

Comparación de la penetración en los túbulos dentíales en el tercio apical de dos cementos endodónticos, BioC Sealer® y AH-Plus® mediante microscopio electrónico de barrido.

(SEM): un estudio in vitro

Catalina Rojas Quintero, Laura Viviana Camargo Robayo

Trabajo de grado para optar el título de Especialistas en Endodoncia

Director:

Dr. Julio César Avendaño Rueda

Odontólogo Magíster en Endodoncia

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División Ciencias de la Salud

Facultad de Odontología

2024

Contenido

1. Introducción.....	8
1.1 Planteamiento del problema	9
1.2 Justificación	10
2. Marco teórico	11
2.1 Marco conceptual	11
2.2 Marco referencial	13
3. Objetivos.....	15
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos específicos	15
4. Método	15
4.1 Tipo de estudio.....	15
4.2 Selección y descripción de participantes población	15
4.2.1 Poblacion de estudio	15
4.2.2 Muestra y tipo de muestreo	15
4.2.2.1 Muestra	15
4.2.2.2 Tipo de muestreo	15
4.2.3 Criterios de inclusión y exclusión	16
4.2.3.1 Criterios de inclusión	16
4.2.3.2 Criterios de exclusión	16
4.3 Variables	16
4.3.1 Variables independientes	16
4.3.2 Variables dependientes	16
4.4 Procedimiento	17
4.4.1 Preparación de la muestra	17

4.4.2 Tratamiento posterior a la endodoncia	20
4.4.3 Instrumento de recolección de datos	21
4.4.4 Calibración de las imágenes para la toma de la imagen	22
5. Cronograma de actividades	23
6. Presupuesto	23
7. Resultados	24
7.1 Análisis estadístico	24
8. Discusión	26
9. Conclusiones	28
Referencias	29

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Operacionalización de variables</i>	19
Tabla 2. <i>Cronograma de actividades</i>	27
Tabla 3. <i>Presupuesto del conjunto de actividades</i>	28

Lista de figuras

Figura 1. <i>Dientes para la muestra del estudio</i>	21
Figura 2. <i>Corte de la corona con disco de diamante</i>	21
Figura 3. <i>Radiografías de criterios de inclusión y exclusión</i>	21
Figura 4. <i>Preparación del conducto con el sistema reciprocante Wave One Gold (Dentsply Maillefer®)</i>	22
Figura 5. <i>Obturación con conos estandarizados</i>	22
Figura 6. <i>Almacenamiento de las muestras posterior a la obturación en Hygrobath® (instrumento para almacenar especímenes o dientes a temperatura y humedad controlada)</i>	23
Figura 7. <i>Observación en microscopia electrónica de barrido (SEM)</i>	24
Figura 8. <i>Calibración de las imágenes a 500x</i>	25
Figura 9. <i>Distancia de penetración dentro de los túbulos dentinales</i>	25
Figura 10. <i>Imagen SEM cemento Ahplus® a 2000x, 500x, 100x</i>	26
Figura 11. <i>Imagen SEM cemento BioC- Sealer® a 2000x, 500x, 100x</i>	26
Figura 12. <i>Boxplot de la distancia de penetración observada luego de aplicar cada uno de los cementos</i>	30

Resumen

La obturación tridimensional hermética de los conductos radiculares es esencial para el éxito del tratamiento endodóntico, ya que impide la reinfección por microorganismos. Los cementos selladores juegan un rol fundamental en este proceso. Este estudio in vitro compara la capacidad de penetración en los túbulos dentinales del tercio apical de dos cementos endodónticos, BioC Sealer® y AH-Plus®, mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). **Objetivo:** evaluar y comparar la distancia de penetración en los túbulos dentinales de BioC Sealer® y AH-Plus® en el tercio apical, determinando cuál de los dos cementos ofrece un mejor sellado. **Método:** se seleccionaron 30 dientes unirradiculares humanos, divididos aleatoriamente en dos grupos de 15 dientes, uno obturado con BioC Sealer® y el otro con AH-Plus®. Las muestras fueron procesadas, y la penetración de los cementos en los túbulos dentinales fue medida en micras utilizando SEM. El análisis estadístico incluyó la prueba T para muestras independientes. **Resultados:** ambos cementos mostraron penetración en los túbulos dentinales, siendo la penetración promedio de 285.87 μm para AH-Plus® y 265.97 μm para BioC Sealer®. Sin embargo, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los dos cementos (valor-p = 0.185). **Conclusiones:** tanto BioC Sealer® como AH-Plus® ofrecen una penetración adecuada en los túbulos dentinales del tercio apical. Aunque AH-Plus® presentó una penetración ligeramente mayor, esta diferencia no fue significativa, lo que sugiere que ambos cementos son opciones viables para el tratamiento endodóntico.

Palabras clave: BioC Sealer®, AH-Plus®, microscopía electrónica de barrido, cementos endodónticos, obturación apical.

Abstract

Tight three-dimensional obturation of root canals is essential for the success of endodontic treatment, since it prevents reinfection by microorganisms. Sealing cements play a fundamental role in this process. This in vitro study compares the penetration capacity of two endodontic cements, BioC Sealer® and AH-Plus®, into the dentinal tubules of the apical third by means of scanning electron microscopy (SEM). **Objective:** to evaluate and compare the penetration distance in the dentinal tubules of BioC Sealer® and AH-Plus® in the apical third, determining which of the two cements offers a better seal. **Methods:** thirty human uniradicular teeth were selected and randomly divided into two groups of 15 teeth, one filled with BioC Sealer® and the other with AH-Plus®. The samples were processed, and the penetration of the cements into the dentinal tubules was measured in microns using SEM. Statistical analysis included the t-test for independent samples. **Results:** both cements showed penetration into the dentinal tubules, the average penetration being 285.87 μm for AH-Plus® and 265.97 μm for BioC Sealer®. However, no statistically significant difference was found between the two cements ($p\text{-value} = 0.185$). **Conclusions:** both BioC Sealer® and AH-Plus® offer adequate penetration into the dentinal tubules of the apical third. Although AH-Plus® showed slightly better penetration, this difference was not significant, suggesting that both cements are viable options for endodontic treatment.

Key words: *BioC Sealer®, AH-Plus®, scanning electron microscopy, endodontic cements, apical filling.*

1. Introducción

La endodoncia es el campo de la odontología que estudia la morfología de la cavidad pulpar, la fisiología y la patología de la pulpa dental; así mismo, estudia la prevención y el tratamiento de las alteraciones pulpares y sus repercusiones sobre los tejidos periapicales (Soares y Goldberg, 2006).

Una obturación endodóntica adecuada se caracteriza por un relleno lo más hermético posible de la totalidad del conducto radicular sin sobrepasar el límite establecido, el cual es la constricción cemento-dentinal (CDC). Este relleno cuenta con un sello tridimensional, cuyo objetivo es eliminar filtraciones provenientes de la cavidad oral o de los tejidos perirradiculares. De esta manera, permite sellar dentro del sistema radicular todos los agentes irritantes que no son eliminados por completo durante la instrumentación endodóntica. Esto proporciona cicatrización, evita la microfiltración y la reinfección del conducto; a su vez, crea un medio favorable para lograr la preservación del diente y alcanzar el éxito del tratamiento a corto, mediano y largo plazo (Giudice-García y Torres-Navarro, 2011, pp. 166-174).

Ingle et ál. Informaron que el 58 % de los fracasos del tratamiento endodóntico pueden estar asociados a una obturación incompleta, lo que resulta en la filtración e invasión bacteriana de los conductos radiculares tratados y obturados hacia los tejidos periapicales (Sinha et ál., 2018, pp. 166-172).

En la actualidad, se cuenta con diferentes técnicas, dispositivos y materiales para la preparación del conducto radicular. El uso de estas herramientas ayuda a conseguir el sellado hermético, para así, evitar la filtración y favorecer la reparación de las lesiones periapicales. Por

lo anterior, es de gran importancia seleccionar un cemento sellador adecuado (Carrillo et ál., 2016, pp. 115-122).

En este sentido, los requisitos del material ideal para su uso en endodoncia se han vuelto integrales e incluyen las siguientes características: no tóxico, insoluble en fluidos tisulares, dimensionalmente estable, antibacteriano, conductor de tejido duro, biocompatible, radiopaco y fácil de manipular. Sin embargo, los materiales de relleno radicular y de restauración existentes, utilizados actualmente en endodoncia, no poseen todas las características deseadas (Wang, 2015, pp. 3-30).

El presente estudio tiene como propósito comparar la penetración en los túbulos dentíales de dos cementos selladores endodónticos: BioC Sealer® y AH-Plus® en el tercio apical. Para cumplir el objetivo, se realizó un estudio in vitro con microscopía electrónica de barrido.

1.1 Planteamiento del problema

El éxito del tratamiento endodóntico depende de una buena preparación biomecánica, de la desinfección intraconducto y de su correcto sellado tridimensional durante la obturación. Este último debe ser hermético e impermeable, a fin de crear un ambiente biológicamente estable. Este entorno se logra con una técnica de obturación correcta acompañada de un cemento sellador que, en conjunto, impida el ingreso de microorganismos (Chandra et ál. 2012).

Se ha identificado que el tercio apical es la zona que presenta mayor deficiencia en el sellado del conducto. Esto se debe a la anatomía del tercio apical, que presenta conductos accesorios y delta apicales (Saxena, et al. 2013) .

Los cementos selladores tienen una ventaja importante: el aislamiento de la fuente de nutrientes de las bacterias viables dentro de los túbulos dentíales (Shokouhinejad et ál., 2011),

sumado a su efecto antibacteriano (Heling et ál., 2011). Por lo tanto, el grado de penetración del cemento sellador en todo el conducto radicular, y en especial en el tercio apical, definirá en gran medida el éxito del tratamiento, considerando que esta área es sensible para el operador debido a su difícil acceso y a las dificultades que se presentan para desinfectarlo, conformarlo y obturarlo (Hungaro et ál., 2010). Según lo reporta la evidencia científica, la penetración en los túbulos dentinales de *E. faecalis* y *Cándida albicans* es de hasta 244 y 184 micras, respectivamente. Esta demostración indica que el cemento sellador utilizado durante la obturación endodóntica debe cumplir con niveles de penetración en los túbulos cercanos o iguales a la profundidad de alcance mencionada (Guzmán et ál., 2014).

A lo largo del tiempo, se han utilizado diferentes cementos para la obturación de conductos con el fin de encontrar la mejor opción para un tratamiento endodóntico exitoso a largo plazo. Es decir, un procedimiento que implemente la prevención de la reinfección (Ricucci et ál., 2018), y disminuya la filtración de fluidos que comprometerían la integridad del tratamiento (Haapasalo et ál., 2015). Actualmente, se están estudiando materiales que parecen tener buenas características biológicas y fisicoquímicas; estos son: los cementos biocerámicos (Debelian y Trope, 2016, pp. 70-80).

Dentro de los cementos biocerámicos se encuentra el cemento sellador endodóntico BioC Sealer®, un material que ha sido poco estudiado. Hasta el momento, se ha demostrado que, en la mayoría de los casos, resulta eficiente en la obturación de conductos radiculares; sin embargo, en la literatura científica se han documentado situaciones donde se ha asociado con fracasos en el tratamiento endodóntico. Algunos estudios han concluido que no proporciona un sellado adecuado, lo que genera microfiltración bacteriana y reinfección del conducto (Gandolfi et ál., 2015, pp. 43-60).

BioC Sealer® puede experimentar cierta retracción y desprendimiento de la interfaz diente-material, lo que podría contribuir a la filtración microbiana (Min et ál., 2021).

En endodoncia, BioC Sealer® se ha implementado por su alta biocompatibilidad, su actividad frente a los microorganismos y la capacidad de interactuar con el organismo. De esta manera, favorece la inducción de tejido para procesos de cicatrización gracias a su capacidad de reabsorberse (Chybowski et ál., 2018).

Considerando las referencias anteriores, este trabajo busca conocer y comparar la penetración en los túbulos dentíales de un cemento biocerámico con un cemento resinoso altamente estudiado, categorizado como el estándar de oro. Por lo tanto, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es la capacidad de penetración en los túbulos dentíales en el tercio apical del cemento sellador endodóntico BioC Sealer® comparado con AH-Plus®, en dientes naturales unirradiculares, ¿observados mediante microscopía electrónica de barrido (SEM)?

1.2 Justificación

Uno de los objetivos del tratamiento de endodoncia es preservar el diente, mediante la eliminación de bacterias y una obturación tridimensional, que permita un óptimo sellado apical e impida la filtración de microorganismos. Esto se logra mediante la utilización de gutapercha y un cemento obturador, el cual debe fluir lo suficiente en los túbulos dentíales para sepultar las bacterias que aún sobrevivan después de la preparación, conformación e irrigación (Kenneth et ál., 2012).

La obturación tridimensional del conducto radicular se logra por medio de una adecuada penetración del material sellador en los túbulos dentinarios, así, ocupa el espacio creado por la

preparación biomecánica, e incluye los conductos laterales, colaterales, accesorios y los propios del tercio apical, los cuales no se logran instrumentar por su anatomía (Muñoz et ál., 2018). Dicha característica de obturación proporciona un sello hermético apical, que evita la microfiltración bacteriana (Kishen et ál., 2006), lo que se asocia con una menor tasa de fracaso endodóntico (Siqueira et ál., 2007) y una mejor calidad radiográfica post-tratamiento, para así, realizar el seguimiento y evaluación de resultados clínicos (Gluskin et ál., 2002).

Diversos materiales y técnicas de obturación han sido propuestos para cumplir con el concepto de tridimensionalidad, pero ninguno ha logrado satisfacer todos los requerimientos para categorizarse en este concepto (Diz, 2020).

Actualmente, se han comenzado a utilizar materiales denominados cementos biocerámicos. El cemento biocerámico sellador BC Sealer® tiene poca evidencia científica, especialmente en su capacidad de penetración en los túbulos dentinales. Por tanto, será investigado para conocer sus características y comportamiento físico, con el fin de proporcionar un conocimiento nuevo y profundo sobre los materiales utilizados en endodoncia. De esta manera, se espera una selección precisa del material de acuerdo con el caso clínico, para así, abordar situaciones de alta complejidad y minimizar la tasa de eventos adversos o el fracaso del tratamiento endodóntico.

El cemento sellador AH-Plus® es uno de los materiales más utilizados y ha sido reconocido como el estándar de oro, debido a que, según estudios realizados, cumple con diferentes características que son ideales como:

- Excelente capacidad para lograr un sello hermético, su destacada eficacia en prevenir la microfiltración bacteriana y lograr el aislamiento de los conductos (Shipper et ál., 2005);

- Superior adhesión a las paredes del conducto en comparación con otros cementos selladores, lo que evita la disolución del material obturador (De-Deus et ál., 2006, pp. 1087-1090);
- Estabilidad química y dimensional, proporcionando mayor longevidad al tratamiento (Duarte et ál., 2014);
- Alta biocompatibilidad con baja incidencia de reacciones adversas (Keles et ál., 2018);
- Facilidad de manipulación y fluidez adecuada (Branda et ál., 2011).

2. Marco teórico

2.1 Marco conceptual

La pulpa dental es un tejido conectivo laxo, blando y vital que se encuentra en el interior de la cavidad pulpar de un diente (Hargreaves et ál., 2019). Cumple con diversas funciones, como la sensibilidad, la nutrición, la formación dentinaria, la defensa y la inmunidad (Bergenholtz et ál., 2005). Constituye un 25 % de materia orgánica y un 75 % de agua. La materia orgánica está compuesta por células, fibras y sustancia fundamental (Gentleman et ál., 1991).

El tejido que cubre la pulpa dental se denomina dentina; es un tejido mineralizado que forma la mayor parte de la estructura interna de un diente. Está compuesto principalmente de hidroxiapatita, colágeno y agua, lo que le confiere sus características mecánicas (Hargreaves et al., 2019).

Los túbulos dentíales, a menudo llamados simplemente “túbulos”, son estructuras microscópicas que atraviesan la dentina desde la pulpa dental hasta la superficie externa del diente. Estos túbulos dentíales son ocupados por proyecciones citoplasmáticas de células especializadas

llamadas odontoblastos, que están ubicadas en la pulpa dental. Los túbulos dentíales contienen líquido intersticial y extensiones neurales, lo que los hace responsables de la sensibilidad dental (Bergenholtz et al., 2005).

La obturación se define como la sustitución del contenido del conducto radicular y del espacio formado por la instrumentación biomecánica dada por un material que lo selle de forma permanente, tridimensional, hermética y estable. De esta manera, se cierra toda comunicación con la cavidad oral y la zona apical (Wennberg y Orstavik, 1990).

Un cemento sellador es un material utilizado para sellar el espacio entre la obturación del conducto radicular y las paredes del conducto radicular dental. Su principal función es prevenir la filtración de microorganismos y fluidos hacia el interior del conducto, lo que podría causar infección o fracaso del tratamiento endodóntico (Hargreaves et ál., 2019).

Los biocerámicos son materiales inorgánicos, no metálicos, biocompatibles y obtenidos mediante altas temperaturas, c. Están compuestos en su mayoría por alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, silicatos, vitrocerámica y fosfatos de calcio (Graunaite et ál., 2018, pp. 689-693).

En endodoncia, los biocerámicos se han implementado por su alta biocompatibilidad, su actividad frente a los microorganismos y su capacidad de interactuar con el organismo. Estos efectos favorecen la inducción de tejido para procesos de cicatrización, pues estimulan su capacidad de absorberse (Chybowski, et ál., 2018).

2.2 Marco referencial

Respecto a la penetración de los túbulos dentíales por parte de los cementos obturadores, se han realizado diversos estudios que analizan la penetración de los túbulos dentíales de diferentes cementos.

Inicialmente, podemos encontrar que Álvarez Pérez et ál. (2017) evaluaron, mediante microscopía electrónica de barrido, la penetración de MTA Fillapex®, cemento de Grossman (CG) y Top Seal® a lo largo del conducto radicular. Realizaron un estudio experimental in vitro con 36 dientes premolares humanos, divididos aleatoriamente en 3 grupos (n = 12), los cuales fueron preparados con la técnica endodóntica *Step Back*. Cada grupo se dividió en 2 subgrupos, utilizando como irrigante NaOCl al 2,5 %, así como NaOCl al 2,5 % + EDTA al 17 %. Los conductos fueron obturados con la técnica de condensación lateral y seccionados longitudinalmente para observar, mediante microscopía electrónica de barrido, a nivel de los tercios cervical, medio y apical, la penetración del cemento al interior de los túbulos dentinarios. En sus resultados, al comparar los cementos obturadores MTA Fillapex®, Top Seal® y el cemento de Grossman, utilizando como irrigante NaOCl + EDTA, se observó mayor penetración del cemento de Grossman. A nivel del tercio apical, se observó mayor penetración con el cemento Top Seal®. El cemento obturador MTA Fillapex® presentó mayor penetración a nivel del tercio apical al utilizar como irrigante NaOCl (Álvarez Pérez et ál., 2017).

Por su parte, Bustamante Reynoso et ál. (2016), en su estudio, evaluaron las fuerzas de adhesión de EndoSequence BC-Sealer® (BC; Brasseler EE. UU., Savannah, GA), comparándolo con un cemento a base de MTA (mineral trióxido agregado) MTA Fillapex® (Ángelus) y un cemento a base de resina epóxica AH-Plus® (DeTrey/Dentsply, Ballaigues, Suiza). Su objetivo fue comparar la adhesión hacia la dentina entre dientes obturados con la técnica de cono único (CU) BC-Sealer®, condensación lateral (CL) MTA Fillapex® y AH-Plus®. Se utilizaron 45 dientes extraídos uniradiculares, raíces palatinas de molares superiores y raíces distales de molares inferiores con conductos amplios y rectos. Estos dientes se dividieron al azar en 3 grupos (n = 15): el Grupo 1, BC-Sealer® CU; Grupo 2, MTA Fillapex® CL; Grupo 3, AH-Plus® CL. Las raíces

se seccionaron en especímenes de 4 mm de espesor en los tercios medio y apical, quedando 30 especímenes por grupo, y la fuerza de adhesión se midió usando un ensayo de compresión estandarizado. Los resultados arrojaron que el Grupo 1, BC-Sealer® CU, tuvo la fuerza de adhesión estadísticamente superior a la del Grupo 2, MTA Fillapex® CL, y del Grupo 3, AH-Plus® CL. En este caso, BC-Sealer® CU demostró ser el material con mejor adhesión en ambos tercios del conducto radicular, siendo significativamente más notable en el tercio medio, en comparación con MTA Fillapex® CL y AH-Plus® CL (Bustamante Reynoso et ál., 2016).

Hui-Min Zhou et ál. (2013) también evaluaron el cambio de pH, la viscosidad y otras propiedades físicas de dos nuevos selladores de conductos radiculares (MTA Fillapex® y Endosequence BC) en comparación con dos selladores a base de resina epoxi (AH-Plus® y ThermaSeal), un sellador a base de silicona (Gutta-Flow) y un sellador a base de óxido de zinc y eugenol (Pulp Canal Sealer). Se siguieron las especificaciones ISO 6876/2001. Se evaluó el cambio de pH de los selladores recién mezclados y fraguados durante períodos de un día y cinco semanas, respectivamente.

La viscosidad se investigó a diferentes velocidades de inyección (72, 10 y 5 mm/min) a temperatura ambiente. Se utilizó un sistema basado en jeringa que se fundamentó en el sistema de prueba universal de la serie Instron 3360. Los resultados arrojaron que el flujo, el cambio dimensional, la solubilidad y el espesor de la película de todos los selladores probados estuvieron de acuerdo con las recomendaciones de la norma ISO 6876/2001. El sellador MTA Fillapex® exhibió un mayor flujo que el sellador Endosequence BC, pues mostró los espesores de película más altos entre las muestras analizadas. El sellador Endosequence BC exhibió el valor más alto de solubilidad, que estuvo de acuerdo con la fracción de masa del 3 % recomendada por la norma ISO 6876/2001, a su vez, mostró un cambio dimensional aceptable. Los selladores MTA Fillapex®

y Endosequence BC presentaron en todo momento un pH alcalino. El pH de las muestras frescas de los selladores AH-Plus® y ThermaSeal fue alcalino al principio, pero disminuyó significativamente después de 24 horas. La viscosidad de los selladores probados aumentó con la disminución de las tasas de inyección. Los selladores probados fueron pseudoplásticos, de acuerdo con sus viscosidades determinadas en este estudio. Los selladores MTA Fillapex® y Endosequence BC poseían cada uno una estabilidad dimensional y de flujo comparable, pero un mayor espesor de película y solubilidad que los otros selladores probados (Hui-min Zhou et ál., 2013).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar la capacidad de penetración en los túbulos dentíales del tercio apical del cemento sellador endodóntico BioC Sealer® comparado con AH-Plus®, en dientes naturales unirradiculares observados por medio de microscopia electrónica de barrido SEM.

3.2 Objetivos específicos

- Observar la penetración del cemento sellador radicular BioC Sealer® en los túbulos dentíales ubicados en el tercio apical en dientes humanos.
- Determinar la penetración del cemento sellador radicular AH-Plus® en los túbulos dentíales ubicados en el tercio apical en dientes humanos.

Comparar la penetración de los cementos selladores radiculares BioC Sealer® con AH-Plus® en los túbulos dentíales.

4. Método

4.1 Tipo de estudio

Estudio cuasiexperimental, in vitro.

4.2 Selección y descripción de participantes población

4.2.1 Población de estudio

Dientes humanos con indicación de exodoncia por motivos de ortodoncia o enfermedad periodontal, unirradiculares.

4.2.2 Muestra y tipo de muestreo

4.2.2.1 Muestra.

La muestra estará conformada por 30 dientes unirradiculares.

4.2.2.2 Tipo de muestreo.

El muestreo es intencional por conveniencia, por tanto, la muestra deberá cumplir los criterios de inclusión definidos por los investigadores.

4.2.3 Criterios de inclusión y exclusión

4.2.3.1 Criterios de inclusión.

- Dientes con formación radicular completa y con cierre apical apropiado.
- Sistema de conductos único con buena definición radiográfica.
- Dientes con luz del conducto visible radiográficamente.

4.2.3.2 Criterios de exclusión.

- Dientes con fracturas radiculares.
- Dientes con reabsorciones radiculares.
- Dientes con curvaturas o dilaceraciones.

4.3 Variables

4.3.1 Variables independientes

- Cementos Selladores.
- Cemento BioC Sealer ® AH-Plus®.

4.3.2 Variables dependientes

- Penetración del cemento sellador endodóntico.

Tabla 1. *Operacionalización de variables.*

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR	VALORES
Sellador endodóntico	Independiente	Tipo de cemento sellador	Nominal Dicotómica	BioC Sealer AH-Plus®	BioCSealer AH-Plus®
Penetración del sellador endodóntico	Dependiente	Longitud expresada en micra (UM), penetración del sellador endodóntico en los túbulos dentinales.	Cuantitativa de razón	Microfotografía a la mayor penetración en el túbulo dentinario, emitida por microscopio electrónico de barrido.	Micra (UM)

4.4 Procedimiento

El presente estudio se presentó para su aprobación ante el Comité de Ética de la Universidad Santo Tomás, Posgrado de Endodoncia, Extensión Bogotá. En este sentido, se realizó la recolección de la muestra posterior a la firma del consentimiento informado de donación de órganos, previamente avalado, sustentado y evaluado por el Comité de Ética.

Se realizó una prueba piloto previa con cuatro dientes; se llevó a cabo la preparación de los especímenes, el protocolo de irrigación, y, finalmente, se obturó con técnica de condensación lateral cada sellador endodóntico investigado. Esto fue realizado por un endodoncista experto. A continuación, los dientes fueron procesados para su observación en microscopía electrónica de barrido (SEM), donde se calibró los procesos para la ejecución del estudio.

4.4.1 Preparación de la muestra

La fase uno comprendió la recolección de la muestra de un total de 30 dientes unirradiculares. Posteriormente, la muestra fue almacenada en formol al 10 % en un recipiente plástico rotulado, a temperatura ambiente.

Una vez se obtuvo el conteo total de la muestra, se limpió las superficies de los restos de tejido orgánico e inorgánico que presentaban en su capa externa. Para este procedimiento, se usó instrumentos como curetas de periodoncia y/o ultrasonido. Se tomó radiografías (FONA X70) previas al procedimiento en diferentes angulaciones con el fin de evaluar los criterios de inclusión; luego, se sumergieron las muestras en formol al 10 % durante una semana para asegurar su completa desinfección.

Figura 1. *Dientes para la muestra del estudio.*



Figura 2. *Corte de la corona con disco de diamante.*

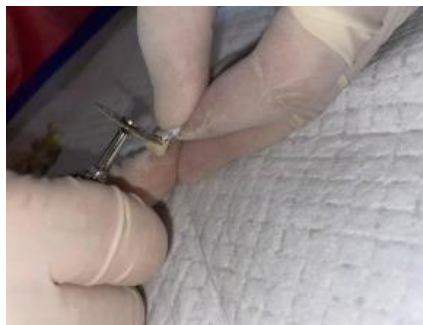


Figura 3. *Radiografías de criterios de inclusión y exclusión.*



Los dientes fueron cortados hasta estandarizar su longitud a 13 mm, medida desde la parte más apical de la raíz hacia la coronal. Para hacerlo, se utilizó un disco de carburo con respectiva irrigación.

Las muestras fueron divididas aleatoriamente en 15 dientes para BioC Sealer® y 15 dientes para AH-Plus®. Esta repartición se realizó mediante una muestra aleatoria en Excel, donde cada diente fue enumerado del número 1 al número 30. Una vez seleccionada la muestra, un mismo operador realizó el acceso y la conformación de las aperturas camerales. Este procedimiento se llevó a cabo en un intervalo de tiempo aproximado de 3 minutos por diente, en períodos de 18 minutos (6 dientes). Inmediatamente después de cada tiempo de apertura y conformación, se incluyó un tiempo de pausa activa de 8 minutos de duración, con el propósito de evitar errores en el procedimiento debido a la fatiga del operador.

Posteriormente, se removió el tejido pulpar restante con una lima tipo K #10. Se irrigó con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25 % utilizando una aguja tipo monojet calibre 27 con ventana lateral.

Los dientes fueron instrumentados con limas rotatorias del sistema Wave One Gold de tamaño adecuado a su anatomía; se irrigó con hipoclorito de sodio con una concentración del 5,25 % y EDTA al 17 %, secando con puntas de papel.

El operador experto obturó los especímenes con técnica de condensación lateral. Para este procedimiento, se utilizó conos de gutapercha convencional y los materiales a estudio, los cuales fueron manipulados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Figura 4. Preparación del conducto con el sistema reciprocante Wave One Gold (Dentsply Maillefer®).

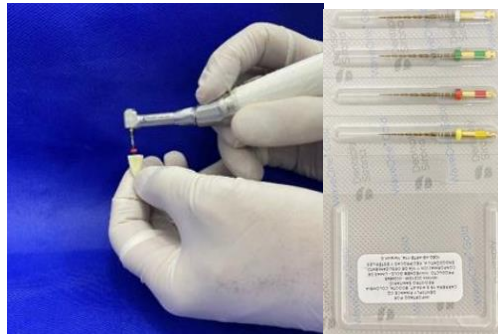
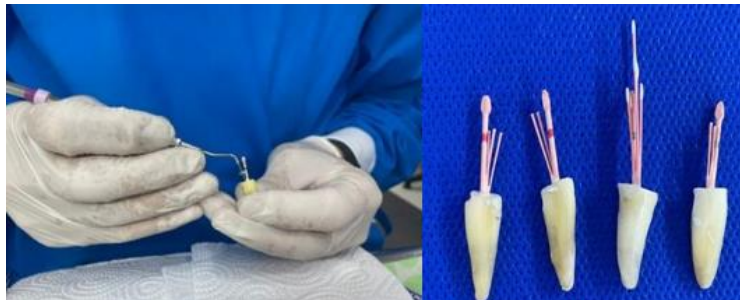


Figura 5. Obturación con conos estandarizados.



Los grupos experimentales fueron los siguientes: los dientes obturados del grupo 1 y 2 se mantuvieron a una temperatura de 37 °C y 100 % de humedad durante 72 horas, hasta lograr el fraguado completo del cemento (De La Torre Márquez et ál., 2020).

Figura 6. Almacenamiento de las muestras posterior a la obturación en Hygrobath® (instrumento para almacenar especímenes o dientes a temperatura y humedad controlada).



4.4.2 Tratamiento posterior a la endodoncia

Las muestras fueron llevadas a un centro de microscopía electrónica de barrido en la ciudad de Bogotá. Allí, a cada una de ellas se le realizó un corte transversal a 3 mm del extremo radicular para exponer la porción apical de la raíz, debido a que es la parte representativa y el objeto de estudio.

Este corte fue realizado por un equipo de la Universidad Nacional de Colombia; posteriormente, fue almacenado en tubos de ensayo por grupos hasta la observación en el microscopio de barrido.

Una vez que se retiró la humedad de las piezas dentarias, fueron observadas con un microscopio electrónico de barrido (SEM) marca EDAX, modelo Quanta 200 FEO, con un área activa de 10 mm² (EE. UU.) del centro de microscopía de la Universidad Nacional de Colombia, a una magnificación de 2000x, 100x y 500x. Se escogió la interfaz más clara entre raíz y cemento para observar la penetración o no del cemento en los túbulos dentíales.

Figura 7. *Observación en microscopía electrónica de barrido (SEM).*



La medición de las imágenes de la SEM se analizó en un programa de dominio público llamado Imagen J, por el medio del cual se realizó plugin de escaneo personalizado, análisis y procesamiento, usando el editor incluido en ImageJ y un compilador, con un diseñado con una arquitectura abierta que proporciona extensibilidad vía plugins Java y macros (macroinstrucciones) gravables.

Las imágenes se calibraron y se definieron la escala del píxel. Del mismo modo se establecen dimensiones ancho por alto (2048 pixeles x 1886 pixeles); seguido se introdujo distancia conocida en este caso 100.um, con definición de medida en (um). Finalmente se eligió la opción Global, para que todas las imágenes obtenidas en el estudio están calibradas con los mismos valores.

Figura 8. *Calibración de las imágenes a 500x.*



Tomada de: Programa ImageJ (2023).

4.4.3 Instrumento de recolección de datos

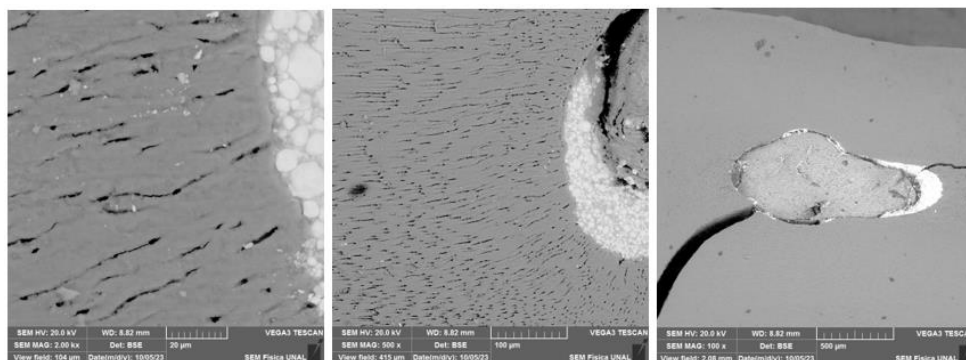
Figura 9. *Distancia de penetración dentro de los túbulos dentinales.*

Muestra	Distancia de penetración	AH-Plus	Muestra	Distancia de penetración	BioC-Sealer
1	265.742	A	1	231.505	B
2	241.465	A	2	243.898	B
3	213.910	A	3	219.300	B
4	233.617	A	4	294.080	B
5	247.128	A	5	289.783	B
6	300.848	A	6	274.127	B
7	294.396	A	7	330.456	B
8	324.830	A	8	303.581	B
9	268.088	A	9	234.607	B
10	361.498	A	10	276.657	B
11	291.403	A	11	290.879	B
12	268.709	A	12	250.706	B
13	301.007	A	13	209.522	B
14	353.601	A	14	308.005	B
15	321.876	A	15	232.517	B

Adaptado de: Programa ImageJ (2023).

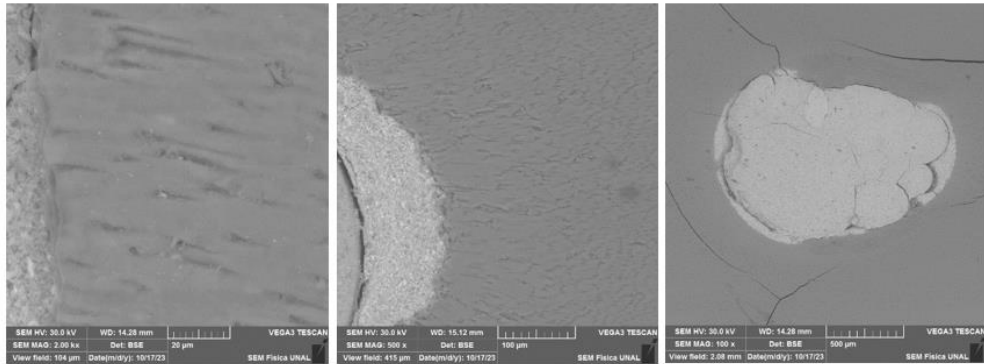
4.4.4 Calibración de las imágenes para la toma de la imagen

El diente se dividió en cuatro partes y se seleccionó el cuadrante más representativo para realizar la magnificación. Se procedió a escoger la interfase raíz/cemento más claro y se observó la distancia de penetración o no del cemento dentro de los túbulos dentinales. Cabe destacar que los resultados obtenidos fueron analizados e interpretados por un profesional estadístico.

Figura 10. *Imagen SEM cemento Ahplus® a 2000x, 500x, 100x.*

Adaptada de: Programa ImageJ (2023).

Figura 11. Imagen SEM cemento BioC- Sealer® a 2000x, 500x, 100x.



Adaptada de: Programa ImageJ (2023).

5. Cronograma de actividades

Tabla 2. Cronograma de actividades

Cronograma de ejecución	Fases																			
	2023										2024									
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	
Actividades																				
Selección del tema	x																			
Recopilación de datos		x																		
Elaboración de protocolo		x																		
Correcciones		x	x																	
Recopilación de datos		x	x																	
Correcciones			x	x	x															
Entrega del protocolo						x														
Sustentación								x												
Correcciones									x											
Análisis e interpretación									x											
Correcciones										x										
Recolección especímenes											x									
Preparación de las muestras												x								
Obturación de las muestras													x							
Almacenamiento														x						
Análisis de las muestras															x					
Recepción de los resultados																x				
Construcción del documento final																	x	x		
Presentación de la tesis																			x	

6. Presupuesto

Tabla 3. *Presupuesto del conjunto de actividades*

1. RECURSOS HUMANOS			
RUBRO	CANTIDAD	VALOR HORA	VALOR TOTAL
Estadístico	3 horas	380.000	1.140.000
Microscopía	7 horas	135.333	947.331
2. GASTOS GENERALES			
RUBRO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Cemento BioCSealer	1	135.000	135.000
Cemento AH-Plus®	1	290.000	290.000
Laboratorio	30	720.000	1.440.000
Sistema rotatorio	1	784.0000	784.000
Conos de gutapercha	30	40.000	1'200.000
Limas	2	340.000	680.000
			4'529.000

7. Resultados

7.1 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron procesados e interpretados por un profesional estadístico, quien realizó análisis mediante medidas de tendencia central, posición y forma, así mismo, los estudió de forma gráfica mediante un *boxplot*. Para comparar la distancia de penetración entre los dos cementos, utilizamos la prueba U de Mann-Whitney o la prueba T para pruebas independientes, dependiendo de si se satisface o no el supuesto de normalidad. La prueba de normalidad se calcula mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

La descripción de la distancia de penetración observada para cada uno de los cementos se presentó tanto en forma analítica (mediante medidas de tendencia central, posición y forma) como en forma gráfica (mediante un *boxplot*).

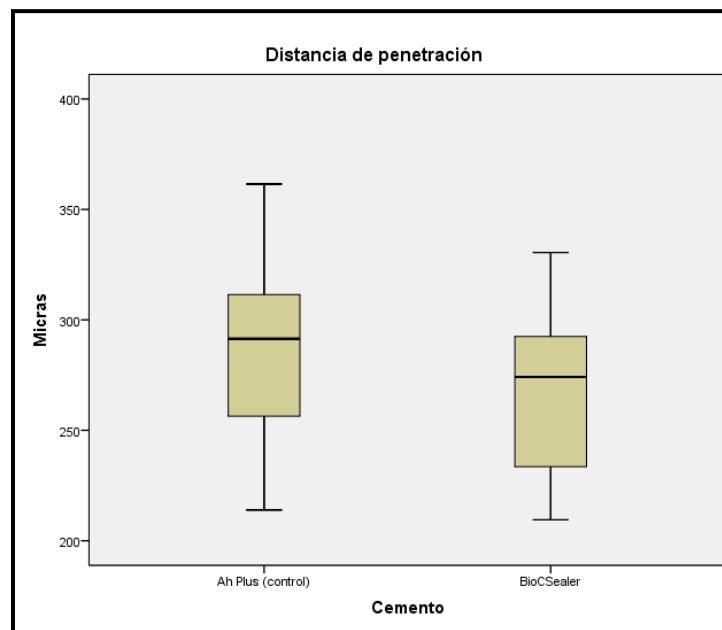
Los resultados que se presentan para este estudio se dividen en 2 partes.

La primera hace referencia a la descripción de la distancia de penetración observada luego de aplicar cada uno de los cementos en 15 piezas dentales unirradiculares distintas. Los resultados se presentan tanto en forma analítica (mediante medidas de tendencia central, posición y forma) como en forma gráfica (mediante un *boxplot*).

La segunda parte se refiere a la comparación de la distancia de penetración observada entre los dos cementos mediante la prueba U de Mann-Whitney o la prueba T para muestras independientes, previa verificación del supuesto de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk. En términos generales, la distancia de penetración (medida en micras) es menor cuando se utiliza el cemento BioC Sealer®. Al mismo tiempo, se observa gran variabilidad en la distancia, sin importar cuál de los dos cementos se haya utilizado (observada mediante la desviación estándar).

A una conclusión similar se llega luego de revisar el *boxplot* siguiente.

Figura 12. *Boxplot de la distancia de penetración observada luego de aplicar cada uno de los cementos.*



Adaptada por: Gil-Velázquez, análisis estadístico de resultados, (2023).

Los resultados de la prueba de normalidad muestran que el supuesto de normalidad se satisface en cada uno de los grupos (valor-p $\geq 0,05$), por lo cual la comparación de la distancia de separación entre los dos tipos de cementos utilizados (AH-Plus® y BioC Sealer®) se realizó mediante la prueba T para muestras independientes. Previo a realizar dicha prueba, se requiere evaluar el supuesto de homocedasticidad, lo cual se llevó a cabo mediante la prueba de Levene. En ese sentido, la prueba de Levene muestra que se satisface el supuesto de homocedasticidad (valor-p = 0,682).

Mediante la prueba T para muestras independientes, se concluye que no hay diferencia estadísticamente significativa en la distancia de penetración entre los dos cementos (valor de la estadística t = 1,36, valor-p = 0,185).

8. Discusión

Los cementos biocerámicos han sido ampliamente utilizados debido a su alta biocompatibilidad, bioactividad, capacidad oseointductiva y capacidad de lograr un selle hermético (Zhang et ál., 2013, pp. 923-929).

Es de gran importancia el grado de penetración del cemento en los túbulos dentinales debido a que proporciona el aislamiento de la fuente de nutrientes de las bacterias permitiendo sellar dentro del sistema radicular todos los agentes irritantes que no pueden ser eliminados completamente durante la instrumentación endodóntica. Esto proporciona cicatrización, evita la microfiltración y la reinfección del conducto; a su vez, crea un medio favorable para lograr la preservación del diente y alcanzar el éxito del tratamiento a corto, mediano y largo plazo (Giudice-García y Torres-Navarro, 2011, pp. 166-174).

El grado de penetración del cemento sellador en todo el conducto radicular, y en especial en el tercio apical, definirá en gran medida el éxito del tratamiento, considerando que esta área es sensible para el operador debido a su difícil acceso y a las dificultades que se presentan para desinfectarlo, conformarlo y obturarlo (Hungaro et ál., 2010).

Según lo reporta la evidencia científica, la penetración en los túbulos dentíales de *E. faecalis* y *Cándida albicans* es de hasta 244 y 184 micras, respectivamente. Esta demostración indica que el cemento sellador utilizado durante la obturación endodóntica debe cumplir con niveles de penetración en los túbulos cercanos o iguales a la profundidad de alcance mencionada (Guzmán et ál., 2014).

El grado de adhesión y penetración de los cementos selladores dentro de los túbulos dentíales es influenciado por diversos factores como sus propiedades físicas y químicas, la permeabilidad dentinal, la técnica de obturación, y la remoción del barrillo dentinario o smear layer (Arikatla et ál 2018).

Se ha demostrado que la eficacia de irrigación durante 1 minuto con EDTA al 17% es efectiva para la eliminación de smear layer, por lo cual en este estudio se aplicó dicho tiempo. Esto con el objetivo de eliminar el mayor número de interferencias que pudieran alterar la capacidad de penetración de los cementos objeto de estudio (Shokouhinejad, et ál, 2011).

En el presente estudio se observó que el cemento AH-Plus® presentó una mayor distancia de penetración en comparación con el cemento BioC Sealer® aunque no se encontró diferencia estadísticamente significativa. De tal manera, existe la posibilidad de lograr el sepultamiento de microorganismos como *Cándida albicans* y *E. faecalis*, considerando que, en algunas muestras, los cementos lograron una mayor penetración que dichos microorganismos.

Kim et ál. (2019) realizaron un estudio que evaluó la penetración del cemento AH-Plus® y un biocerámico (BioRoot®), en el cual encontraron que la penetración del AH-Plus® fue superior en el tercio apical. Este hallazgo coincide con los resultados de la presente investigación.

Mientras, Cáceres et ál. (2021) informaron que, al analizar la penetración entre el cemento BioC Sealer® y AH-Plus®, en todos los tercios, el BioC Sealer® presentó mayor penetración. Jaramillo y De la Torre (2020) evidenciaron que el biocerámico (BioRoot®) mostró mayor penetración en túbulos dentinales comparado con el cemento resinoso AH-Plus®. Estos resultados no coinciden con lo encontrado en el presente estudio, donde el AH plus tuvo mejor penetración en los tubulos que el cemento biocerámico, aunque sin diferencia estadísticamente significativa.

Un estudio de Pinto et ál. (2018) reportó que el cemento BioC Sealer® tiene una penetración significativamente mayor en los túbulos dentinales en comparación con el AH Plus. El estudio mostró que el BioC Sealer® no solo penetra más profundamente en los túbulos dentinales, sino que también se adhiere más eficazmente a las paredes dentinales, esto se debe a su viscosidad más baja y su naturaleza biocerámica, lo que puede resultar en un sellado más completo y una menor posibilidad de filtración (Pinto et ál., 2018).

Aunque ambos materiales proporcionan un buen sellado, el BioC Sealer® tiene una ventaja adicional debido a su capacidad de estimular la formación de una capa mineral en los túbulos dentinales, lo que puede contribuir a un sellado más eficaz a largo plazo (Lima et ál., 2016).

Independientemente del cemento, la penetración tubular es decreciente en sentido corono-apical. Lo anterior coincide con los hallazgos de diferentes estudios y puede atribuirse a que el número de túbulos y el acceso de los mismos es menor en la dentina apical, y a la presencia con mayor frecuencia de dentina esclerótica en este tercio (De la Torre Márquez et ál., 2020).

9. Conclusiones

En este artículo, bajo el método de estudio experimental y las condiciones del presente estudio, el grupo investigador concluyó que:

- Tanto el cemento endodóntico BioC Sealer® como el AH-Plus® presentan penetración dentinal en el 100 % de los dientes evaluados.
- El cemento AH-Plus® presenta levemente mayor distancia de penetración, en comparación con el BioC Sealer®. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa.
- No existe diferencia estadísticamente significativa en la distancia de penetración entre los dos cementos.
- Tanto el cemento BioC Sealer® como el AH-Plus® son recomendados para el tratamiento endodóntico en el tercio apical.
- El cemento BioC Sealer® requiere más estudios que evalúen el comportamiento de la penetración en los túbulos dentíales a nivel del tercio medio y coronal, de esta manera, se podrá verificar su capacidad de penetración en los túbulos dentíales.

Referencias

- Carrillo, V., Santana, B., González, V., Villarreal, G. y Jaramillo, F. et al. (2016). Estudio comparativo in vitro de la fuerza de adhesión sobre dentina de dos cementos selladores BC-Sealer® y AH-Plus®. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 37(2), 115-122.
- Chybowski, E. A., Glickman, G. N., Patel, Y., Fleury, A., Solomon, E. y He, J. (2018). Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-Cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. *J Endod.*

- De La Torre, M. B., Jaramillo, Y. C. (2020). Capacidad de adhesión y penetración del AH Plus ® vs BioRoot® visto con microscopía electrónica de barrido. Universidad Santo Tomas .
- Debelian, G. y Trope, M. (2016). The use of premixed bioceramic materials in endodontics. *Giornale Italiano Di Endodonzia*, 30(2), 70-80. <https://doi.org/10.1016/j.gien.2016.09.001>.
- De-Deus, G., Reis, C., Di Giorgi, K., Brandão, M. C., Audi, C. y Fidel, S. (2006). Interfacial adaptation of the Epiphany self-adhesive sealer to root dentin. *The Journal of Endodontics*, 32(11), 1087-1090.
- Diz, A. (2020). Comparación de la penetración entre los cementos selladores MTA Fillapex® y AH-Plus®. Recuperado en 2022 de Universidad Autónoma de Puebla: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/10296>.
- Gandolfi, M. G., Siboni, F., Botero, T., Bossù, M., Riccitiello, F. y Prati, C. (2015). Calcium silicate and calcium hydroxide materials for pulp capping: biointeractivity, porosity, solubility y bioactividad de las formulaciones actuales. *J Appl Biomater Funct Mater*, 13(1), 43-60. <https://doi.org/10.5301/jabfm.5000201>.
- Giudice-García, A. y Torres-Navarro, J. (2011). Endodontics filling — New filling systems: review of the literatura. *Rev Estomatol Herediana*, 21(3), 166-174.
- Graunaite, I., Skucaite, N., Lodiene, G., Agentiene, I. y Machiulskiene, V. (2018). Effect of resin-based and bioceramic root canal sealers on postoperative pain: A split-mouth randomized controlled trial. *J Endod*, 44(5), 689-693. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.02.010>.
- Saxena P., Gupta, SK, Newaska,r V. (2013) Biocompatibility of root-end filling materials: recent update. *Restor Dent Endod*. doi: 10.5395/rde.2013.38.3.119. Epub 2013 Aug 23. PMID: 24010077; PMCID: PMC3761119.

- Shokouhinejad, N., Sabeti, M., Gorjestani, H., Saghiri, MA., Lotfi, M. & Hoseini, A. (2011) Penetration of Epiphany, Epiphany self-etch, and AH Plus into dentinal tubules: a scanning electron microscopy study. *J Endod.* doi: 10.1016/j.joen.2011.05.002. Epub 2011 Jun 29. PMID: 21846557.
- Sinhal, S. et ál. (2018). Comparative evaluation of sealing ability of three different obturating technique. *Contemporary Clinical Dentistry*, 9(2), 166-172.
- Soares, I. y Goldberg, F. (2006). Endodoncia. Técnica y Fundamentos (1.^a ed.). Médica Panamericana.
- Wang, Z. (2015). Bioceramic materials in endodontics. *Endodontic Topics*, 32(1), 3-30. <https://doi.org/10.1111/etp.12075>.
- Zhang, S., Yang, X. y Fan, M. (2013). BioAggregate and iRoot BP Plus optimizan la proliferación y la capacidad de mineralización de las células de pulpa dental humana. *Int Endod J*, 46(10), 923-929. <https://doi.org/10.1111/iej.12082>.

Bogotá, 30 de noviembre de 2024

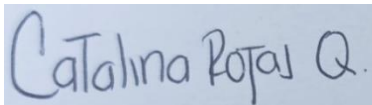
Señores:

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS


Respetados señores:

Por medio de la presente nos permitimos presentarles el trabajo de grado que ha sido aprobado y lleva por título Comparación de la Penetración Apical de BioC Sealer® y AH-Plus® en Túbulos Dentinales: Estudio In Vitro realizado por los estudiantes Catalina Rojas Quintero y Laura Viviana Camargo Robayo, residentes del Posgrado de Endodoncia de la Universidad Santo Tomas extensión Bogotá, como requisito para optar al título de especialista en endodoncia los cuales recibimos asesoría científica por parte del (los) Dr(es). Julio Cesar Avendaño Rueda y metodológica por parte de los Dres. Oscar Mauricio Jiménez Peña y Diana Parra Galvis.

Atentamente;



Catalina Rojas Quintero



Laura Viviana Camargo Robayo

Bogotá, 30 de noviembre del 2024

Señores:

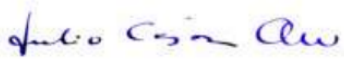
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

Respetados señores:

Por medio de la presente nos permitimos presentarles el trabajo de grado que ha sido aprobado y lleva por título Comparación de la Penetración Apical de BioC Sealer® y AH-Plus® en Túbulo Dentinales: Estudio In Vitro realizado por los estudiantes Catalina Rojas Quintero y Laura Viviana Camargo Robayo residentes del Posgrado de Endodoncia de la Universidad Santo Tomas extensión Bogotá, como requisito para optar al título de especialista en endodoncia, los cuales recibimos asesoría científica por parte del (los) Dr(es). Julio Cesar Avendaño Rueda y metodológica por parte de los Dres. Oscar Mauricio Jiménez Peña y Diana Parra Galvis.

Atentamente;

Dr(a).



Asesor(a) Científico(a)

Dr. Oscar Mauricio Jiménez Peña.

Asesor Metodológico.

Dra. Diana Parra Galvis

Asesora Metodológica

