

**Comparación de la penetración en los túbulos dentinales de dos cementos resinosos,
Vioseal® y AH-Plus® mediante microscopio electrónico de barrido (SEM): un estudio**

In Vitro

Diana R. Castellanos Herrera, Jhon A. Mesa Sanabria

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar título de
Especialista en Endodoncia**

Director

Dr. Julio César Avendaño Rueda

Magister en Endodoncia

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División Ciencias de la Salud

Especialización Endodoncia - Extensión Bogotá

21 de diciembre de 2023

Contenido

Comparación de la Penetración en los Túbulos Dentinales de dos Cementos Resinosos, Vioseal® y AH-Plus® mediante Microscopio Electrónico de barrido (SEM): Un Estudio In Vitro	8
1 Introducción	8
1.1 Planteamiento del problema	9
1.2 Objetivos.....	11
1.2.1 Objetivo general.....	11
1.2.2 Objetivos específicos	11
1.3 Justificación	12
2 Marco referencial	14
2.1 Marco teórico.....	14
2.2 Marco conceptual.....	16
3 Método	25
3.1 Tipo de estudio	25
3.1.1 Población de estudio	25
3.2 Muestra	25
3.2.1 Tipo de muestreo.....	25
3.3 Variables para estudiar	25
3.3.1 Variables independientes	25
3.3.2 Variables dependientes	25
3.4 Criterios de inclusión y exclusión.....	26
3.4.1 Criterios de inclusión	26
3.4.2 Criterios de Exclusión.....	26
3.5 Procedimiento.....	26
3.5.1 Preparación de la muestra:	27
3.5.2 Instrumentación de la muestra	29
3.5.3 Obturación de la muestra	30
3.5.4 Calibración de las imágenes para la toma de la imagen	34

3.6	Cronograma	35
3.7	Presupuesto	35
4	Resultados	36
4.1	Análisis estadístico	36
5	Discusión	39
6	Conclusiones	42
	Referencias	43

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Operacionalización de variables</i>	26
Tabla 2. <i>Formato de aleatorización Excel</i>	28
Tabla 3. <i>Registro de información obtenida del programa ImageJ</i>	34
Tabla 4. <i>Presupuesto del conjunto de actividades</i>	35
Tabla 5. <i>Distancia de penetración observada en cada uno de los cementos</i>	37
Tabla 6. <i>Prueba de normalidad</i>	39

Lista de figuras

Figura 1. <i>Dientes para la muestra del estudio</i>	27
Figura 2. <i>Determinación de la longitud de trabajo. Corte de la corona con disco de diamante</i>	28
Figura 3. <i>Radiografía de criterio de inclusión y exclusión</i>	28
Figura 4. <i>Preparación del conducto con el sistema reciprocante Wave One Gold (Dentsply Maillefer®)</i>	30
Figura 5. <i>Secado con puntas de papel</i>	30
Figura 6. <i>Obturación con conos estandarizados</i>	31
Figura 7. <i>Radiografía control de obturación y corte de gutapercha´</i>	31
Figura 8. <i>Almacenamiento de las muestras posterior a la obturación en Hygrobath® (instrumento para almacenar especímenes o dientes a temperatura y humedad controlada).</i>	32
Figura 9. <i>Estandarización y corte con maquina QUEHELER ISOMED 1000</i>	32
Figura 10. <i>Observación en microscopia electrónica de barrido (SEM)</i>	33
Figura 11. <i>Calibración de las imágenes</i>	33
Figura 12. <i>Imagen SEM cemento Ahplus® a 500x. Imagen SEM cemento Vioseal® a 500x ...</i>	35
Figura 13. <i>Cronograma de actividades</i>	35
Figura 14. <i>Porcentaje de dientes con penetración en los túbulos dentinales</i>	37
Figura 15. <i>Boxplot de la distancia de penetración observada en cada uno de los cementos</i>	38

Resumen

Introducción: Los selladores de conductos radiculares utilizados para obturar el espacio entre la gutapercha y las paredes dentinales en la terapia endodóntica han sido múltiples y diferentes, como los altamente estudiados AH-Plus® y otros recientes como el Vioseal® este último el cual tiene poca evidencia científica relacionada con la penetración en los túbulos dentinales **Objetivo:** Comparar la penetración en los túbulos dentinales, de dos cementos selladores endodónticos, Vioseal® vs AH-Plus® en el tercio apical mm4, por medio de un estudio in vitro con microscopía electrónica de barrido (SEM). **Método:** Estudio experimental invitro en 30 dientes unirradiculares humanos , se dividieron aleatoriamente en 2 grupos (n =15) Vioseal® (n= 15) AH-Plus® , los dientes se prepararon con limas rotatorias Wave One Gold, se obturaron con los dos cementos según el grupo al que pertenecen, se almacenaron a una temperatura de 37° C, 100% de humedad por 72 h, se secaron por 7 días, se cortaron en el milímetro 4, luego fueron observados en microscopía electrónica de barrido (SEM 500x), Se tomaron fotografías electrónicas de cada muestra, después se analizó la zona más representativa midiendo la profundidad de penetración en la interfase dentina - cemento sellador mediante el programa *Análisis del software ImageJ* **Plan de análisis estadístico:** La distancia de penetración observada se analizó de manera analítica mediante medidas de tendencia central, posición y forma gráfica mediante un boxplot, y para comparar la distancia de penetración entre los 2 cementos se utilizó la prueba u de Mann- Whitney o la prueba T para pruebas independientes , para comprobar si se satisface el supuesto de normalidad o no, se lleva a cabo la prueba de Shapiro Wilk. **Resultados:** La distancia de penetración (medida en um) es levemente mayor en el cemento Vioseal® (vista a través del promedio o la mediana (249,6) y para Ah-plus® (247,1). A la par se observa menor variabilidad en la distancia de penetración para el cemento Vioseal (observada mediante el rango intercuartílico o desviación estándar para Vioseal® 67,67 y Ah plus® 93,69 y se obtiene al mismo resultado luego de analizar el resultado del gráfico (*boxplot*). **Conclusión:** Vioseal® y Ah plus®, presentaron penetración en el 100% de los dientes evaluados, no existe diferencia estadísticamente significativa en la distancia de penetración entre los 2 cementos.

Palabras clave: *Cemento Resina Epoxi (AH-Plus® Vioseal®) Túbulos Dentinales, penetración dentinal, microscopía electrónica de barrido SEM.*

Abstract

Introduction: Root canal sealants used to fill the space between the gutta-percha and the dentinal walls in endodontic therapy have been multiple and different, such as the highly studied AH-Plus® and other recent ones such as Vioseal®, the latter of which has little scientific evidence related to penetration into the dentinal tubules. **Objective:** To compare the penetration into the dentinal tubules of two endodontic sealing cements, Vioseal® vs. AH-Plus® in the apical third mm4, through an in vitro study with electron microscopy sweeping. **Method:** Invitro experimental study in 30 human single-rooted teeth, they were randomly divided into 2 groups (n = 15) Vioseal® (n = 15) AH-Plus®, the teeth were prepared with Wave One Gold rotary files, they were filled with both cements according to the group, were stored at a temperature of 37° C, 100% humidity for 72 h, dried for 7 days, cut at millimeter 4, then observed in scanning electron microscopy (SEM 500x). Electronic photographs were taken of each root, then the most representative area was analyzed by measuring the depth of penetration in the dentin-cement sealant interface using the ImageJ software Analysis program. **Statistical analysis plan:** The observed penetration distance was analyzed analytically by measurements of central tendency, position and shape as graphically using a boxplot and to compare the penetration distance between the 2 cements, the Mann-Whitney u test or the T test for independent tests was used, in cases where the assumption of normality was met. is satisfied or not and the normality test is calculated using the shapiro wilk test. **Results:** the penetration distance (measured in um) is slightly greater in Vioseal® cement (viewed through the average or median (249.6) and for Ah-plus® (247.1). At the same time, less variability is observed in the distance for this cement (observed through the interquartile range or standard deviation for Vioseal® 67.67 and Ah plus® 93.69 and the same result is reached after analyzing the result of the graph (boxplot). **Conclusion:** Vioseal® and Ah plus®, presented penetration in 100% of the teeth evaluated, there is no statistically significant difference in the penetration distance between the 2 cements.

Keywords: *Spoxy Resin Cement, (AH-Plus® Vioseal®), dentinal tubules, dentinal penetration, SEM scanning electric microscopy*

**Comparación de la Penetración en los Túbulos Dentinales de dos Cementos Resinosos,
Vioseal® y AH-Plus® mediante Microscopio Electrónico de barrido (SEM): Un
Estudio In Vitro**

1 Introducción

Establecer un diagnóstico suficiente y seleccionar los casos adecuados basándose en la comprensión de los aspectos biológicos es uno de los principales objetivos de la terapia endodóntica. Esto, en combinación con la tecnología, forma la base para que se desarrolle el plan de tratamiento adecuado de acuerdo con las necesidades de cada entidad única.

Desde el punto de vista clínico, diversos factores influyen en la eficacia de un tratamiento. La complejidad anatómica del tercio apical, que suele causar molestias al operador, lo convierte en uno de los principales factores endodónticos que ha atraído más la atención de científicos y profesionales.

Para entrar en materia en el campo de la endodoncia, hay que comprenderla como la línea de la odontología que estudia la morfología de la cavidad pulpar, la fisiología y la patología de la pulpa dental, así como la prevención y el tratamiento de las alteraciones pulpares y de sus repercusiones sobre los tejidos periapicales (Soares y Goldberg, 2012).

Desde lo que propende el campo de la endodoncia Eraso y Muñoz, (2012, p.2) sugieren que “uno de los objetivos del tratamiento endodóntico es la obturación del conducto radicular para evitar la reinfección y la presencia de microorganismos dentro del conducto”. Esto bajo el propósito de crear un entorno fisiológicamente apropiado para el sellado apical y la reparación de tejidos.

Actualmente hay una amplia gama de métodos, equipos y materiales disponibles para

preparar el conducto radicular. Debido a esto, es pertinente la búsqueda de un sellador que proporcione un resultado idóneo, teniendo en cuenta que los selladores herméticos favorecen “a conseguir el selle hermético para evitar la filtración y ayudar a la reparación de lesiones periapical” (Diz, 2020, p.2)

De esta manera, uno de los factores importantes para un adecuado tratamiento endodóntico es la utilización de un cemento sellador que tenga propiedades favorables como fácil manipulación, radiopaco, bactericida, biocompatible y que su penetración en los túbulos dentinales sea lo más íntimo posible.

En cuanto a adhesividad del material de obturación a las paredes de la dentina, y como lo plantea Vega (2020), se requiere de conocer si la penetración de los selladores de conductos radiculares en los túbulos mejoraría el sellado del sistema, al aumentar la profundidad del contacto.

El presente estudio tiene como propósito comparar la penetración en los túbulos dentinales de dos cementos selladores endodónticos, Vioseal® vs el AH-Plus® en el tercio apical, por medio de un estudio in vitro con microscopia electrónica de barrido.

1.1 Planteamiento del problema

El éxito de la terapia endodóntica depende de una buena preparación biomecánica, la desinfección intraconducto, y de su correcto sellado durante la obturación.

Desde la perspectiva de Chandra (2012), este último elemento debe cumplir con un sentido hermético, tridimensional e impermeable; lo cual permite un ambiente biológicamente adecuado, conseguido por medio de una técnica de obturación adecuada que se acompañe con el uso de un cemento sellador que en conjunto impidan el ingreso de microorganismos.

Algunos autores como Akhava, et al. (2011), establecieron que una obturación del conducto radicular insuficiente e inadecuada lleva al fracaso del tratamiento de conductos en el 60% de los casos. Teniendo en cuenta los planteamientos de Saxena, et al. (2013), vislumbra la gran deficiencia que presenta el tercio apical en el selle del cemento precisamente gracias a los accidentes anatómicos de este mismo plasmando un conductos accesorio y deltas apicales.

Las propiedades de los selladores endodónticos los hacen populares y aceptados. Abordando otra de las ventajas de la implementación de cementos selladores se relaciona el aislamiento de la fuente de nutrientes de las bacterias viables dentro de los túbulos dentinales, como lo plantean Shokouhinejad, et al. (2011). Esto manfiesta su efecto antibacteriano.

Heling y Chandler (1996) reflexionaron que el grado de penetración del cemento sellador en todo el conducto radicular y en especial el tercio apical definirá en gran medida al éxito del tratamiento. Lo anterior sugiere que se debe tener en cuenta la sensibilidad de esta área en la labor del operador, debido a su difícil acceso y a las dificultades que se presentan para limpiarlo, conformarlo y obturarlo. (Hungaro, et al. 2010)

Asimismo, López, et al. (2021, p.20) comparten que “la penetración en los túbulos dentinales de *E. faecalis* y *Cándida Albicans* es de hasta 244 y 184 UM respectivamente”.

Lo anterior indica que el cemento sellador que se emplea en la obturación endodóntica debe tener niveles de penetración en los túbulos que sean cercanos o iguales a la profundidad de alcance especificada, como lo plantean Guzmán, et al. (2010).

La endodoncia siempre utiliza cemento sellador, independientemente de la técnica de preparación, el irrigante u operador. Por lo tanto, para decidir cuál utilizar, se debe conocer muy bien sus características. En el campo de la odontología, hay nuevos productos disponibles.

Uno de estos materiales es el cemento obturador de conductos radiculares a base de resina Vioseal®, que ha estado en el mercado durante pocos años y tiene poca evidencia científica. También hay cementos altamente estudiados y utilizados como el AH-Plus®, que ha ganado popularidad debido a sus propiedades químicas, físicas y biológicas.

Partiendo de ello, este trabajo busca conocer y comparar la penetración en los túbulos dentinales de un sellador endodóntico nuevo con otro altamente estudiado. Es así como nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la capacidad de penetración en los túbulos dentinales en el tercio apical del cemento sellador endodóntico Vioseal® comparado con AH-Plus®, en dientes naturales unirradiculares observados por medio de microscopia electrónica de barrido SEM?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

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

1.2.2 Objetivos específicos

- Observar la penetración del cemento sellador radicular Vioseal® en los túbulos dentinales en el tercio apical en dientes humanos.
- Identificar la penetración del cemento sellador radicular AH-Plus® en los túbulos

destínales en el tercio apical en dientes humanos.

- Comparar la penetración de los cementos selladores radiculares Vioseal® con AH-Plus® en los túbulos dentinales.

1.3 Justificación

Según Love y Jenkinson (2002) citados por Aguilar, T. (2004) se le atribuye como principal objetivo del tratamiento endodóntico el “eliminar los microorganismos del sistema de conductos radiculares y prevenir la infección o sobreinfección de la pulpa, del sistema de conductos radiculares y de los tejidos periapicales. Por lo tanto, el éxito del tratamiento de conductos dependerá del amplio conocimiento de los factores etiológicos del proceso de la enfermedad”.

Como aliado en este proceso se plasma la utilización de la gutapercha acompañada de un cemento obturador que fluya lo suficiente en los túbulos dentinales para sepultar bacterias que aun sobrevivan, teniendo en cuenta el planteamiento de Monardes, et al. (2014).

Por ende, este trabajo también explora el paradigma que contempla la obturación endodóntica y su finalidad: el relleno tridimensional del sistema de conductos radiculares a través de una adecuada penetración del material en los túbulos dentinarios.

A su vez, Erasmo y Muñoz, (2012) propusieron que debe ocuparse el volumen creado por la preparación biomecánica y rellenarse los espacios propios de la variada anatomía de los dientes, tales como conductos laterales, colaterales, accesorios y los propios del tercioapical secundarios y deltas apicales.

Siguiendo con posturas que sustentan lo propuesto en este trabajo de estudio, destaca las afirmaciones de Lubreto, et al. (2010, p. 1) que sostienen que “la obturación

endodóntica tiene por finalidad el relleno tridimensional de todos los espacios propios de la intrincada anatomía, a saber: anfractuosidades, conductos laterales, deltas apicales, etc.”

Estos últimos autores manifiestan que en cuanto a la tridimensionalidad, la penetración en los túbulos dentinales es una de las características importantes para tal fin.

Los selladores de conductos radiculares utilizados para obturar el espacio entre la gutapercha y las paredes dentinales en la terapia endodóntica han sido múltiples y diferentes, como los cementos a base de resina *epoxi* que en su mayoría.

Según Heling y Chandler (1996) estos selladores tienen características de fácil manipulación y muy buenas propiedades fisicoquímicas. Además se ha comprobado que cumplen con la mayoría de las características de un cemento ideal propuestas según Grossman. (Kenneth, 2012).

Actualmente existen selladores endodónticos que cuentan con una serie de propiedades que les permiten ser aceptados y ampliamente utilizado (Sanabria, et al, 2017). Sin embargo, en cuanto al cemento sellador Vioseal®, no se cuenta con un banco informativo amplio en español lo cual comprueba la poca evidencia científica, especialmente en su capacidad de penetración en los túbulos dentinales.

Debido a ello, se pretende abordar esta investigación con el fin de servir como insumo científico para que el profesional endodoncista pueda decidir si este material satisface las necesidades clínicas requeridas para su utilización en la práctica endodóntica con pacientes. Partiendo de que actualmente es poca la evidencia científica que evalúa la penetración dentinal de selladores endodónticos nuevos, se considera viable y pertinente este trabajo investigativo que propende por evaluar esta característica entre el cemento Vioseal® comparado con el cemento AH- Plus®, generando un aporte al campo de estudio y aplicación

de la endodoncia.

2 Marco referencial

2.1 Marco teórico

Con relación a la evaluación de la penetración de los túbulos dentinales por parte de los cementos obturadores se han realizado diversos estudios evaluando la penetración de los túbulos dentinales de diferentes cementos.

En esta exploración podemos encontrar que Alvear et, al. (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.

Ellos realizaron un estudio experimental in vitro, con 36 dientes premolares humanos divididos aleatoriamente en 3 grupos, (n= 12), los cuales fueron preparados con técnica endodóntica Step Back. Cada grupo se dividió en 2 subgrupos utilizando como irrigante NaOCl al 2,5%, al igual que NaOCl al 2,5% + EDTA al 17%.

Respecto al procedimiento, los conductos fueron obturados por ellos con técnica de condensación lateral, 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.

Dentro de sus resultados obtuvieron que al comparar los cementos obturadores MTA Fillapex, Top Seal® y 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 (Alvarez et al, 2017).

Por su parte, Bustamante (2016), en su estudio, evaluó 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 compararla adhesión hacia dentina entre dientes obturados con técnica de cono único (CU) BC- Sealer®, condensación lateral (CL) MTA Fillapex® y AHPlus®. En este proceso se utilizaron 45 dientes extraídos uniradiculares, raíces palatinas de molares superiores y raíces distales de molares inferiores con conductos amplios y rectos. Así pues, 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.

En materia de resultados, el estudio de Alvear et, al. (2017) arrojó que el Grupo 1, BC-Sealer® CU tuvo la fuerza de adhesión estadísticamente superiora; grupo 2, MTA Fillapex® CL; grupo 3, AH-Plus® CL. Donde BC- Sealer® CU demostró ser el material con mejor adhesión en ambos tercios del conducto radicular, siendo significativamente más notable en tercio medio, en comparación de MTA Fillapex® CL, y AH-Plus® CL.

Siguiendo con la línea de intervención, Zhou, et al. (2013) también evaluaron el cambio de pH, la viscosidad y otras propiedades físicas de 2 nuevos selladores de conductos radiculares (MTA Fillapex y Endosequence BC) en comparación con 2 selladores a base de resina epoxi (AH Plus y ThermanSeal). Para ello aplicaron un sellador a base de silicona. sellador (Gutta-Flow) y un sellador a base de óxido de zinc y eugenol (Pulp Canal Sealer).

En cuanto a las especificaciones ISO 6876/2001, evaluaron el cambio de pH de selladores recién mezclados y fraguados durante períodos de 1 día y 5 semanas, respectivamente. La viscosidad se investigó a diferentes velocidades de inyección (72, 10 y 5 mm/min) a temperatura ambiente utilizando un sistema basado en jeringa que se basó en el sistema de prueba universal de la serie Instron 3360.

Zhou, et al. (2013) en su estudio reflejaron 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*. Estos mostraron los espesores de película más altos entre las muestras analizadas de dicho trabajo.

A su vez, 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; además 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 ThermoSeal 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. Así, (Zhou, et al, 2013) demostraron que los selladores MTA Fillapex y *Endosequence BC* poseían cada uno una estabilidad dimensional y de flujo comparable, pero mayor espesor de película y solubilidad que los otros selladores probados.

2.2 Marco conceptual

Se abre el espectro conceptual, tomando en referencia lo que concierne a la pulpa,

donde Gómez, et al. (2013) afirmaron que consiste en:

Un tejido conectivo de variedad laxa ricamente vascularizado e innervado, que se encuentra contenido dentro del espacio central del diente y rodeado por dentina. Sus cuatro funciones son en principio, la formación y nutrición de la dentina e innervación y defensa del diente. (p.2)

La pulpa se encuentra constituida por un 25% de materia orgánica y un 75% de agua, la materia orgánica está compuesta por células como odontoblastos, fibroblastos, fibrocitos, macrófagos o histiocitos, células dendríticas, linfocitos, células mesenquimatosas indiferenciadas y mastocitos; por fibras (colágenas, reticulares y de oxitalano) y sustancia fundamental (glucosaminoglicanos, proteoglucanos, colágeno, elastina, interleucinas-1, fibronectina).

Entre algunas de las funciones de la pulpa dental se hallan la formativa, nutritiva, sensitiva y de protección; las cuales plasman Gettleman, et al. (1991) en su aporte a la literatura.

El tejido que cubre la pulpa dental se denomina dentina, es un mineralizado de color blanco amarillento que delimita la cavidad donde se encuentra el tejido pulpar del diente. Este se encuentra rodeado por esmalte en la zona de la corona y por cemento en la zona radicular; su espesor oscila entre 1 y 3 mm, sin embargo este puede variar en función, tanto del órgano dental del que se trate como de la localización donde este se encuentre.

Guzmán, et al. (2010) comparten a raíz de sus estudio que la materia inorgánica está constituida preferentemente por cristales de hidroxiapatita, mientras que la materia orgánica está compuesta de colágeno tipo I y de proteínas similares a las del hueso. De hecho su estructura está constituida por una por una matriz o dentina intertubular y peritubular.

Una de las variables principales del presente trabajo, es la que tiene que ver con los túbulos dentinario, los cuales según Canal y Brau, (2014) son estructuras cilíndricas, huecas, que se extienden desde la pulpa hasta el límite amelo dentinario, delimitadas por la dentina peritubular, muy mineralizada, la que tiene un espesor variable de 400 nm a la altura de la dentina circumpulpar y de 750 nm a la del manto.

A su vez, Gómez y Campos (2002) citados por Giono (2004) establecen que:

“estos túbulos tienen un trayecto en «S» itálica que se conoce como curvaturas primarias o mayores, de convexidad coronaria en la corona. Ésta en la raíz, es menos pronunciada y de convexidad pical, mientras que en el ápice los túbulos suelen ser rectos.” (p.11)

Por su parte, en todo su trayecto los túbulos presentan curvaturas secundarias o menores cada 12 mm, debidas al desplazamiento en espiral de los dentino blastos en sentido centrípeto al formar la dentina (Canal y Brau, 2014).

El número y el diámetro de los túbulos son variables y dependen del nivel. En la dentina circumpulpar hay unos 60.000 por milímetro cuadrado, con un diámetro de 4 mm, mientras que, en la dentina superficial, próxima al límite amelodentinario hay unos 15.000 por milímetro cuadrado y tienen un diámetro de 1,7 mm. De esta manera, los túbulos muestran ramificaciones colaterales o túbulos secundarios que contactan unos con otros, bifurcándose en sus extremos en la dentina superficial o en el manto.

En cuanto a los túbulos dentinarios, para Kenneth, (2012) se se refieren a los conjuntos que atraviesan todo el espesor de la dentina y van desde el límite amelo-dentinario o cemento-dentinario hasta la pulpa.

Respecto a su forma, estos tienen forma cónica, y su diámetro depende de la

dentina peritubular formada, siendo nula a nivel de la pulpa, siendo así el tejido pulpar el de mayor diámetro. A nivel de la corona recorren en forma de “S” y en la zona apical son rectos. (Kenneth, 2012)

Dada la relación de estos materiales y los agentes microbianos, según Chandra (2012) los microorganismos persisten en áreas tales como conductos laterales y los túbulos dentinarios debido a que estas áreas proporcionan protección contra acciones desinfectantes de irrigante como el hipoclorito de sodio y medicamentos de intraconducto como el hidróxido de calcio).

Lo anterior reafirma el principal objetivo del tratamiento endodóntico: la eliminación de microorganismos del espacio del conducto radicular y la prevención de la reinfección. Por ello el presente trabajo puede soportar que el éxito de la terapia endodóntica depende en gran medida de una buena preparación biomecánica, de una desinfección adecuada por medio de la irrigación del sistema de conductos radiculares y de su correcta obturación.

Siguiendo con el entorno referencia, es importante traer a colación el concepto de la obturación, la cual Villavicencio, (2018, p.10) definió como:

“el reemplazo del contenido del conducto radicular y del espacio creado por la instrumentación biomecánica, por un material que lo rellene en forma permanente, tridimensional y estable, cerrando toda comunicación con la cavidad oral y el periodonto apical.”

Es así como la persistencia de microorganismos en conductos laterales en túbulos dentinales y la presencia de exudados periapicales que se pueden filtrar hacia los conductos obturados que no están bien sellados, pueden generar a su vez una falla del tratamiento endodóntico. (Chandra, 2012)

Briceño, (2015) define al cemento sellador como un material plástico que puede ser base catalizador o polvo- líquido que se endurece para actuar como material de relleno en conjunto con el material sólido (gutapercha) a lo largo de todo el conducto radicular.

Lo anterior manifiesta que su función es eliminar la interfaz existente entre el material núcleo de relleno y las paredes dentinarias del conducto radicular con la finalidad de conseguir una obturación tridimensional.

De acuerdo con Grossman (1988), un buen cemento sellador debe reunir características como promover un sellado excelente una vez endurecido.

Por ello, debe producir adhesión adecuada entre las paredes del conducto y el material de obturación, ser radiopaco, no pigmentar el diente, ser estable dimensionalmente, ser fácil de mezclar e introducir a los conductos, ser fácilmente removido si es necesario y ser insoluble a los fluidos bucales. Del mismo modo ser bactericida o no favorecer el crecimiento bacteriano, además ser irritante a los tejidos periapicales, tener un fraguado lento para permitir tiempo de trabajo suficiente.

Entre sus efectos, básicamente el cemento sellador debe generar una respuesta inmune en los tejidos periapicales, no debe ser mutagénico ni carcinogénico, biocompatibles y ser tolerados por los tejidos perirradiculares. (Briceño, 2015). Después de ser colocado este debe ser capaz de fluir y penetrar en los túbulos dentinales y conductos accesorios. (Cohen y Hargreaves, 2007).

Para definir el rendimiento de un sellador endodóntico es necesario evaluar su capacidad para penetrar en los túbulos dentinarios y adherirse a la pared del conducto radicular. Algunos estudios como el de Virdee, et al. (2018) sugieren que una adecuada

penetración del cemento sellador en los túbulos dentinarios es posible después de una asertiva preparación mecánica de los conductos radiculares que eliminan el barrillo dentinario.

Ahora bien existen diferentes agentes quelantes para la remoción de los tags especialmente en el tercio apical. Uno de ellos es el ácido etilendiaminotetraacético EDTA al 17% el cual está incluido en varios protocolos de irrigación el cual en diferentes estudios se ha asociado a una mayor adhesión entre los cementos selladores con base en resina epóxica y la dentina, como plantean Cohen y Heargraves, (2007) y Angulo, (2018)

Por medio de la literatura plasmada a lo largo de este trabajo, podemos aterrizar los conceptos abordados y compartir la premisa de que el tercio apical es una estructura biológica de vital importancia, el cual está conformado por el tejido pulpar apical, la dentina apical, el cemento apical, el ligamento periodontal periapical, el hueso alveolar periapical y limite constricción cemento-dentina del conducto radicular. Cabe destacar que estas presentan múltiples variaciones anatómicas como lo son delta apical y conductos accesorios si no son penetrados de manera adecuada.

Respecto a los cementos selladores, es pertinente destacar su capacidad de penetrar en los túbulos dentinarios, lo cual crea una barrera física íntima con la superficie dental. Esta barrera mejora la retención del material de obturación y reduce la posibilidad de que las bacterias vuelvan a colonizar el conducto radicular. Esto conlleva a una relación directamente proporcional, en la que mientras más penetra un cemento sellador en los túbulos dentinarios, mayor será su efecto antibacteriano.

Otro ítem importante es la fluidez, la cual Zhou, et al. (2013) determinaron por la consistencia, tamaño de partícula, velocidad de cizallamiento, temperatura, tiempo y

diámetro interno del conducto radicular. Del mismo modo, establecieron que el tamaño de partícula y la consistencia de los selladores son los de más consideración en el proceso.

Continuando con los cementos selladores, Gentleman, et al. (1991) proponen algunas propiedades, como de los selladores de óxido, de zinc eugenol, que aunque tienen actividad antibacteriana, pueden llegar a presentar cierta toxicidad cuando se colocan directamente en tejidos vitales; los selladores basados en resina, los cuales tienen una fuerza de unión eficiente a la dentina; los selladores basados en hidróxido de calcio, que presentan biocompatibilidad, baja citotoxicidad y propiedades antimicrobianas; recientemente los selladores basados en MTA presentan excelentes propiedades fisicoquímicas; y los cementos biocerámicos que muestran pH alcalino, actividad antibacteriana, radiopacidad y biocompatibilidad.

A día de hoy, se han creado diferentes cementos selladores y algunos de ellos a base de *resina epoxi*. Estos nuevos productos tienen como objetivo brindar otras opciones para la obturación endodóntica, por lo que es de vital importancia conocer sus diferentes propiedades y características y de acuerdo con ello, definir cuál es más apropiado utilizar.

Cabe destacar que los cementos a base de resina son una combinación macromolecular sintética del grupo de resinas epoxi. Estos cementos se indican con frecuencia por su excelente adherencia a la dentina; aspecto que ha sido adjudicado a la presencia de resina en su fórmula. Esta adhesividad otorga a los cementos de este grupo propiedades de sellado apical sobresaliente.

A esto, según Ordinola, et al. (2009) también se le atribuyen propiedades fisicoquímicas: estabilidad dimensional, radiopacidad satisfactoria, adhesividad y

solubilidad. Entre los cementos a base de resina encontramos: Vioseal® y AH-Plus®.

En cuanto a Vioseal®, Salas (2022) afirma lo siguiente:

“Es un sellador para conducto a base de resina epoxi, cumple la función deseada sellando herméticamente el conducto, presentando radiopacidad, siendo insoluble en fluidos. Se adhiere entre el espacio del material y la pared del canal, en su contenido tiene pasta en una jeringa doble, suaviza al momento de colocar la gutapercha y es de fácil colocación.” (p.24). Por consiguiente, se puede inferir que posee buenas propiedades químicas y físicas, incluyendo propiedades de sellado y biocompatibilidad.

Descripción:

- Biocompatibilidad.
- Radiopacidad adecuada
- Insoluble a los fluidos de los tejidos.
- Lubricante del conducto facilitando la inserción de la gutapercha
- Sellado hermético
- Fácil de mezclar pasta-pasta
- Antimicrobiano

Indicaciones:

- Obturación permanente de los conductos radiculares en combinación con puntas de obturación.
- Lubricación y sellado
- Agente de adhesión entre GP y pared del conducto radicular

Salas (2022) citando a Asawaworarit, et al. (2016, p.25) también comparte que

el AH plus es una versión mejorada del AH 26, llegando este a reemplazar por su mejora en cuanto a la liberación de formaldeído siendo menor en cantidad, según estudios siendo de (0,00039% ppm), lo que a largo plazo resulta menos tóxico, pero a su vez lo hace un poco menos antimicrobiano.

Características:

- Tiempo de trabajo prolongado, se endurece entre las 24 – 48 horas
- Contracción y solubilidad extremadamente bajas
- resistente a la penetración bacteriana
- Radiopaco

Presentación: Pasta a pasta

Pasta A

- Resina epoxi de Bisfenol-A
- Resina epoxi de Bisfenol-F
- Tungstenato de calcio
- Oxido de zirconio
- Sílice
- Óxido de hierro

Pasta B

- Dibenzil- diamina
- Aminoadamantino
- Triciclo-decano-diamina
- Tungstenato de calcio
- Oxido de zirconio

3 Método

3.1 Tipo de estudio

Estudio experimental, in vitro.

3.1.1 Población de estudio

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

3.2 Muestra

La muestra estuvo conformada por 30 dientes unirradiculares.

3.2.1 Tipo de muestreo

El muestreo fue intencional por conveniencia donde la muestra debió cumplir con los criterios de inclusión definidos por los investigadores.

3.3 Variables para estudiar

3.3.1 Variables independientes

Cementos Selladores cemento Vioseal® - AH-Plus®

3.3.2 Variables dependientes

Penetración del sellador endodóntico.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Tipo de variable	Definición	Tipo	Indicador	Escala de medición	Valores
Sellador Endodonticos	Independiente	Tipo de cemento sellador	Cualitativa	Vioseal o AH Plus	Nominal Dicotómica	AH Plus Vioseal
Penetración del sellador endodonticos	Dependiente	longitud expresada en (UM), penetración del sellador endodonticos en los túbulos destinales	cuantitativa continua	microfotografía emitida por microscopio electrónico de barrido, a la mayor penetración en el túbulo dentinario	Razón	Micrómetro (Um)

Nota: Esta tabla se describe el tipo de variables a utilizar en el estudio detallando sus características.

3.4 Criterios de inclusión y exclusión

3.4.1 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.

3.4.2 Criterios de Exclusión

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

3.5 Procedimiento

Se realizó una prueba piloto previa con 6 dientes. Inició con la preparación de los especímenes, protocolo de irrigación, posteriormente se obturó con técnica de condensación

lateral con cada sellador endodóntico investigado. Este paso se realizará por un endodoncista experto; seguidamente los dientes fueron procesados para su observación en microscopia electrónica de barrido SEM, en donde calibramos los procesos y a los operadores para la ejecución del estudio.

3.5.1 Preparación de la muestra:

Los dientes utilizados en esta investigación fueron donados por el estudio de Bermúdez y La Rotta (2023). Se realizó prueba piloto con 6 dientes unirradiculares humanos los cuales se procesaron de la siguiente manera (decoronación con disco de carburo, preparación con limas rotatorias Wave One Gold, irrigación con NaOCI al 5,25%, EDTA al 17%, Obturación con cemento AH-Plus®, Vioseal®) y técnica de condensación lateral a cargo del endodoncista experto.

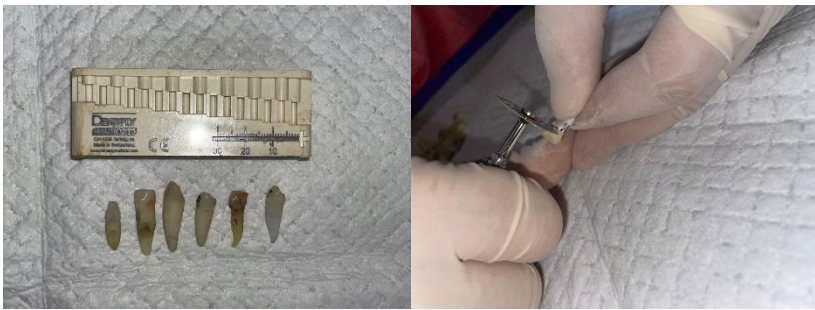
Una vez las muestras están seleccionadas después teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión Se inicia el proceso operativo cortando los dientes con un disco de carburo a una medida estándar de 13mm, medido desde la parte más apical de la raíz hacia coronal, posteriormente son enumeradas las muestras del 1 al 30, y se dividieron por medio de aleatorización Excel, grupo A (n:15) para AH-Plus® y grupo B (n:15) para Vioseal®.

Figura 1. Dientes para la muestra del estudio



Nota: (e) tomada por Castellanos, 2023, Bogotá.

Figura 2. *Determinación de la longitud de trabajo. Corte de la corona con disco de diamante*



Nota: (e) tomadas por Mesa, 2023, Bogotá.

Figura 3. *Radiografía de criterio de inclusión y exclusión*



Nota: (e) tomada por Castellanos, 2023, Bogotá.

Tabla 2. *Formato de aleatorización Excel.*

Formato de aleatorización Excel					
Diente	Numero aleatorio	Cemento	Diente	Numero aleatorio	Cemento
1	0.045858394	A	16	0.303881469	A
2	0.074115554	A	17	0.79995325	B
3	0.138949791	A	18	0.26053511	A
4	0.927943519	B	19	0.732613521	B
5	0.538821123	B	20	0.359738658	A
6	0.520683555	B	21	0.45992696	A
7	0.022613132	A	22	0.2960594	A
8	0.336275834	A	23	0.55182155	B

9	0.820255502	B	24	0.731055449	B
10	0.920861068	B	25	0.698749978	B
11	0.846201622	B	26	0.371468316	A
12	0.552521266	B	27	0.225956742	A
13	0.302795336	A	28	0.598749978	B
14	0.47500879	A	29	0.671468316	B
15	0.391395823	A	30	0.725956742	B
Grupo Ah-Plus					
A:					
Grupo Vioseal					
B					

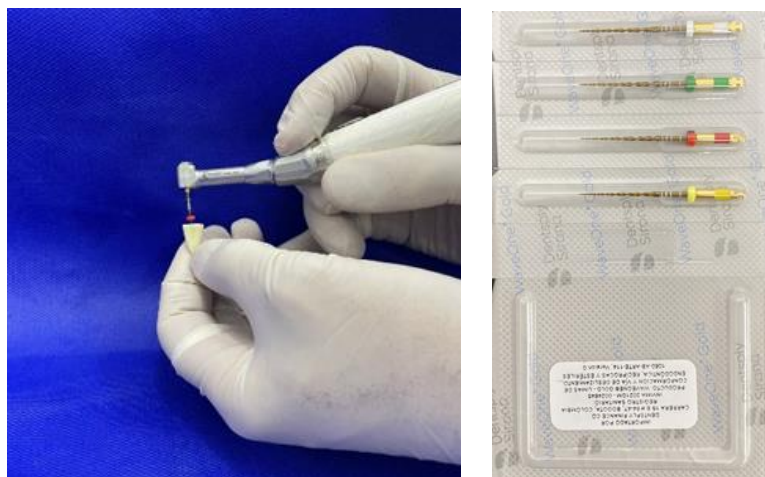
Nota: Esta tabla fue utilizada para registrar la información de la aleatorización de los grupos usados en este estudio

3.5.2 Instrumentación de la muestra

Los dientes se instrumentaron por un operador experto. Seguidamente, se realizó patencia del conducto radicular con una lima 10 tipo K File (Dentsply Maillefer®); luego se irrigo durante todo el proceso con NAOCl al 5,25% para un total de 10 milímetros cúbicos por diente.

Posteriormente se preparó el conducto con el sistema recíprocante Wave One Gold (Dentsply Maillefer®) limas Small, Primary, Medium, Large según la anatomía del conducto, mediante el uso del motor X Smart Plus (Dentsply Maillefer®). Una vez terminada la preparación, se realizó irrigación final con NaOCl al 5,25% ; este fue activado con Endoactivador sónico por 1 minuto; fue así como se procedió a lavar con agua destilada irrigación. Finalmente Etilendiaminotetraacético EDTA al 17%, con el objetivo de eliminar la capa de barrillo dentinario. Para luego enjuagar con agua destilada y someter a secado con puntas de papel.

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



Nota: (e) tomadas por Castellanos, 2023, Bogotá.

Figura 5. Secado con puntas de papel



Nota: (e) tomada por Mesa, 2023, Bogotá.

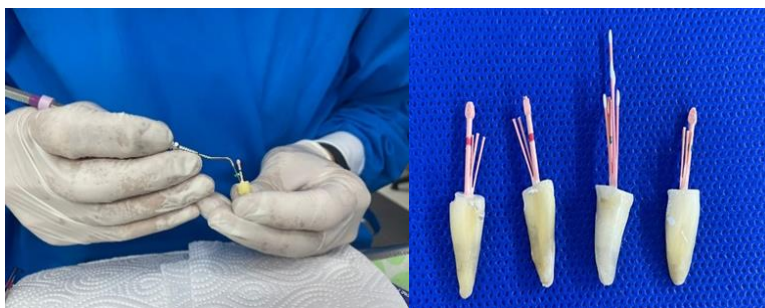
3.5.3 Obturación de la muestra

Grupo A: Los conductos radiculares se obturaron con un cono maestro de gutapercha de acuerdo con la lima de preparación (small, primary, médium, large) (Dentsply Maillefer®). Se realizó la mezcla según fabricante gota gota, asimismo se impregnó el cono maestro y accesorios (tamaño 20/0,02) con el cemento sellador AH-Plus® mediante la técnica de compactación lateral en frío hasta el llenado total del conducto. Por medio de una radiografía periapical se confirmó la calidad de la obturación.

Grupo B: Los conductos radiculares se obturaron con un cono maestro de gutapercha de acuerdo a la lima de preparación (small, primary, médium, large) (Dentsply Maillefer®). Posteriormente se realizó la mezcla según fabricante premezcla, se impregnó el cono maestro y accesorios (tamaño 20/0,02) con el cemento sellador Vioseal® mediante la técnica de compactación lateral en frío hasta el llenado total del conducto. Por medio de una radiografía periapical se confirmó la calidad de la obturación.

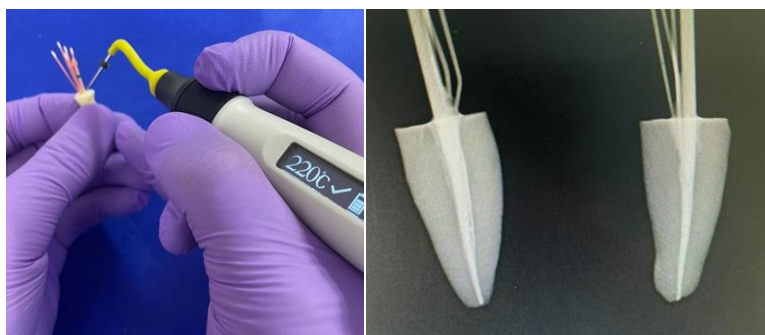
El exceso de gutapercha para los dos grupos se eliminó con un instrumento estandarizado a 220 grados centígrados Free Fill, Denjoy®. Luego de ello, se compactó verticalmente con un condensador machtou. Por su parte, el acceso coronal se selló con ionómero de vidrio Ionosit® DMG.

Figura 6. *Obturación con conos estandarizados*



Nota: (e) tomada por Castellanos, 2023, Bogotá.

Figura 7. *Radiografía control de obturación y corte de gutapercha*



Nota: (e) tomada por Mesa 2023, Bogotá.

Los especímenes fueron llevados a una temperatura de 37-C y 100% de humedad durante 4 días en con el objetivo de lograr el fraguado total de los cementos. (Ilustración 8)

Las raíces fueron seccionadas transversalmente en el tercio apical en el mm4, con ayuda de un disco de diamante y haciendo uso de un líquido refrigerante por medio de (QUEHELER ISOMED 1000) evitando así el recalentamiento de la muestra. (Ilustración 9).

Figura 8. Almacenamiento de las muestras posterior a la obturación en Hygrobath® (instrumento para almacenar especímenes o dientes a temperatura y humedad controlada).



Nota: (e) tomada por Castellanos, 2023, Bogotá.

Figura 9. Estandarización y corte con maquina QUEHELER ISOMED 1000



Nota: (e) tomada por Castellanos, 2023, Bogotá.

Las muestras fueron llevadas a la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia área de Física, para ser acondicionadas y preparadas para su observación en microscopia

electrónica de barrido (SEM) mediante la herramienta tecnológica EDAX modelo Quanta 200 FEO con un Área activa de 10 mm², de origen USA

Figura 10. Observación en microscopia electrónica de barrido (SEM)



Nota: (e) tomada por Castellanos, 2023, Bogotá.

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.µm, con definición de medida en (µm). Finalmnte se eligió la opción Global, para que todas la imágenes obtenidas en el estudio están calibradas con los mismos valores.

Figura 11. Calibración de las imágenes

SEM HV: 30.0 kV	WD: 15.79 mm		VEGA3 TESCAN
SEM MAG: 500 x	Det: BSE		SEM Física UNAL
View field: 415 µm	Date(m/d/y): 10/12/23		

Nota: (b) extraído por Castellanos y Mesa, 2023

Tabla 3. Registro de información obtenida del programa ImageJ

Distancia de penetración dentro de los túbulos dentinales					
Muestra	Distancia de penetración	Ah Plus	Muestra	Distancia de penetración	Vioseal
1	56.941	A	4	155.155	B
2	241.465	A	5	256.852	B
3	113.910	A	6	249.625	B
7	133.617	A	9	272.810	B
8	247.128	A	10	235.200	B
13	300.848	A	11	193.152	B
14	147.085	A	12	275.096	B
15	324.830	A	17	261.015	B
16	272.445	A	19	342.774	B
18	361.498	A	23	273.333	B
20	125.544	A	24	143.438	B
21	268.709	A	25	264.328	B
22	301.007	A	28	66.434	B
26	165.307	A	29	229.797	B
27	321.876	A	30	194.518	B

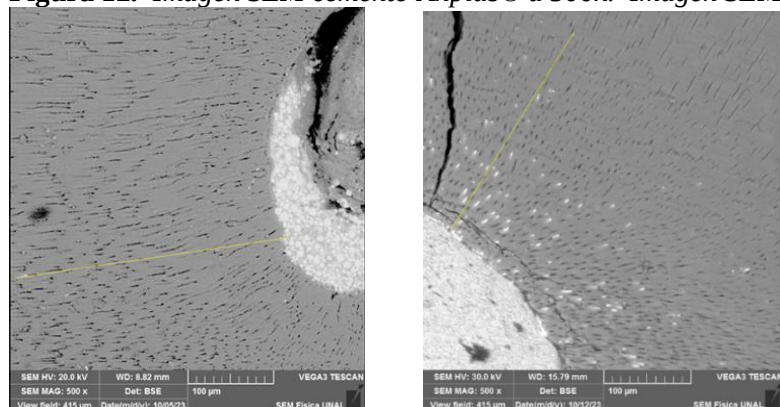
Nota: Esta tabla fue utilizada para registrar la información obtenida del programa ImagenJ.

3.5.4 Calibración de las imágenes para la toma de la imagen

El diente lo dividimos en cuatro partes y se seleccionó el cuadrante más representativo para realizar la magnificación. Procedimos a escoger la interfase raíz/cemento más claro y observamos 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 12. Imagen SEM cemento Ahplus® a 500x. Imagen SEM cemento Vioseal® a 500x



Nota: (e) tomada por Castellanos y Mesa, 2023

3.6 Cronograma

Figura 13. Cronograma de actividades

AÑO	ACTIVIDADES FASE 2 - 2022												ACTIVIDADES 2023																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
-----	---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nota: (b) realizado por Castellanos y Mesa, 2023

3.7 Presupuesto

Tabla 4. Presupuesto del conjunto de actividades

1. RECURSOS HUMANOS			
RUBRO	CANTIDAD	VALOR HORA	VALOR TOTAL
1.1. Estadístico			\$ 500.000
1. 2.			

2. GASTOS GENERALES			
RUBRO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2.1. Copias	20	50	\$ 1.000
1.1. Cemento Vioseal®	1	\$130000	\$ 130.000
1.2. Cemento Ahplus®	1	\$290000	\$ 290.000
1.3. Laboratorio	30	\$72.100	\$ 2.163.000
2.5.			
2.6.			
TOTAL			\$ 3.084.000

Nota: Esta tabla plasma el presupuesto destinado a los recursos y costos necesarios durante la investigación.

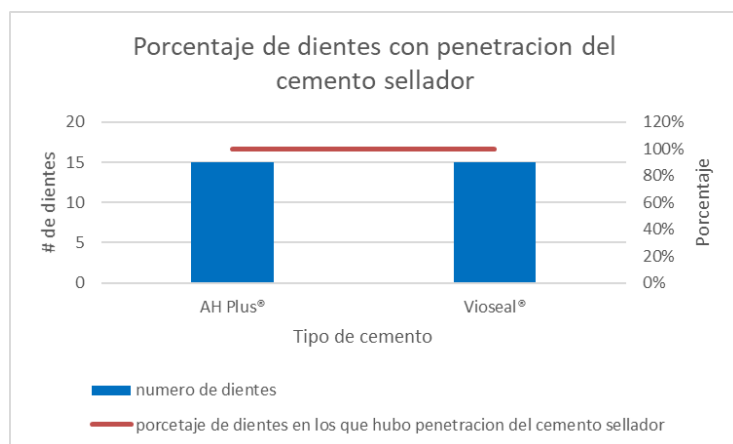
4 Resultados

4.1 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron procesados e interpretados por un profesional estadístico, quien realizó análisis mediante medidas de tendencia central, posición y forma como en forma gráfica mediante un *boxplot*. Para comparar la distancia de penetración entre los 2 cementos utilizamos la prueba U de Mann Whitney o la prueba T para pruebas independientes. En los casos si el supuesto de normalidad se satisface o no y 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*).

En la Ilustración 13 se muestra el porcentaje de dientes que presentaron penetración en los túbulos dentinales, para el cemento Vioseal® es del 100% al igual que para el AH-Plus®.

Figura 14. *Porcentaje de dientes con penetración en los túbulos dentinales.*

Nota: (a) extraída por Castellanos y Mesa, 2023.

La tabla 6 muestra que, en términos generales, la distancia de penetración es levemente mayor en el cemento Vioseal® con una media de 227,4um y mediana de 249 um y para el Ah Plus media de 225,4 y mediana 247,1.

Tabla 5. *Distancia de penetración observada en cada uno de los cementos*

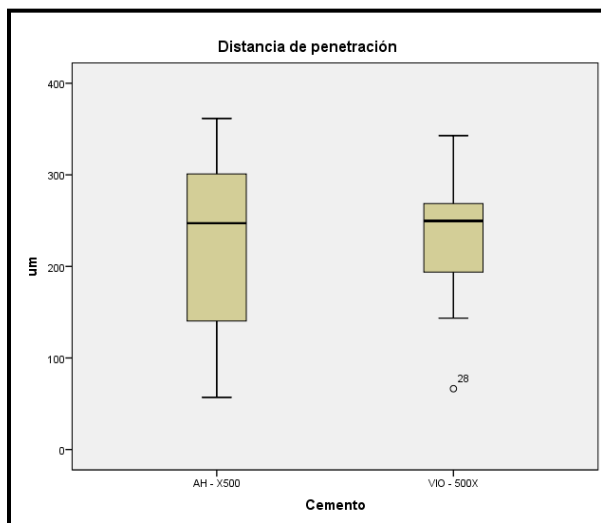
Cemento	Estadística	Valor
AHPLUS®	Media	225,4807
	Mediana	247,1280
	Desviación estándar	93,6912
VIOSEAL®	Media	227,5685
	Mediana	249,6250
	Desviación estándar	67,6716

Nota: Esta tabla contiene los valores de los resultados de las medidas mediana, desviación estándar y media.

En el grafico Boxplot se observa menor variabilidad en la distancia para el cemento

Vioseal® observada mediante la desviación estándar para el cemento Vioseal® 67,67 comparado con el AH-Plus® 93,96. (Ilustración 14)

Figura 15. *Boxplot de la distancia de penetración observada en cada uno de los cementos*



Nota: (a) extraída por Castellanos y Mesa, 2023.

Referente a la comparación de la distancia de penetración observada, ésta se llevó a cabo mediante la prueba U de Mann – Whitney o la prueba T para muestras independientes, teniendo en cuenta si el supuesto de normalidad se satisface o no. La evaluación del supuesto de normalidad se realiza mediante la prueba de Shapiro – Wilk.

En la tabla 7 los resultados de la prueba de normalidad plasmaron que el supuesto de normalidad se satisface en cada uno de los grupos Ah plus 0,29 , Vioseal 0,22 (valor-p $\geq 0,05$), por lo cual la comparación de la distancia de penetración entre los 2 tipos de cementos utilizados (VIOSEAL® y AHPLUS®) se realizó vía la prueba T para muestras independientes.

Aquí se hizo necesario evaluar el supuesto de homocedasticidad, proceso que se realizó vía la prueba de Levene, dando como resultado que el supuesto de homocedasticidad se satisface (valor-p = 0,057).

Tabla 6. *Prueba de normalidad*

	Valor de la estadística	Valor-p
Cemento		
AHPLUS®	0,9320	0,2921
VIOSEAL®	0,9242	0,2229

Nota: Esta tabla contiene los valores de las pruebas de normalidad de la penetración en los túbulos dentinales de los dos cementos.

Por lo tanto, mediante la prueba T para muestras independientes se concluye que no hay diferencia estadísticamente significativa en la distancia de penetración entre los 2 cementos (valor de la estadística $t = -0,07$, valor-p = 0,945).

5 Discusión

El objetivo de este estudio consiste en determinar la capacidad de penetración en los túbulos dentinales del tercio apical del cemento sellador endodóntico Vioseal®, comparado con AH-Plus®. Esto aplicado en dientes naturales unirradiculares, observados por medio microscopia electrónica de barrido SEM.

Estudios como (Bozzano, 2013; Uzunoglu, et al. 2018) han utilizado la microscopía electrónica de barrido para evaluar la penetración de cementos selladores en los túbulos dentinarios. Estas investigaciones reportaron que la imagen producida mediante SEM permite una observación muy detallada de los túbulos dentinarios, de la integridad y apariencia de la superficie del cemento sellador.

De esta manera se puede observar la distancia de penetración del cemento sellador dentro de los túbulos aun en los sitios donde la densidad es menor, razón por la cual el presente estudio utiliza esta herramienta tecnológica, arrojando imágenes claras, con buena resolución, facilitando el análisis de las imágenes.

Rescatamos la apreciación de Al-Nazhan et al (2014), la cual afirma que microorganismos como el *E. faecalis* y *Cándida albicans* logran penetrar en los túbulos dentinales a una distancia de hasta 244 y 184 UM respectivamente. De acuerdo con lo anterior, el cemento sellador endodóntico debe alcanzar o superar dicha distancia de penetración; y según los resultado de esta investigación, los valores promedio obtenidos para el cemento Vioseal® fueron de 227.5 y para el AH-Plus® de 225.4.

De tal manera, existe la posibilidad de lograr el sepultamiento de organismos como la *candida albican* y la *E faecallis*; más aun teniendo en cuenta que algunas muestras los cementos lograron penetrar a una distancia de hasta 342 um. Esta situación adquiere relevancia para evitar el fracaso endodóntico por reinfección de bacterias (Al-Nazhan et al 2014).

En el presente estudio se evaluo la capacidad de penetración en los tubulos dentinales de dos cementos Ahplus® y Vioseal®. En materia de resultados, obtuvimos que este último presentó levemente mayor distancia de penetración, probablemente como lo reporta la evidencia científica, asociado a que el Vioseal®, presenta alto grado de fluidez. (Ozasir, et al, 2021; Barbosa, 2016).

Igualmente, Kim, et al. (2019) realizaron un estudio que evaluó la penetración del cemento AH Plus® y BioRoot®, en el cual encontró que la penetración del AH Plus® fue superior en el tercio apical, el cual conincide con los resultados de la presente investigacion .

Por su parte, Cáceres, et al. (2021) informaron que al analizar la penetración entre el

cemento Bio C Sealer® vs Ahplus®, en todos los tercios el Bio C Sealer® presentó mayor penetración. Jaramillo y De la Torre (2020) evidenciaron que el BioRoot® mostró mayor penetración en túbulos dentinales comparado con el cemento resinoso Ahplus®.

Referente al cemento sellador Vioseal®, no se encontró artículos relacionados a la penetración en los túbulos dentinales. Esto se asocia a que es un cemento reciente, razón por la cual hace importante esta investigación, para que el clínico evalúe los resultados y decida si utiliza uno u otro cemento. La literatura relevante muestra una amplia variedad de tiempos de irrigación para eliminar la capa de barrillo dentinario.

Dado que actualmente se ha demostrado que la eficacia de una irrigación de 1 minuto con EDTA al 17% es efectiva, fueazón por la cual este estudio aplico dicho tiempo. Esto con el objetivo de eliminar el mayor número de interferencias que pudiera alterar la capacidad de penetración de los cementos objeto de estudio (Shokouhinejad, et al, 2011).

Al planteamiento de la pregunta de investigación para este estudio se obtuvieron resultados relevantes. Entre ellos todos los grupos evaluados con el microscopio electrónico de barrido se observó penetración de los cementos dentro de los túbulos dentinales, Por consiguiente, en las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk , los resultados de la prueba indica que el supuesto de normalidad se satisface en cada uno de los grupos (valor-p $\geq 0,05$), por lo tanto no existe diferencia estadísticamente significativa en la distancia de penetración entre los 2 cementos (valor de la estadística $t = -0,07$, valor-p = 0,945).

Es importante para futuros estudios en los que se lleve a cabo la comparación de la penetración en los Túbulos dentinales de los cementos resinoso AH Plus® y Vioseal®, tener en cuenta otras variables como lo son, el flujo del sellador, la temperatura, el tiempo de fraguado y el

tamaño de las partículas, debido a que estas pueden afectar la capacidad de penetración del cemento sellador de los túbulos dentinarios como establecieron Yang, et al, (2021).

6 Conclusiones

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

- Tanto el cemento endodóntico Vioseal® y Ahplus®, presentar penetración dentinal en el 100% de los dientes evaluados.
- El cemento Vioseal®, presenta levemente mayor distancia de penetración, en comparación con el Ahplus®; lo cual no fue estadísticamente significativo.
- No existe diferencia estadísticamente significativa en la distancia de penetración entre los dos cementos.
- Tanto el cemento Vioseal® como el Ahplus® se recomiendan para ser usado durante el tratamiento endodóntico en el tercio apical.
- El cemento Vioseal® requiere más estudios que evalúen el comportamiento de la penetración en los túbulos dentinales a nivel del tercio medio y el coronal para verificar capacidad de penetración en los túbulos dentinales.

Referencias

- Aguilar, T (2004) Aspectos Microbiológicos de la Periodontitis Apical Crónica Persistente. Sitio web Carlos Bóveda.
https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_41.htm
- Al-Nazhan, S., Al-Sulaiman A, Al-Rasheed F, Alnajjar F, Al-Abdulwahab B & Al-Badah A. (2014) Microorganism penetration in dentinal tubules of instrumented and retreated root canal walls. In vitro SEM study. Restor Dent Endod. págs. 258-264. doi:DOI: 10.5395/rde.2014.39.4.258
- Alvear, J., Pupo, S., Florez , J., Diaz, A., Perez, L., y Velasquez, A. (2017). Evaluación de la penetración de cementos obturadores de canales mediante microscopia electronica de barrido. *Avances En Odontoestomatologia* , págs. 143-149.
- Angulo, A. (2018). Profundidad y porcentaje de penetración de los cementos selladores ah plus, mta fillapex y bioroot rcs en los túbulos dentinarios utilizando la la técnica de obturación de cono único. *Universidad Autónoma de Baja California*.
<https://repositorioinstitucional.uabc.mx/server/api/core/bitstreams/710101d4-e09d-4438-b634-e812d14ae8dc/content>
- Asawaworarit W, Yachor P, Kijssamanmith, K., Vongsavan, N. (2016) Comparison of the Apical Sealing Ability of Calcium Silicate-Based Sealer and Resin-Based Sealer Using the Fluid-Filtration Technique. Tomado de
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/11878/64.3149.O.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Barbosa, J. A. (2016). *Capacidad de selle del cemento biocerámico Endosequence BC Sealer y el TopSeal. Estudio In Vitro*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/62803>
- Bermúdez, C. y de la Rotta, (2023). Evaluación In Vitro de la exactitud de los Localizadores Electrónicos de Ápice: Ifive de Denjoy. *Evaluación In Vitro de la exactitud de los Localizadores Electrónicos de Ápice: Ifive de Denjoy* . Bogota, Colombia.
- Briceño, V. M. (2015). Comparación de la interfase cemento sellador-dentina en dos técnicas de obturación: condensación lateral y condensación híbrida mixta / Comparison of Sealer-Dentin Interface in two Obturation Techniques: Lateral and Mixed Hybrid Condensation. doi:<https://doi.org/10.11144/Javeriana.uo34-73.cics>
- Bustamante, T. (2016). Estudio comparativo in vitro de la fuerza de adhesión sobre dentina de tres cementos selladores BC-SEALER, AH-PLUS Y MTA FILLAPEX. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstream/20.500.12930/...>
- Cáceres C, Larrain MR, Monsalve M, Peña Bengoa F. (2021). Dentine Tubule Penetration and Adaptation of Bio-C Sealer and AH-Plus: A Comparative SEM Evaluation. *Eur Endod J.*, 216-220.
- Canal, C. y Brau, E. (2014). *Endodoncia: Técnicas Clínicas y Bases Científicas*. Barcelona: Masson Elsevier. https://datospdf.com/download/endodoncia-tecnicas-clinicas-bases-cientificas-_5a4b7d99b7d7bcb74fb4586c_pdf
- Chandra, S. P. (2012). Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: a confocal microscopic study. *J Endod.*, 1412-1416. doi:oi: 10.1016/j.joen.2012.05.017.

Cohen, S. & Hargreaves (2007). *Vias de la Pulpa*. S.A. Elsevier.

https://www.academia.edu/44004408/Cohen_Vias_de_la_Pulpa_10a_ed_booksmedicos

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 .

Diz, A. (2020). Comparación de la penetración entre los cementos selladores MTA Fillapex® y AH Plus®. Puebla, México.

<https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/aabd1218-e7f1-4b01-b081-6a249651f0dc/content>

Eraso, N. y Muñoz, I. (2012) La obturación endodóntica, una visión general. Revista Nacional de Odontología. <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/od/article/download/276/286/574>

Histofisiología y patología del complejo pulpo-dentinario

Gettleman B., Messer H. & ElDeeb M. (1991) Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. doi: 10.1016/S0099-2399(07)80155-5. PMID: 1895034.

Giono, G. (2004) Estudio de la microdureza dentinaria en los niveles apical y medio de la raíz y su correlación con la instrumentación endodóntica. Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1621/Gioino%20de%20Somoza%2C%20Gabriela%20Luc%20C3%ADa%20-%20%28Doctor%20en%20Odontolog%C3%ADa%29%20Facultad%20de%20Odontolog%C3%ADa.%20Universidad%20Nacional%20de%20C%C3%B3rdoba%2C%202004.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Gómez, C., Marega G. y Crosa, M. (2013) Histofisiología y patología del complejo pulpo-

dentinario.

<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/15811/Histofisiolog%C3%ADa%20y%20patologia%20del%20complejo%20pulpo-dentinario.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Gómez, ME. y Campos, A. (2002) Embriología dentaria en: Histología y embriología bucodental.

Médica Panamericana, Madrid. Tomado de

<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1621/Gioino%20de%20Somoza%2C%20Gabriela%20Luc%C3%ADa%20-%20%28Doctor%20en%20Odontolog%C3%ADa%29%20Facultad%20de%20Odontolog%C3%ADa.%20Universidad%20Nacional%20de%20C%C3%B3rdoba%2C%202004.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Guzmán, B. P., et al. (2010). Interfase TopSeal-dentina en relación con dos técnicas de

obtusión: condensación lateral y técnica termoplastificada/termorreblandecida. Estudio

de microscopía electrónica de barrido. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10554/30860>

Grossman, L. (1988) ENDODONTIC PRACTICE. 11th.ed. Philadelphia.

[https://img1.wsimg.com/blobby/go/7a3b63b5-3e6a-48ac-8e49-](https://img1.wsimg.com/blobby/go/7a3b63b5-3e6a-48ac-8e49-14ed0037cbc4/downloads/grossmans_endodontic_practice_11th_edition.pdf)

[14ed0037cbc4/downloads/grossmans_endodontic_practice_11th_edition.pdf](https://img1.wsimg.com/blobby/go/7a3b63b5-3e6a-48ac-8e49-14ed0037cbc4/downloads/grossmans_endodontic_practice_11th_edition.pdf)

Heling, I. (1996). The antimicrobial effect within dentinal tubules of four root canal sealers. *J*

Endond, 257-259. doi:doi: 10.1016/s0099-2399(06)80144-5

Hungaro MA, Ordinola, R., Bernardes,. RA, Bramante, C., Bernardineli, N., Garcia, R., de

Moraes, IG. (2010). Influence of Calcium Hydroxide Association on the Physical. *joe*. doi:

10.1016/j.joen.2010.02.007. Epub 2010 Mar 19. PMID: 20478463.

Kenneth, M. (2012). *Vias de la Pulpa (Décima ed.)*. Mosby.

<https://www.yumpu.com/es/document/view/65865905/cohen-vias-de-la-pulpa-10a-ed>

Kim Y, Kim BS, Kim YM, Lee D & Kim SY. (2019) The Penetration Ability of Calcium Silicate Root Canal Sealers into Dentinal Tubules Compared to Conventional Resin-Based Sealer: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study. *Materials* (Basel). doi: 10.3390/ma12030531. PMID: 30754612; PMCID: PMC6385034.

Lee, KW, Williams, MC, Camps, JJ. & Pashley, DH. (2002) Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod*. doi: 10.1097/00004770-200210000-00002.

López, F., Jang, S., Rodríguez, A. y Méndez, C. (2021) Penetración de cementos biocerámicos en túbulos dentinales en tres técnicas de termoplastificación. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/53794/Penetraci%C3%B3n%20de%20cementos%20biocer%C3%A1micos%20en%20tres%20t%C3%ABulos%20dentinales%20en%20tres%20t%C3%A9cnicas%20de%20termoplastificaci%C3%B3n.pdf>

Love R. y Jenkinson H. (2002). Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. *Crit Rev Oral Biol Med*.

https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_41.htm

Lubreto, A.; Sapienza, M; Varela J.; Domench A.; Jara Ortiz M; Zaracho H; Bustos M.; Etchepare, A y Menta, G. (2010) <https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/110873/Resumen.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Monardes, H., Abarca, J. y Castro, P. (2014) Microfiltración Apical de Dos Cementos Selladores. Un Estudio in vitro. <https://www.scielo.cl/pdf/ijodontos/v8n3/art12.pdf>

Ordinola, R; Bramante, CM; Graeff MS; del Carpio, A; Vivan ,R; Camargo, EJ; Garcia, RB; Bernardineli, N; Gutmann, JL & de Moraes, IG. (2009) Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. *Oral Surg Oral* doi: 10.1016/j.tripleo.2009.04.024. PMID: 19716510.

Ozasir T, Eren B, Gulsahi K, Ungor M. (2021) The Effect of Different Final Irrigation Regimens on the Dentinal Tubule Penetration of Three Different Root Canal Sealers: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study In Vitro. doi: 10.1155/2021/8726388. PMID: 34737843; PMCID: PMC8531796.

Salas, J. (2022) Actividad antibacteriana in vitro del sellador endodontico vioseal (puro y asociado a clindamicina) en la proliferación de enterococcus faecalis - Puno 2021. Arequipa-Perú. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11878>

Sanabria, et al (2017). Comparison of the XP-Endo Finisher File System and Passive Ultrasonic Irrigation (PUI) on Smear Layer Removal after Root Canal Instrumentation Effectiveness of Two Irrigation Methods on Smear Layer Removal. *Journal of Dentistry and Oral Health*. doi:doi:10.17303/jdoh.2017.101

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.

Soares, I. y Goldberg, F. (2012). *ENDODONCIA, Tecnicas y Fundamentos* .
https://www.academia.edu/8226348/Soares_and_Goldberg_ENDODONCIA_TECNICA_Y_FUNDAMENTOS

Uzunoglu, E., Erdoğan, Ö, Aktemur, S. (2018) Effect of Calcium Hydroxide Dressing on the Dentinal Tubule Penetration of 2 Different Root Canal Sealers: A Confocal Laser Scanning Microscopic Study. J Endod. 2018 Jun;44(6):1018-1023. doi: 10.1016/j.joen.2018.02.016. Epub 2018 Apr 18. PMID: 29680722.

Vega, M. (2020) Comparación de la penetración de tres selladores endodónticos en los túbulos dentinarios con microscopia electrónica de barrido. Lima.
https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/8454/Comparacion_VegaYslachin_Margarita.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Virdee, SS., Seymou,r DW., Farnell, D., Bhamra, G. & Bhakta, S. (2018) Efficacy of irrigant activation techniques in removing intracanal smear layer and debris from mature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. Int Endod doi: 10.1111/iej.12877. Epub 2017 Dec 22. PMID: 29178166.

Yang, R., Tian, J., Huang,, X, Lei, S., Cai, Y., Xu, Z. & Wei, X. (2021). A comparative study of dentinal tubule penetration and the retreatability of EndoSequence BC Sealer HiFlow, iRoot SP, and AH Plus with different obturation techniques. *Clin Oral Investig*, págs. 4163-4173. doi:doi: 10.1007/s00784-020-03747-x

Zhou, HM., Shen, Y., Zheng, W., Li, L, Zheng, YF.& Haapasalo, M. (2013) Physical properties of 5 root canal sealers. doi: 10.1016/j.joen.2013.06.012. Epub 2013 Aug 27. PMID: 24041392.