comparable to Conventional Materials? A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod*. 2016;; p. 1-9.
12. Camilleri J. Will Bioceramics be the Future Root Canal Filling Materials? *Curr Oral Health Rep*. 2017;; p. 1-11.
13. Khalil I, Naaman A, Camilleri J. Properties of Tricalcium Silicate. *Properties of Tricalcium Silicate*. 2016;; p. 1529-1535.
14. Zordan-Bronzel CL, Esteves Torres FF, Tanomaru-Filho M, Chávez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. *J Endod*. 20119 Octubre; 45(10).