



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ**  
**FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA**  
**MAESTRÍA EN ENDODONCIA**

**“EVALUACIÓN DE PENETRACIÓN EN TÚBULOS DENTINARIOS DE SELLADORES  
BIOCERÁMICOS CON DIFERENTES TÉCNICAS DE OBTURACIÓN”**

**C.D. Mario Alberto Rodríguez Briones**

Tesis presentada para optar por el título de Maestro en Endodoncia

---

Junio 2022, Maestría en Endodoncia, UASLP, México. Todos los derechos reservados

**Director ..... Fernando Torres Méndez**

**Co director ..... Claudia Edith Dávila Pérez**

**Asesor interno ..... Juan Rodrigo Vélez Cordero**

**Asesor interno ..... Juan Carlos Torres Galván**

Junio 2022, Maestría en Endodoncia, UASLP, México



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ**  
**FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA**  
**MAESTRÍA EN ENDODONCIA**



Tesis presentada para optar por el título de Maestro en Endodoncia

---

Junio 2022, Maestría en Endodoncia, UASLP, México. Todos los derechos reservados

**Director**

**Fernando Torres Méndez**

Profesor-investigador

Maestría en Endodoncia

Facultad de Estomatología, UASLP

San Luis Potosí, San Luis Potosí

**Co director**

**Claudia Edith Dávila Pérez**

Profesor-investigador

Maestría en Endodoncia

Facultad de Estomatología, UASLP

San Luis Potosí, San Luis Potosí

**Asesor**

**Juan Rodrigo Vélez Cordero**

Doctorado en Ciencia e ingeniería en materiales

Facultad de Ingeniería , UASLP

San Luis Potosí, San Luis Potosí

**Asesor**

**Juan Carlos Torres Galván**

Doctor en Ciencias Aplicadas

Maestría en Ciencias Aplicadas

Ingeniero Mecánico Electricista



**“EVALUACIÓN DE PENETRACIÓN EN TÚBULOS DENTINARIOS DE  
SELLADORES BIOCERÁMICOS CON DIFERENTES TÉCNICAS DE  
OBTURACIÓN”**

Autor:

**C.D. Mario Alberto Rodríguez Briones**

Trabajo de grado aprobado para su presentación en el nombre de la Universidad  
Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Estomatología, Maestría en  
Endodoncia por las siguientes autoridades:

---

---

**C.M.F. Ricardo Martínez Rider**

Director de la Facultad de Estomatología.

---

**PhD. Yolanda Hernández Molinar**

Jefe de la División de Posgrado de la Facultad de Estomatología

---

**MSc. María Verónica Méndez González**

Coordinadora de la Maestría en Endodoncia



**“EVALUACIÓN DE PENETRACIÓN EN TÚBULOS DENTINARIOS DE  
SELLADORES BIOCERÁMICOS CON DIFERENTES TÉCNICAS DE  
OBTURACIÓN”**

**Autor:**

**C.D. Mario Alberto Rodríguez Briones**

Trabajo de grado aprobado para su presentación en el nombre de la Universidad  
Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Estomatología, Maestría en  
Endodoncia por los siguientes asesores:

---

---

**PhD. Fernando Torres Méndez**  
DIRECTOR DE TESIS

---

**PhD. Claudia Edith Dávila Pérez**  
CO-DIRECTORA

---

**PhD. Rodrigo Vélez Cordero**  
ASESOR INTERNO

---

**PhD. Juan Carlos Torres Galván**  
ASESOR INTERNO



**“EVALUACIÓN DE PENETRACIÓN EN TÚBULOS DENTINARIOS DE  
SELLADORES BIOCERÁMICOS CON DIFERENTES TÉCNICAS DE  
OBTURACIÓN”**

**Autor:**

**C.D. Mario Alberto Rodríguez Briones**

---

Trabajo de grado aprobado para su presentación en el nombre de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Estomatología, Maestría en Endodoncia por el siguiente jurado:

---

**PhD. Rita Elizabeth Martínez Martínez**  
Presidente

---

**MSc. Francisco Ducoing Hernández**  
Secretario

---

**PhD. Fernando Torres Méndez**  
Vocal

## DEDICATORIA

**A mi prometida Nina** mi gran amor, por ser mi compañera inseparable cada día a pesar de la distancia, siendo la mayor motivación e inspiración, gracias por su comprensión, paciencia, sus ánimos, desvelos, platicas de cada día y por esperarme a cumplir un gran sueño, te agradezco por tantos aportes no solo en mi etapa de educación sino también en mi vida.

**A mis padres** quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y apoyado y motivado mi formación académica siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin durar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad, por su tenacidad y lucha interminable, han hecho de ellos un gran ejemplo a seguir por mí. Es por ellos que soy lo que soy ahora

**A mis hermanos** por ser apoyo incondicional y una motivación para nunca rendirme, por apoyar a mis padres.

**A mis compañeros** por todos los buenos momentos que hemos pasado juntos para la culminación de esta meta y convertirnos en excelentes endodoncistas

**A mis maestros** que marcaron con sus enseñanzas en el futuro de todos nosotros, a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias por prepararnos para un futuro competitivo no solo como los mejores profesionales sino también como mejores personas

Por último, quiero agradecer a todo el cuerpo académico y administrativo de la Maestría en Endodoncia.

## Agradecimientos

Agradecemos el apoyo recibido para la realización de este trabajo:

A la compañía Angelus por la donación de los cementos Bio-C Sealer.

Al señor Rodolfo Ledezma Rodríguez gerente general de la compañía Dentsply Sirona por el material de instrumentación y obturación.

Al Instituto de Física de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí por el análisis de muestras en el microscopio confocal



Evaluación de penetración en túbulos dentinarios de selladores biocerámicos con diferentes técnicas de obturación by Mario Alberto Rodríguez Briones is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

## ÍNDICE

1	Resumen .....	12
2	Introducción.....	14
3	Marco teórico .....	16
3.1	Antecedentes .....	16
3.2	Túbulos dentinarios.....	18
3.3	Selladores endodónticos.....	19
3.3.1	Propiedades del cemento sellador ideal.....	19
3.4	Clasificación de los cementos .....	20
3.4.1	Cementos biocerámicos.....	20
3.4.2	CeraSeal.....	22
3.4.3	Bio-C Sealer .....	23
3.5	Técnicas de obturación.....	24
3.5.1	Técnica lateral.....	25
3.5.2	Técnica de Cono único .....	26
4	Justificación .....	30
4.1	Pregunta de investigación.....	30
5	Objetivos.....	31
5.1	Objetivo General .....	31
5.2	Objetivos específicos .....	31
6	Hipótesis .....	31
7	Metodología .....	32
7.1	Lugar de Realización .....	32
7.2	Diseño de estudio.....	32
7.3	Criterios de selección.....	32
7.3.1	Criterios de inclusión.....	32
7.3.2	Criterios de exclusión.....	32
7.3.3	Criterios de eliminación .....	32
7.4	Definición conceptual y operacional de las variables.....	33
7.4.1	Variables independientes.....	33
7.4.2	Variables Dependientes .....	33

7.5	Consideraciones Éticas .....	34
7.6	Etapa Experimental .....	34
7.6.1	Número de muestra.....	34
7.6.2	Análisis estadístico.....	35
7.6.3	Grupo de estudio .....	35
7.7	Metodología Experimental .....	35
7.7.1	Fase 1: Preclínica .....	35
7.7.2	Fase 2: Preparación de las muestras.....	37
7.7.3	Fase 3: Seccionamiento de las raíces.....	39
7.7.3	Fase 4: Observación de las muestras.....	40
7.7.1	Fase 5: Medición de imágenes .....	42
8	Resultados .....	44
8.1	Fase microscópica.....	44
9	Discusión.....	46
10	Conclusiones .....	51
11	Perspectivas.....	51
	Bibliografía .....	52
	Anexos.....	58

## Índice de gráficos y tablas

Tabla 1 Diámetro y promedio por milímetro cuadrado de los túbulos dentinarios a varias distancias desde la pulpa.(11) .....	18
Tabla 2 Propiedades físicas de CeraSeal .....	22
Tabla 3 Componentes y función de Bio-C Sealer.....	24
Tabla 4 Datos técnicos de Bio-C Sealer .....	24
Tabla 5 Grupos de estudio .....	35
Tabla 6 Imágenes tomadas con microscopia confocal.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 41
Tabla 7 Medición de las áreas de los diferentes tercios .....	43
Tabla 8 grupos Resultados de los diferentes grupos .....	44

## Índice de figuras

Figura 1 Condensación lateral en frío. ....	26
Figura 2 Técnica actualizada de cono único con biocerámico considerando su mayor estabilidad dimensional. ....	27
Figura 3 Estandarización a 14 mm. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 36
Figura 4 Preparación de muestras. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 36
Figura 5 Preparación de las muestras. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 37
Figura 6 Instrumentación con Protaper Next. ....	38
Figura 7 Selladores Bioceramicos. ....	38
Figura 8 Técnica de condensación lateral. ....	38
Figura 9 Técnica de cono único. ....	38
Figura 10 Sierra de baja velocidad Isomet. ....	39
Figura 11 Discos de dentina de los tercios medios y apicales de los diferentes grupos a evaluar. ....	39
Figura 12 Microscopio confocal Olympus Fluoview Fv500. ....	40
Figura 13 Valores de Microscopia Confocal. ....	40
Figura 14 Promedio de profundidad de penetración en tercio apical y medio en los diferentes grupos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## 1 RESUMEN

**Introducción:** El objetivo de un tratamiento de endodoncia es curar o prevenir la periodontitis apical. La limpieza, conformación y la obturación adecuada del sistema de conductos con un material inerte, dimensionalmente estable y biológicamente compatible son requisitos indispensables. La finalización del procedimiento de obturación combina el uso de gutapercha con un sellador para evitar la reinfección endodóntica y crear un sellado tridimensional. Recientemente se han incorporado los cementos a base de silicato de calcio los cuales gracias a sus componentes cuentan con mejores propiedades por lo cual es importante evaluar estos cementos en diferentes pruebas como lo es la penetración en túbulos dentinarios, para utilizarlos con seguridad en nuestros pacientes.

**Objetivo:** Evaluar la penetración de cementos biocerámicos en túbulos dentinarios con diferentes técnicas de obturación

**Metodología:** Se utilizaron 12 dientes unirradiculares por grupo para la evaluación de penetración en túbulos dentinarios, los cuales se decoronaron dejándolos a una longitud de 14 mm utilizando disco de diamante en una pieza de baja velocidad, se instrumentaron con lima K #10 hasta sobrepasar el foramen apical y se le resto 1 mm para determinar la longitud de trabajo, posteriormente se instrumentaron con limas Protaper Next hasta llegar a una lima X3, después se realizó la obturación con diferentes técnicas agregando la rodamina B en una proporción de 1% de peso a los cementos CeraSeal y Bio- C Sealer y se observó su penetración por medio de Microscopía Confocal y se midieron las áreas de núcleo central y la difusión que tuvo utilizando el programa de Image J.

**Resultados:** Las observaciones de la penetración de los selladores en túbulos dentinarios se realizaron a nivel del tercio, medio y apical obteniéndose los siguientes resultados. Se determinó una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos a nivel de tercio medio (Kruskall Wallis  $p=0.042$ ). En la prueba pos hoc de Games-Howell se observó una diferencia significativa entre los grupos 3 (Bio C Sealer con técnica lateral) y grupo 4 (CeraSeal con técnica lateral).

A nivel apical no se determinó una diferencia estadísticamente significativa (Kruskall Wallis  $p=0.069$ ).

Se observó una diferencia significativa entre la profundidad de penetración en los diferentes tercios, siendo mayor la penetración a nivel del tercio medio en comparación con tercio apical, (Mann Whitney  $p=0.039$ ), tanto en técnica de cono único como en la lateral.

**Conclusión:**

En la penetración del sellador en los túbulos dentinarios se determinó una diferencia estadísticamente significativa a nivel de tercio medio entre el Bio- C Sealer y Ceraseal en técnica lateral. Se determinó una diferencia estadísticamente significativa en el tercio medio que en apical independientemente de la técnica utilizada

## 2 INTRODUCCIÓN

El éxito de un tratamiento de conductos dependerá de diversos factores desde un acceso adecuado a la cámara pulpar, una conformación del conducto, una irrigación adecuada y una obturación tridimensional del sistema de conductos la cual deberá tener como propósito crear un sellado hermético para impedir el paso a los fluidos y evitar una reinfección de microorganismos, lo cual es una de las principales causas del fracaso endodóntico.

La obturación del conducto radicular implica el uso de gutapercha en combinación con un cemento sellador ya que la gutapercha por sí sola no puede sellar por completo el sistema de conductos radiculares y los cementos selladores ocupan los espacios entre los conos de gutapercha y el conducto radicular, penetrando en zonas como los conductos laterales, istmos y los túbulos dentinarios por sus propiedades físicas y químicas mejorando el sellado hermético, estos cementos deberán tener propiedades como proporcionar buena adhesión, ser radiopaco, tener un fácil mezclado, no contraerse, no pigmentar la estructura dental, ser bacteriostático, un fraguado lento, fácil de removerse, no irritar los tejidos periapicales, y no ser mutagénico o carcinogénico.

Las ventajas de la penetración de los cementos en los túbulos dentinarios es un resultado deseable porque aumenta la interfaz entre el material y la dentina mejorando el sellado de todo el sistema de conductos radiculares, la retención del material puede mejorarse mediante un bloqueo mecánico y una penetración profunda aumentando la resistencia a la fractura radicular, sepultando a las bacterias residuales dentro de los túbulos aislándolas de fuentes de nutrientes, los túbulos ocluidos por los cementos ofrecerán menos oportunidades para una colonización bacteriana y los componentes químicos de los cementos selladores pueden ejercer un efecto antibacteriano que se verá potenciado por una mayor aproximación a las bacterias, por lo tanto, la profundidad de penetración tubular deberá ser una característica crucial para un sellador ideal.

La penetración de los cementos selladores está influenciada por diversos factores como la eliminación de la capa de barrillo dentinario, la permeabilidad de la dentina, la anatomía del sistema de conductos radiculares, la técnica de obturación y las variaciones en las propiedades físicas y químicas de los cementos selladores, además del diámetro de los túbulos dentinarios y del tamaño de las partículas de los materiales.

En relación con la composición química de los cementos selladores se pueden clasificar en selladores a base de óxido de zinc y eugenol, resinas epóxicas, hidróxido de calcio, ionómero de vidrio, de silicato de calcio, entre otros. Siendo los cementos a base de silicato de calcio los que se caracterizan por favorecer el proceso de cicatrización periapical, tienen valores de pH más altos además de la liberación de iones de calcio y una adhesión similar a la de otros cementos. Además, estos cementos han sido propuestos para emplearse con técnicas de cono único pero no existe mucha información sobre la penetración en túbulos dentinarios comparándolos con otras técnicas de obturación, por lo cual una evaluación de la penetración de los túbulos dentinarios de los selladores a base de silicato de calcio usando diferentes métodos de obturación será útil para determinar su efecto de sellado en los conductos radiculares obturados ya que es uno de los factores que influyen en la elección del material para la obturación.

## 3 MARCO TEÓRICO

### 3.1 Antecedentes

La obturación es la última fase del tratamiento endodóntico y está demostrado que la mayoría de los fracasos endodónticos se producen por filtraciones en el conducto radicular lo que producirá una invasión bacteriana hacia los tejidos periapicales, esta filtración puede suceder entre el sellador, la gutapercha y la dentina después del tratamiento endodóntico. Los materiales endodónticos deben bloquear las vías de comunicación entre el sistema de conductos radiculares y los tejidos circundantes para garantizar el éxito de la endodoncia a largo plazo. (1) Por lo que el objetivo técnico de la obturación es conseguir un sellado lo más hermético posible en el sistema de conductos radiculares y el objetivo biológico será la reparación de los tejidos, donde las propiedades ideales que debe de cumplir el material de obturación es que tiene que ser radiopaco, antimicrobiano, biocompatible, debe tener fluidez y una capacidad de adaptación a las paredes de los conductos radiculares, además de una fácil manipulación.(2-4)

Asimismo la obturación hace hincapié en el sellado de todas las irregularidades del conducto radicular por lo cual se han recomendado diferentes técnicas para lograr una obturación tridimensional entre las cuales están la técnica lateral y la de cono único.(2,3) La técnica de condensación lateral fue propuesta en 1914 y debido a su eficacia, ser sencilla, control en el límite apical y uso de instrumental simple hace que sea una de las técnicas más utilizadas.(5) Mientras que la técnica de cono único se introdujo en 1960 con la estandarización del instrumental endodóntico, anteriormente tras la conformación del conducto se seleccionaba una punta de its, plata o titanio y se colocaba en el conducto pero se demostró que había filtración en el área apical provocando el fracaso endodóntico.(6) Sin embargo se considera que ambas técnicas son importantes para rellenar las irregularidades de los conductos radiculares y de proporcionar cierto grado de penetración dentro de los túbulos dentinarios para mejorar el sellado y minimizar la filtración.(2,3)

Desde el desarrollo de los selladores de los conductos radiculares a principios del siglo XX, se han creado varios tipos, Rickert en 1931 introdujo un sellador que contenía plata, sin embargo, este causaba pigmentación. En 1958 Grossman elabora un sellador a base de óxido de zinc y eugenol, que no mancha, como un sustituto de la fórmula de Rickert.

El hidróxido de calcio fue introducido por Herman en 1920 este se caracteriza por su biocompatibilidad y alto pH debido al ion hidroxilo que induce la formación de tejido duro y la actividad antimicrobiana. Con estas ventajas, se ha utilizado ampliamente para la utilización de recubrimiento pulpar, medicación intraconducto y como sellador de conductos radiculares, sin embargo estos cementos presentan cierta filtración.(7)

Los selladores a base de resina epoxi actualmente son los más utilizados. El prototipo de las series de AH fue introducido por Schroeder en 1957 con excelentes propiedades físicas y capacidad de sellado. AH Plus resolvió el problema observado en AH 26, que era la liberación del formaldehído durante el fraguado.

Los estudios han considerado que AH plus es el estándar de oro para los selladores debido a su resistencia a la reabsorción y estabilidad dimensional, sin embargo también presenta características negativas como la posible mutagenicidad, citotoxicidad y una respuesta inflamatoria, además de su hidrofobicidad lo que hace que impida un sellado completo y la humedad puede producir defectos en la adhesión del AH Plus a las paredes del conducto.(7,8)

En relación a los materiales biocerámicos se introdujeron en endodoncia en la década de 1990 por Torabinejad quién desarrolló el MTA, utilizándolo como material de obturación retrógrada, luego como cementos de reparación radicular y recubrimiento para conos de gutapercha, debido a sus propiedades biológicas y físicas superiores, buena capacidad de sellado, biocompatibilidad y osteoconductividad. (2,7,9) El óxido de bismuto, la zirconia, se han utilizado para dar radiopacidad. La ventaja de estos cementos es la biocompatibilidad, cuando se llegan a mezclar con agua, los polvos de silicato tricálcico y dicálcico reaccionan y forman una matriz con hidróxido de calcio y los iones de calcio siguen liberándose durante aproximadamente un mes después de su fraguado. Además, tienen un pH alto lo que dificulta la supervivencia de

microorganismos. En la actualidad estos cementos son populares debido a su fácil uso, y se han recomendado utilizarlos con cono único, como lo son CeraSeal (Metabiomed) y Bio-C Sealer (Angelus) estos materiales tienen buena biocompatibilidad debido a su capacidad de formar hidroxiapatita en su superficie.(9,10)

### 3.2 Túbulos dentinarios

Los túbulos dentinarios miden entre 1 y 2,5  $\mu\text{m}$  de diámetro atraviesan el ancho de la dentina, son ligeramente cónicos y tienen la porción más ancha situada hacia la pulpa. El número y diámetro de los túbulos varía según su localización en el diente (11)

Tabla 1 Diámetro y promedio por milímetro cuadrado de los túbulos dentinarios a varias distancias desde la pulpa.(11)

Distancia desde la pulpa (mm)	Número de túbulos (1.000/mm <sup>2</sup> )		Diámetro de los túbulos ( $\mu\text{m}$ )	
	Media	Límites	Media	Límites
Pared pulpar	45	30-52	2,5	2,0-3,2
0,1-0,5	43	22-59	1,9	1,0-2,3
0,6-1,0	38	16-47	1,6	1,0-1,6
1,1-1,5	35	21-47	1,2	0,9-1,5
1,6-2,0	30	12-47	1,1	0,8-1,6
2,1-2,5	23	11-36	0,9	0,6-1,3
2,6-3,0	20	7-40	0,8	0,5-1,4
3,1-3,5	19	10-25	0,8	0,5-1,2

Cohen KMHS. Cohen Vias de la pulpa decima edicion. EISEVIER. Barcelona; 2011.

En la dentina radicular los túbulos dentinarios son lo suficientemente amplios para permitir la penetración de los selladores endodónticos. En la región coronal y medio, se ha demostrado una penetración más profunda del sellador, ya que en estas regiones existen un mayor número de túbulos dentinarios y son más abundantes, lo que facilita una mejor penetración del sellador además que se puede tener una mejor visibilidad en los experimentos donde se evalúa la penetración del sellado en

comparación con la región apical.(3,12) ya que la dentina apical es más esclerótica y está más mineralizada por lo que muestra menos densidad de túbulos o carece completamente de ellos. Esta estructura de dentina provoca irregularidades y desafíos por lo cual podrían afectar negativamente al éxito de la penetración tubular en el tercio apical.(13,14)

Las ventajas de la profundidad de penetración de los selladores en los túbulos dentinarios son evidentes. En primer lugar, mejora el contacto entre la obturación y la dentina, lo que puede aumentar la capacidad de sellado de todo el sistema de conductos radiculares. Además, puede impedir que las bacterias entren en el túbulo dentinario y su efecto antimicrobiano aumentará al estar en contacto más estrecho con los microorganismos, una penetración profunda del sellador aumentará la resistencia a la fractura radicular. Por lo tanto, la profundidad de penetración tubular y la adaptación son dos propiedades cruciales para un sellador ideal(15,16)

### **3.3 Selladores endodónticos**

Los cementos selladores son necesarios para ocupar el espacio entre la pared dentinaria y la gutapercha, esto permitirá rellenar las irregularidades de los conductos, istmos, conductos laterales y accesorios y los espacios que puedan quedar entre las puntas de gutapercha en la compactación lateral, ya que actúa como lubricante en la obturación. Otra importante función es la de impedir el establecimiento de las bacterias remanentes en los espacios del conducto que pudieran provocar inflamación y una filtración hacia los tejidos periapicales. Así mismo Grossman determinó los requisitos y características para un buen cemento endodóntico de conductos radiculares, En la actualidad, ningún cemento sellador satisface todos los criterios.(11,13,17,18)

#### **3.3.1 Propiedades del cemento sellador ideal**

Las características de cementos selladores ideales deben de cumplir con las siguientes características:

- i. Debe ser pegajoso cuando se mezcla para proporcionar buena adhesión entre la gutapercha y la pared del conducto, formando un sellado hermético que no permita la filtración.

- ii. Ser radiopaco.
- iii. Las partículas de polvo deben ser muy finas para que puedan mezclarse fácilmente con el líquido.
- iv. No debe presentar contracción volumétrica al fraguar.
- v. No debe pigmentar la estructura dentaria.
- vi. Debe ser bacteriostático o al menos no favorecer la reproducción de bacterias.
- vii. Debe fraguar lentamente.
- viii. Debe ser insoluble en líquidos bucales.
- ix. Ser bien tolerado por tejidos periapicales
- x. Ser soluble en un solvente común por si fuera necesario retirarlo del conducto.
- xi. No provocar una reacción inmunológica en tejidos periapicales
- xii. No ser mutagénico ni carcinogénico

### **3.4 Clasificación de los cementos**

Los cementos selladores son clasificados de la siguiente manera:

- Cementos a base de Óxido de zinc y eugenol (ZOE).
- Cementos a base de Resinas Epóxicas.
- Cementos a base de Hidróxido de Calcio  $[Ca (OH)_2]$ .
- Cementos a base de Ionómero de vidrio.
- Cementos a base de MTA.
- Cementos a base de silicona.(11)

#### **3.4.1 Cementos biocerámicos**

En la última década los selladores a base de silicato de calcio, a menudo denominados selladores “biocerámicos” han salido al mercado y se han investigado comparando sus propiedades con los selladores a base de óxido de zinc-eugenol y resinas epóxicas. (19)

Los cementos de silicato de calcio se introdujeron por primera vez en 2007, se definieron como materiales biocerámicos y pueden definirse como bioinertes, biocompatibles o biodegradables, según sus interacciones con el tejido circundante.

Los materiales bioactivos favorecen el proceso de cicatrización periapical, valores de pH más altos y la liberación de iones  $\text{Ca}^{2+}$  y tienen una fuerza de adhesión similar a la de otros cementos.(20) Así mismo, los selladores de silicato de calcio muestran buenas propiedades biológicas y mecánicas comparados con los cementos a base de resina, siendo más biocompatibles y menos citotóxicos, con el potencial de promover una respuesta osteogénica. Debido a la alta conductividad hidráulica de los selladores a base de silicato de calcio para obstruir los túbulos dentinarios dando buenos resultados cuando se han utilizado con técnicas de obturación en frío.(2,20,21)

Su mayor ventaja son sus potenciales características bioactivas; una vez que reaccionan con el agua se produce  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , lo que da lugar a un entorno alcalino, que a su vez desencadena la expresión de la fosfatasa alcalina, produciendo así un tejido altamente mineralizado y teniendo un efecto antimicrobiano. Además, el pH alcalino de estos materiales tiene la capacidad de neutralizar el ambiente ácido resultante del ácido láctico extruido de los osteoclastos y, por lo tanto, el proceso de disolución de los tejidos altamente mineralizados de los dientes queda completamente inhibido.(22)

Recientemente, se han desarrollado selladores a base de silicato de calcio en jeringa. Estos productos tienen la ventaja de que se aplican fácilmente en el conducto radicular, absorben la humedad del túbulo dentinario y omiten el proceso de mezcla, ya que el sellador a base de silicato de calcio se fija por sí mismo. Los selladores a base de silicato de calcio forman una capa de infiltración mínima en la pared dentinaria, lo que mejora la capacidad de adhesión a la dentina. Además, estos selladores producen un enclavamiento mecánico en la pared dentinaria al difundirse en los túbulos dentinarios.(23)

Sin embargo, una evaluación de la penetración en los túbulos dentinarios de los selladores a base de silicato de calcio utilizando diferentes métodos de obturación sería útil para determinar su potencial efecto de sellado en los conductos radiculares obturados.(2)

### 3.4.2 CeraSeal

CeraSeal (Meta Biomed Co., Ltd. Corea, República) es un sellador biocerámico premezclado que puede aplicarse inmediatamente en el interior del conducto radicular. Está formado por silicato de calcio que absorbe la humedad presente en el conducto radicular dando lugar a la formación de un gel de hidrato de aluminato de calcio (CAH) y de un gel de hidrato de silicato de calcio (CSH) al absorber la humedad de los tejidos circundantes en el conducto radicular y cristalizar el hidróxido de calcio.(21,22)

Los fabricantes afirman que tiene una estabilidad dimensional única; nunca se encoge ni se expande por lo que se evita la odontoclasia, tiene un pH de 12.73, alta biocompatibilidad y efecto antimicrobiano, un tiempo de fraguado corto, lo que a su vez evita el fenómeno de lavado, que se produce si el sellador de conductos radiculares de MTA no se cura adecuadamente o si se segrega exudado. Además, afirman que tiene una excelente capacidad de sellado, por lo que se puede realizar la técnica de cono único de obturación.(22,24) La humedad en los túbulos dentinarios y la reacción química del silicato de calcio producen la cristalización del hidróxido de calcio lo que produce una fuerza de unión muy alta con las paredes de la dentina mediante la formación de cristales de hidroxiapatita(25)(23) Por lo que el sellador CeraSeal es completamente hermético en el conducto radicular y evita la propagación de bacterias. Esta en una presentación de una jeringa de 2g con 15 puntas intraconductos

Tabla 2 Propiedades físicas de CeraSeal

Tiempo de Fraguado	3.5 hrs
Radiopacidad	8mm
pH	12<

En el estudio de Yousra Aly y col, CeraSeal mostró mayor fuerza de adhesión con la técnica de cono único en comparación con AH Plus. Esto puede deberse a la formación de una unión química con la dentina mediante la producción de hidroxiapatita durante el fraguado. Además, se difunde fácilmente en los túbulos dentinarios, lo que da lugar a una buena adaptación y un sellado hermético(24) Mientras que en el estudio de Naji

y col se observaron infiltraciones intratubulares de CeraSeal a 5 y 8 mm del ápice con la técnica de cono único.(26) Sin embargo en la bibliografía revisada no se ha observado que se evalué CeraSeal con otra técnica diferente a cono único.(26)

### **3.4.3 Bio-C Sealer**

Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil) es un sellador biocerámico que tiene beneficios como la inducción de regeneración tisular, acción bactericida e inhibición de la filtración bacteriana. Según su fabricante, este sellador tiene biocompatibilidad, bioactividad y altos valores de pH, radiopacidad y flujo. Es un cemento premezclado que contiene unas puntas aplicadoras que permiten llevar el material hasta la región más apical del conducto y puede utilizarse tanto para técnicas de obturación vertical en frío como en caliente, según el fabricante.(27–29).

En el estudio de Pinto y col, evaluaron al Bio-C Sealer con una radiopacidad menor que la de AH Plus, obteniendo un buen sellado en conductos curvos cuando se utilizó la técnica de cono único (30). En otro estudio realizado por Paulo y col, se comparó la intensidad de dolor después de la obturación cuando Bio-C Sealer extruyéndolo y se demostró una reducción del dolor posterior a las 4 horas.(31) En el estudio de Zordan Bronzel se demostró que Bio-C Sealer presento mayor fluidez en comparación con AH Plus y Total Fill y menor tiempo de fraguado.(27)

Tabla 3 Componentes y función de Bio-C Sealer

COMPONENTE	FUNCIÓN
Silicato Tricálcico (C <sub>3</sub> S)	Resistencia mecánica inicial Liberación de iones Calcio
Silicato Dicálcico (C <sub>2</sub> S)	Resistencia mecánica a lo largo del tiempo Liberación de iones Calcio
Aluminato Tricálcico	Fraguado inicial
Óxido de Calcio	Liberación de iones Calcio
Óxido de Zirconio	Radiopacidad
Óxido de Silicio	Agente de reometría
Polietilenglicol	Agente de dispersión
Óxido de Hierro	Pigmentación

Tabla 4 Datos técnicos de Bio-C Sealer

Tiempo de Fraguado	≤ 240 minutos
Radiopacidad	≥ 7,0 mm Al
pH	≈ 12
Escurrimiento	23,46 mm
Tamaño de Partículas	< 2 μm
Espesor de Película	21 μm
Solubilidad	2,86%

Las ventajas de los cementos premezclados es que no afectan las propiedades de los cementos biocerámicos además de tener una mezcla homogénea, son fáciles de usar y no consume tiempo.(29)

### **3.5 Técnicas de obturación**

Existen diferentes técnicas para obtener una obturación tridimensional de los conductos radiculares, entre los cuales están la condensación lateral y el cono único, las cuales utilizan gutapercha como material central y un cemento sellador. Estas técnicas son importantes a la hora de rellenar las irregularidades dentro del sistema de conductos y proporcionar cierto grado de penetración del sellador en los túbulos dentinarios para prevenir o minimizar las microfiltraciones y obtener éxito en el

tratamiento endodóntico.(2,16,23) En este sentido diversos autores han demostrado que casi el 60% de los fracasos endodónticos se debían a una incompleta obturación del sistema de conductos.(32)

### 3.5.1 Técnica lateral

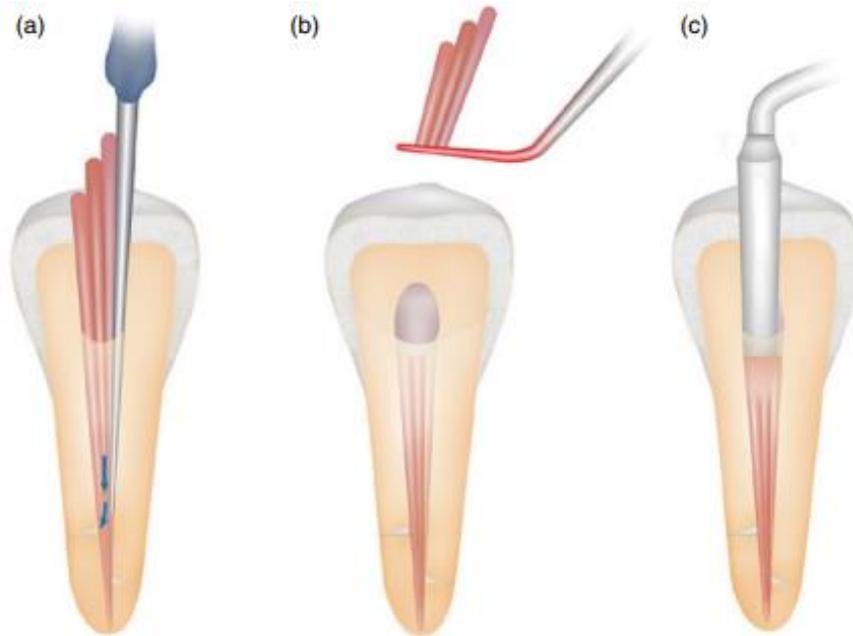
**La técnica lateral** propuesta en 1914 se ha utilizado con éxito y es el método de obturación en frío más popular, se ha establecido como el estándar de oro, es fácil de realizar, se obtiene un buen control en la longitud de obturación, no precisa de un instrumental sofisticado, relativamente sencilla y se puede realizar en la mayoría de los casos y con una amplia variedad de los cementos, (5,24,32,33). tiene como desventaja que la condensación lateral es de varias puntas y que el espacio debe crearse puede llevar una preparación excesiva debilitando el diente y provocando el riesgo de fractura radicular, dadas las fuerzas aplicadas y que se requiere de un buen sellador para llegar a conductos accesorios. (5,14,34–36)

#### 3.5.1.1 Pasos de la técnica lateral

1. El cono de gutapercha maestro debe presentar cierta resistencia a la retirada y su tamaño suele corresponder a la lima apical maestra utilizada para preparar la terminación apical.
2. El sellador debe mezclarse y aplicarse en la pared del conducto con el cono de papel maestro en sentido antihorario
3. Se debe insertar en el conducto y provocando una presión apical con un espaciador durante unos 20 segundos para compactar la gutapercha.
4. El primer cono accesorio debe insertarse en el espacio creado y volverlo a introducir el separador sin demora
5. Se puede colocar un segundo cono accesorio y continuar con la secuencia hasta que el conducto este completamente lleno
6. Se retira el exceso de la gutapercha por debajo del nivel gingival para mantener el color de la corona
7. Colocar un material provisional (34)

Figura 1 Condensación lateral en frío.

- (a) Se inserta el separador y se utiliza la fuerza para comprimir la gutapercha lateralmente y verticalmente.
- (b) Instrumento calentado utilizado para eliminar el exceso de gutapercha coronalmente.
- (c) Condensador utilizado para compactar la gutapercha verticalmente.



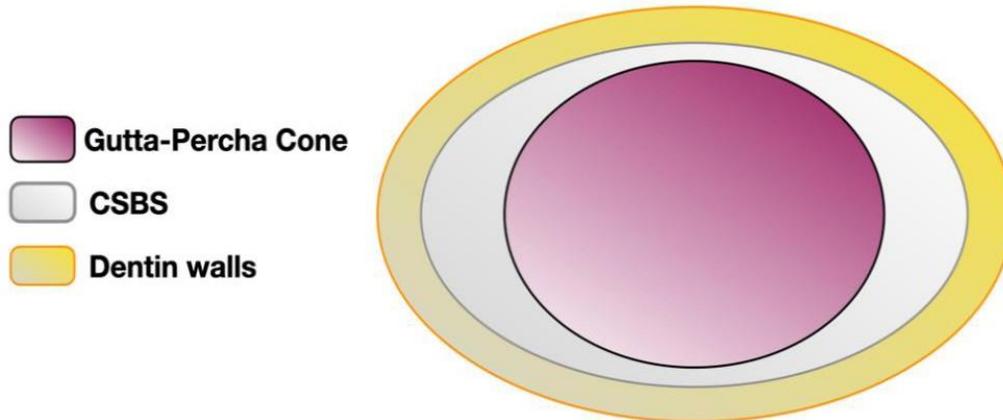
### 3.5.2 Técnica de Cono único

La técnica de obturación de cono único se utiliza un cono de gutapercha que coincide con el tamaño de la preparación final, por lo cual no es necesario conos de gutapercha accesorios, calor o compactación secuencial y esta ha ganado popularidad desde la aparición de los selladores biocerámicos ya que tiene un bajo costo, su facilidad de manejo y el corto tiempo de procedimiento, menor riesgo de fractura y mejora la adhesión a la dentina. Como desventajas requiere mayor cantidad de cemento, si el volumen dentro del conducto es insuficiente puede presentar una filtración por lo cual depende de un sellador que no sufra contracción para evitar microfiltración (5,24,34,35,37,38). Se ha comparado la obturación de cono único vs la técnica de condensación vertical caliente y los resultados no mostraron diferencias significativas en calidad de la obturación o la penetración del sellador, independientemente de la técnica o del cemento utilizado, por lo cual se sugiere que la técnica de cono único es eficaz especialmente en un conducto redondo y uniforme, dado que depende de que el sellador rellene los espacios y por lo cual pueden tener un mayor riesgo de fracaso

a largo plazo, sin embargo se sugiere que el volumen de los huecos es mayor en la parte coronal que en la apical con esta técnica.

La técnica de obturación de cono único se basa en propiedades antimicrobianas de los selladores biocerámicos con el objetivo de conseguir un sellado biológico.(34,37)

Figura 2 Técnica actualizada de cono único con biocerámico considerando su mayor estabilidad dimensional.



En el estudio de Chauhan y col no detectaron diferencias significativas entre técnica de condensación lateral y cono único para prevenir microfiltraciones, considerándolas igual de efectivas(32). Además, se ha sugerido utilizar la técnica de cono único con un sellador a base de silicato de calcio debido a sus finas partículas de calcio ( $<1 \mu\text{m}$ ) una de las principales razones por las que es más probable que se produzca su difusión en profundidad incluso con la técnica de cono único, además de la eliminación de las fuerzas de compactación dentro del conducto excesivas durante los procedimientos de condensación podría reducir el potencial de fractura radicular, especialmente en las raíces delgadas o debilitadas. Con respecto a la relación entre la penetración del sellador en túbulo dentinario y las microfiltraciones, sólo podemos suponer que, si el contacto de la interfaz del sellador con la dentina del conducto radicular se hace más íntimo con una mayor penetración del túbulo, esto podría prevenir o minimizar la permeación de fluidos y mejorar el sellado hermético de la obturación. (2,29)

Asimismo, cuando se aplica de técnica de compactación lateral con una capa fina de cemento sellador esta puede aumentar la capacidad de penetración en los túbulos

dentinarios.(13,14) En lo que respecta, el estudio de Eymirly y col. se comprobó que la presión de aplicación de la gutapercha obligó al sellador a penetrar más profundamente en la dentina debido a su forma, el uso de una gutapercha que se ajuste a la forma del conducto preparado genera cierta presión que mejoraría la penetración en los túbulos dentinarios del sellador a base de silicato tricálcico. (3)

Mientras que Sarhan y col mencionan una mejor penetración del sellador asociada a la técnica lateral, que adjudican al mayor flujo del sellador bajo la presión de compactación, donde las fuerzas de compresión de la técnica lateral con las excelentes propiedades físicas del sellador biocerámico Sure-Seal Root dieron como resultado una mayor penetración del sellador(39).

En cambio, Mc Michael y col mostraron una penetración en los túbulos similares a 1 mm y a 5 mm del ápice al utilizar onda continua y cono único en cementos con silicato tricálcico.(40) En otro estudio mencionan que la principal diferencia entre la técnica de onda continua y cono único es el tipo de cemento que se está usando, logrando una mayor penetración con onda continua, lo que puede estar relacionado con las fuerzas de compresión aplicadas que mejorarían la penetración en el tercio apical.(29) Sin embargo, en el estudio de Jeong y col mostraron que la profundidad de penetración del sellador a base de silicato de calcio en los túbulos dentinarios a 4 mm del ápice no se vio afectada por la presión adicional creada con la compactación vertical caliente. Por lo tanto, la elección de la técnica de obturación utilizada con un cemento a base de silicato de calcio no tiene por qué influir en la penetración del sellador en la parte apical del conducto radicular. Los selladores a base de silicato de calcio penetraron en los túbulos dentinarios sin aplicar la presión de compactación intraconducto que suele utilizarse en las técnicas de obturación con gutapercha(2)

Sin embargo Mostafa y col mencionan que los selladores biocerámicos pueden dar resultados eficientes cuando se utiliza con otras técnicas de obturación que no sean el cono único(41) por lo que sugieren realizar más trabajos de investigación en los que se comparen diversas técnicas de obturación con selladores biocerámicos ya que las evidencias científicas sobre la obturación del sistema de conductos radiculares con selladores biocerámicos son limitadas, por lo que su uso en la práctica clínica debe

considerarse con gran precaución, teniendo en cuenta las propiedades fisicoquímicas, la biocompatibilidad, la biomineralización así como la retratabilidad de cada material. Dado que se carece de datos clínicos sobre la obturación con selladores biocerámicos.(29,42)

La capacidad de penetración del sellador en los túbulos dentinarios de forma consistente y efectiva es uno de los principales factores para elegir el material para la obturación del conducto radicular.(13)

## **4 JUSTIFICACIÓN**

Debido a que existen evidencias científicas limitadas sobre la obturación del sistema de conductos radiculares con selladores biocerámicos, como el CeraSeal® y Bio-C® Sealer, se sugiere precaución en su uso en la práctica clínica, e investigar sus propiedades fisicoquímicas, biocompatibilidad y biomineralización. Una de las características a considerar es la penetración de los selladores en los túbulos dentinarios que beneficia el tratamiento endodóntico, ya que ayuda a neutralizar las bacterias residuales y favorece la interacción entre los materiales de obturación y la dentina. Como se ha mencionado, la penetración de los túbulos dentinarios depende de diversos factores, como la técnica de obturación y las propiedades de los cementos. por lo que en este estudio se evalúa la penetración de los cementos biocerámicos con diferentes técnicas de obturación.

### **4.1 Pregunta de investigación**

¿El cemento CeraSeal® presenta mayor penetración en túbulos dentinarios en comparación con Bio-C® Sealer al utilizar diferentes técnicas de obturación?

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 Objetivo General

Evaluar la penetración en túbulos dentinarios de selladores biocerámicos con diferentes técnicas de obturación.

### 5.2 Objetivos específicos

- Realizar la obturación de conductos radiculares con técnica de condensación lateral utilizando el cemento CeraSeal o Bio-C Sealer.
- Realizar la obturación de conductos radiculares con cono único utilizando el cemento CeraSeal o Bio-C Sealer.
- Evaluar con microscopia Confocal, la penetración en túbulos dentinarios a nivel de tercio medio y apical de la raíz, de los selladores endodónticos.
- Comparar la penetración de los selladores con las diferentes técnicas de obturación.

## 6 HIPÓTESIS

**Hi:** El cemento sellador CeraSeal al utilizar técnica de condensación lateral y/o cono único tiene una mayor penetración en los túbulos dentinarios que al utilizar Bio- C Sealer.

**Ho:** El cemento sellador CeraSeal al utilizar técnica de condensación lateral y/o cono único tiene una menor penetración en los túbulos dentinarios que al utilizar Bio- C Sealer.

## **7 METODOLOGÍA**

### **7.1 Lugar de Realización**

- Laboratorio de Preclínica de la Maestría en Endodoncia de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Departamento de Física de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

### **7.2 Diseño de estudio**

- Experimental In-Vitro.
- Analítico, Transversal, Prospectivo.

### **7.3 Criterios de selección**

#### **7.3.1 Criterios de inclusión**

- Dientes unirradiculares con ápices maduros.
- Raíces rectas con angulación menor a 15°.

#### **7.3.2 Criterios de exclusión**

- Dientes unirradiculares con ápices abiertos.
- Dientes con presencia de curvaturas severas.

#### **7.3.3 Criterios de eliminación**

- Eliminación de las raíces por errores operatorios como perforaciones, fracturas o separación de instrumentos

## **7.4 Definición conceptual y operacional de las variables**

### **7.4.1 Variables independientes**

#### Cementos Selladores

##### **Definición Conceptual**

Llena las zonas vacías entre el material de obturación y las paredes del conducto radicular, así como impedir el establecimiento de las bacterias remanentes en los espacios del conducto.

##### **Definición Operacional**

Se combinará el cemento sellador con el fluorocromo para la obturación con técnica de condensación lateral o cono único de los dientes unirradiculares.

**Escala de Medición:** Categórica nominal.

#### Técnicas de obturación

##### **Definición conceptual**

Obturación de todo el sistema de conductos radiculares total y densamente con materiales que sellen herméticamente y que no sean irritantes para el organismo

##### **Definición operacional**

Se realizó la obturación de los conductos radiculares con las técnicas de obturación lateral y de cono único

### **7.4.2 Variables Dependientes**

#### Penetración En Túbulos Dentinarios

##### **Definición Conceptual**

Es la capacidad que tiene un cemento sellador de difundir a través de los túbulos dentinarios para obtener un mejor sellado y adhesión al conducto radicular.

##### **Definición Operacional**

Se medirá observando mediante el microscopio confocal la penetración de los cementos selladores en los túbulos dentinarios: desde la orilla del núcleo hasta su máxima difusión a través del túbulo.

**Escala de Medición:** Continua de Razón

## 7.5 Consideraciones Éticas

Este Proyecto se someterá a su revisión por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. La procedencia de las piezas dentarias utilizadas fue por donación de consultorios dentales particulares con previo consentimiento informado.

El manejo de residuos del estudio se realizará de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental- salud ambiental- Residuos peligrosos biológicos- Infecciosos- Clasificación y especificaciones de manejo. CEI-FE-047-021.

## 7.6 Etapa Experimental

### 7.6.1 Número de muestra

#### Fórmula comparación de medias

$$n = \frac{2(Z\alpha + Z\beta)^2 * S^2}{d^2} \quad n = \frac{2(1.645 + 1.282)^2 * (10)^2}{12^2} = 11.89 = 12$$

- $Z\alpha$ : 1.645 (para un nivel de confianza de 95% y test unilateral)
- $Z\beta$ : 1.282 (para una potencia del 90%)
- $S^2$ : Varianza que tiene el grupo control o de referencia: 10
- $d^2 = 14$  (valor mínimo de la diferencia que se desea detectar)

### 7.6.2

### 7.6.2 Análisis estadístico

Los resultados se analizaron con el programa SPSS, con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ , realizando la prueba de Shaphiro Wilk para determinar la normalidad de los datos, prueba de Kruskal Wallis y de U-Mann Whitney, para determinar la diferencia de las medias entre las diferentes técnicas y entre los tercios.

### 7.6.3 Grupo de estudio

Tabla 5 Grupos de estudio

<b>Grupo 1</b>	Sellador Bio-C Sealer con técnica de cono único
<b>Grupo 2</b>	Sellador CeraSeal con técnica de cono único
<b>Grupo 3</b>	Sellador Bio-C Sealer con técnica lateral
<b>Grupo 4</b>	Sellador CeraSeal con técnica lateral

## 7.7 Metodología Experimental

Para la parte experimental de la tesis, se ha dividido en 5 fases:

- 1) Preclínica.
- 2) Preparación de las muestras.
- 3) Seccionamiento de raíces a diferentes tercios.
- 4) Observación de muestras microscopio Laser Confocal.
- 5) Medición en imágenes de la penetración.

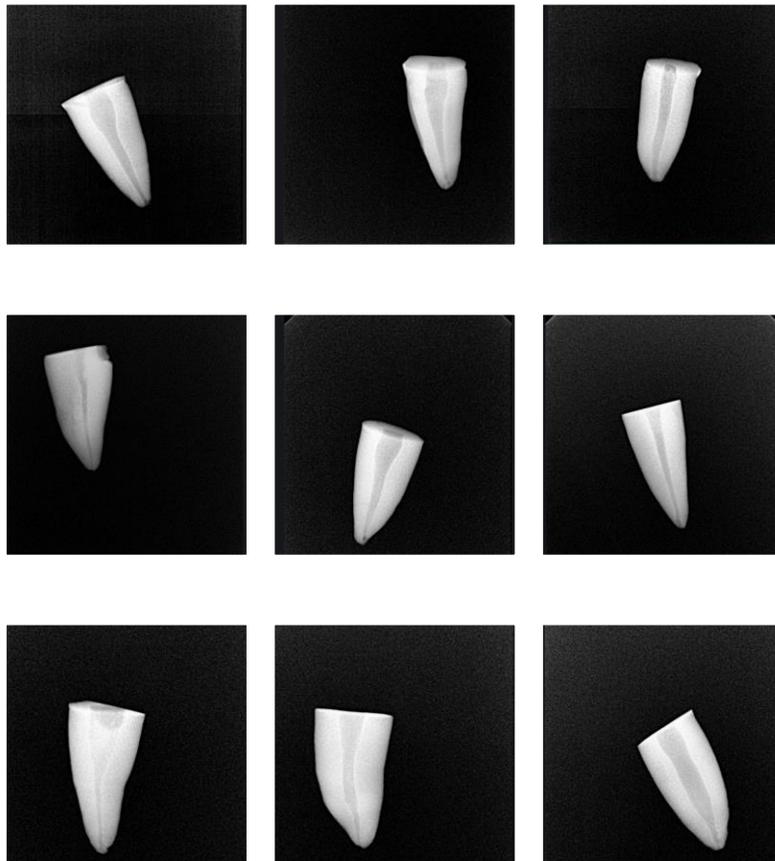
### 7.7.1 Fase 1: Preclínica

Se utilizaron 48 premolares unirradiculares que fueron donados por consultorios particulares, los cuales se decoronaron, utilizando discos de diamante para pieza de baja velocidad y se estandarizaron a una longitud radicular de 14 mm utilizando discos de diamante para pieza de baja velocidad, se les tomaron imágenes con el radiovisiógrafo Woodpecker para corroborar que todas las raíces tuvieran un conducto.

Figura 3 Estandarización de las muestras a 14 mm



Figura 4 Radiografías de las piezas dentarias



A los dientes unirradiculares humanos extraídos se les realizó un protocolo de desinfección, colocándolos en NaOCl al 5.25% en ultrasonido por 4 min, seguido por agua destilada por 4 min, EDTA al 17% por 4 min, y por último recambios de agua destilada por 4 min hasta que no saliera con turbidez. Las muestras se secaron y esterilizaron en calor húmedo con autoclave a 121°C y 15 libras de presión durante 15 minutos.

Figura 5 Preparación de las muestras



### 7.7.2 Fase 2: Preparación de las muestras

Se realizó la patentización y la toma de odontometría con limas tipo K #10 (Dentsply Maillefer), restando 1 mm de la longitud total al foramen apical. La instrumentación se completó utilizando limas rotatorias Protaper Next (Dentsply Maillefer) X1, X2 y X3, utilizando el motor X- Smart Plus (Dentsply Syrona) con las especificaciones de acuerdo al sistema. Se irrigó con NaOCl al 2.5 % entre cada lima, y al final se colocó 5 ml de EDTA al 17% seguido de agua destilada. Se secaron los conductos con puntas de papel estériles, posteriormente se dividieron aleatoriamente en los 4 grupos experimentales procediendo su obturación de acuerdo al grupo asignado, se le agregó la Rodamina B en una proporción de 1% del peso, para visualizar la penetración en el

microscopio confocal. Las muestras se mantuvieron a 37°C en una atmósfera de humedad por 1 semana.

Figura 6 Instrumentación con Protaper Next.

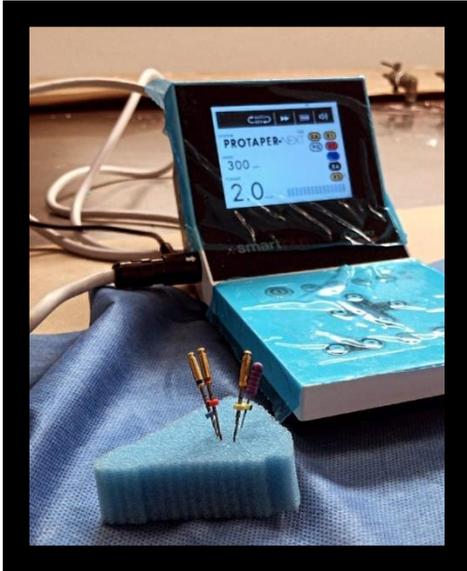


Figura 7 Selladores Biocerámicos



Figura 8 Técnica de condensación lateral.



Figura 9 Técnica de cono único.



### 7.7.3 Fase 3: Seccionamiento de las raíces

Se realizaron 3 cortes horizontales en cada raíz a una distancia de 4 mm entre cada uno para evaluar la penetración del sellador en los tercios medios y apicales de la raíz. Los cortes se realizaron con una sierra de baja velocidad (Isomet, Buehler).

Figura 10 Sierra de baja velocidad Isomet



Se colocaron los discos de dentina obtenidos en parafina sobre un portaobjetos, para evitar el movimiento de las muestras durante la observación al microscopio Confocal

Figura 11 Discos de dentina de los tercios medios y apicales de los diferentes grupos a evaluar.



### 7.7.3 Fase 4: Observación de las muestras

Las muestras se observaron y se midieron en el microscopio confocal (Olympus Fluoview Fv500) a un aumento de 2.5X a una longitud de onda de 546 nm para evaluar la penetración en los túbulos dentinarios de los selladores.

Figura 12 Microscopio confocal Olympus Fluoview Fv500

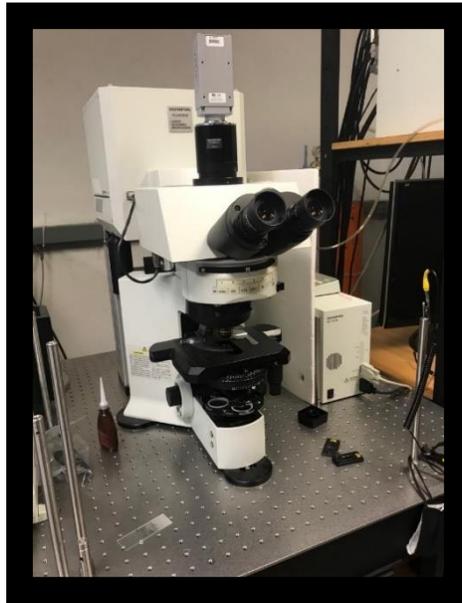


Figura 13 Valores de Microscopía Confocal Olympus Fluoview Fv500

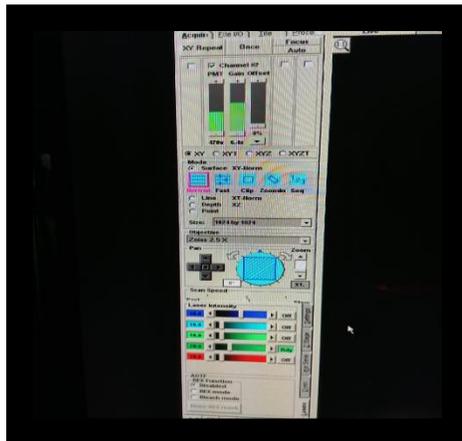
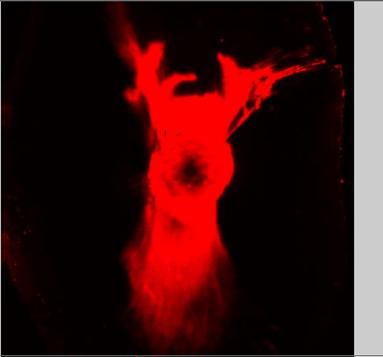
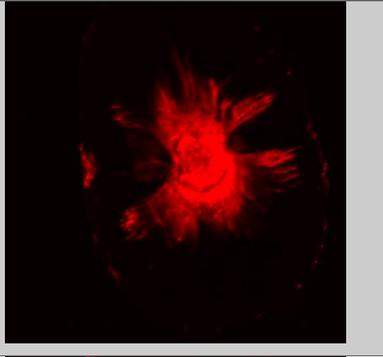
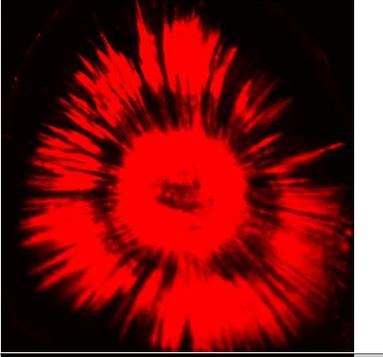
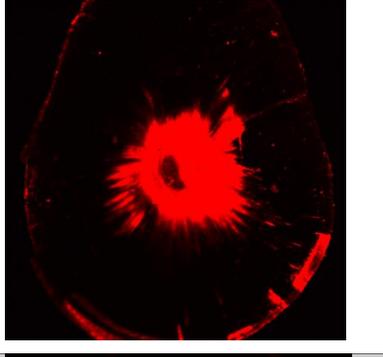
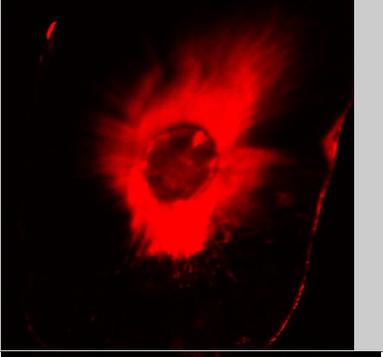
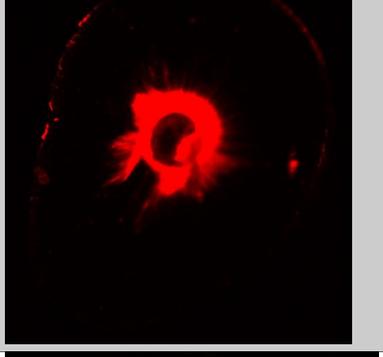
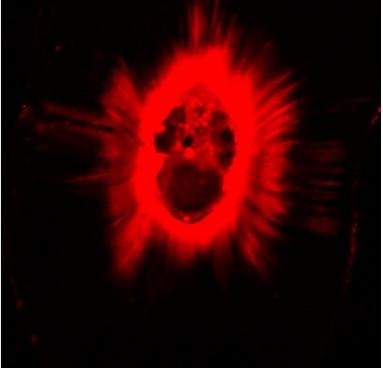
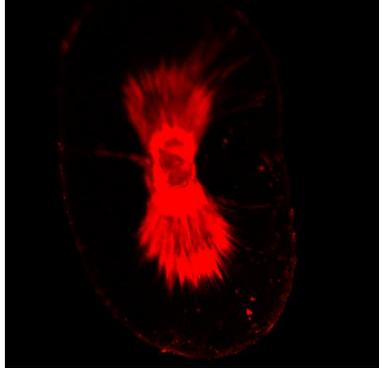


Tabla 6 Imágenes tomadas con microscopia confocal

<b>Grupo</b>	<b>Tercio medio</b>	<b>Tercio apical</b>
<b>G1 Bio – C Selaer con técnica cono único</b>		
<b>G2 Ceraseal con técnica de cono único</b>		
<b>G3 Bio – C Selaer con técnica latera</b>		
<b>G4 CeraSeal con técnica lateral</b>		

### **7.7.1 Fase 5: Medición de imágenes**

Para la medición de las imágenes obtenidas se utilizó el Image J. utilizando la escala proporcionada en cada imagen y se realizó una medición del área de núcleo central y de la difusión de los cementos selladores con la herramienta proporcionada por el programa para poder obtener mediciones exactas de la penetración presente en los túbulos dentinarios.

Tabla 7 Medición de las áreas de los diferentes tercios

Grupo	Apical	Medio
G1 Bio-C Sealer cono único		
G2: Ceraseal con cono único		
G3 Bio-C Sealer técnica lateral		
G4 CeraSeal técnica lateral		

## 8 RESULTADOS

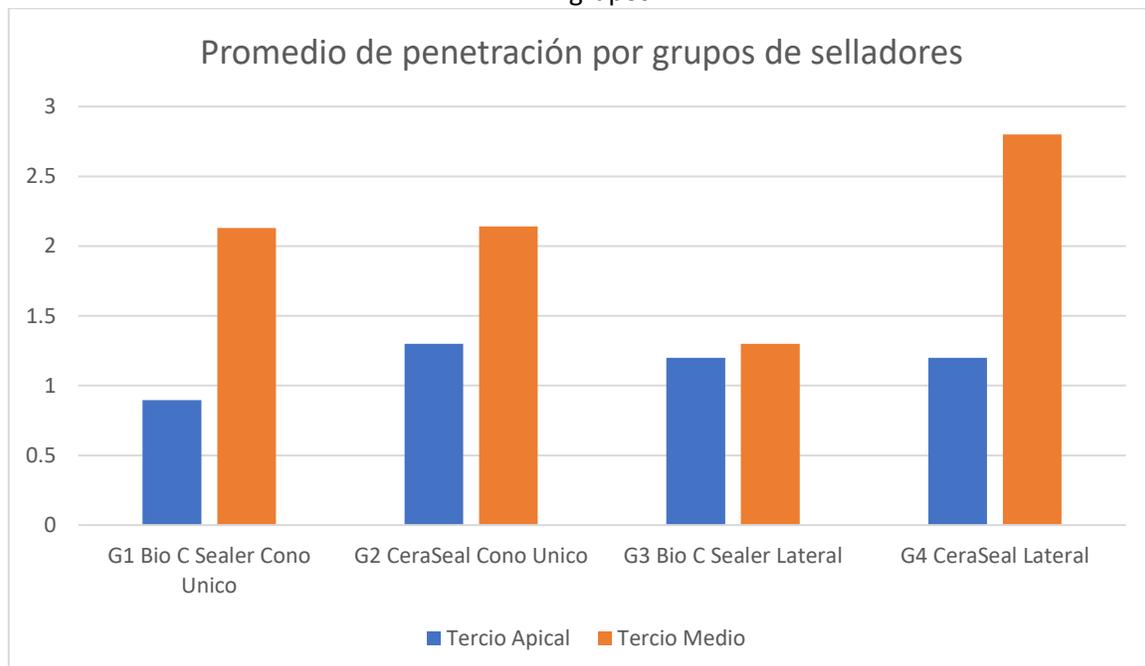
### 8.1 Fase microscópica

Las observaciones de la penetración de los selladores en túbulos dentinarios se realizaron a nivel del tercio, medio y apical obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 8. Resultados de profundidad de penetración en los diferentes grupos

Tercio	G1 Bio-C Sealer con cono único $\mu$ $\bar{X}$ DE Rangos	G2 CeraSeal con cono único $\mu$ $\bar{X}$ DE Rangos	G3 Bio-C Sealer técnica lateral $\mu$ $\bar{X}$ DE Rangos	G4 CeraSeal técnica lateral $\mu$ $\bar{X}$ DE Rangos
<b>Apical</b>	<b>.895</b> $\pm 1.987$ 0.25-4.76	<b>1.3</b> $\pm 2.451$ 0.18-6.93	<b>1.2</b> $\pm 2.100$ 0.58-4.45	<b>1.2</b> $\pm 2.396$ 0.69-2.69
<b>Medio</b>	<b>2.13</b> $\pm 2.206$ 0.16-2.23	<b>2.14</b> $\pm 2.513$ 0.11-3.65	<b>1.3</b> $\pm 1.074$ 0.22-4.14	<b>2.8</b> $\pm 0.903$ 0.17-3.27
<b>Total</b>	<b>3.025</b>	<b>3.44</b>	<b>2.5</b>	<b>4.0</b>

Figura 14 . Promedio de profundidad de penetración en tercio apical y medio en los diferentes grupos.



Se determinó una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos a nivel de tercio medio (Kruskall Wallis  $p=0.042$ ). En la prueba pos hoc de Games-Howell se observó una diferencia significativa entre los grupos 3 (Bio C Sealer con técnica lateral) y grupo 4 (CeraSeal con técnica lateral ).

A nivel apical no se determinó una diferencia estadísticamente significativa (Kruskall Wallis  $p=0.069$ ).

Se observó una diferencia significativa entre la profundidad de penetración en los diferentes tercios, siendo mayor la penetración a nivel del tercio medio en comparación con tercio apical, (Mann Whitney  $p=0.039$ ), tanto en técnica de cono único como en la lateral

## 9 DISCUSIÓN

El tratamiento del conducto radicular con un sellado tridimensional inadecuado se denomina una obturación incompleta, Ingle y col. estudiaron radiográficamente el éxito y el fracaso de la endodoncia; indicaron que el 58% de los fracasos del tratamiento se debían a una obturación incompleta(25) para lograr una adecuada obturación, no solo deben eliminarse los restos de tejido y los contaminantes, sino que los materiales de obturación y las técnicas utilizadas para colocarlos deben alcanzar un alto nivel de adaptabilidad al espacio del conducto radicular limpio y las paredes de la dentina, incluyendo la penetración en los túbulos dentinarios.(14)

Es así que la endodoncia ha evolucionado con la aparición de técnicas de instrumentación rotatorias y conos principales de gutapercha con conicidad correspondientes a los instrumentos, lo que da como resultado un mejor ajuste del cono principal a las paredes del conducto, así como selladores más biocompatibles, ofreciendo un mejor ambiente que favorezca la cicatrización de los tejidos perirradiculares aumentando el éxito del tratamiento.(37,43)

Se considera que el objetivo de la obturación es impedir cualquier tipo de comunicación entre el periápice, el espacio periodontal y el conducto radicular y prevenir la filtración de microorganismos, una vez que se ha perdido el sellado hermético las bacterias pueden recolonizar y causar un fracaso en el tratamiento.(12,44,45)

El tratamiento de conductos radiculares ha avanzado no sólo por la conveniencia clínica sino también por el buen pronóstico a partir del desarrollo de diversos materiales y técnicas.

Los selladores del conducto radicular sirven como lubricantes durante el proceso de obturación, sellan el espacio entre la pared dentinaria y el material de obturación y rellenan los conductos accesorios, los huecos y las irregularidades en los conductos radiculares que no pueden ser obturados por la gutapercha. La penetración del sellador en los túbulos dentinarios podría afectar el sellado de la obturación radicular

porque un aumento de la superficie de contacto entre el material de obturación y la dentina está relacionado a un mejor sellador.

Entre los materiales recientemente introducidos, los selladores a base de silicato de calcio son los materiales representativos más recientes, pero todavía no hay pruebas suficientes de sus características y uso clínico por lo cual es importante evaluar las propiedades físicas y biológicas de estos cementos.(25,46,47)

Diversos estudios mencionan que la penetración de un sellador radicular en los túbulos es una propiedad deseable porque proporciona una retención mecánica entre el sellador y la dentina del conducto radicular y depende de su diámetro y del tamaño de las partículas de los materiales. En la dentina radicular, los túbulos dentinarios son lo suficientemente amplios como para permitir la penetración de los selladores, variando en los niveles cervical, medio y apical.(3,13,38,48–50). En este trabajo como en los anteriormente mencionados se observa una mayor penetración en el tercio medio que en tercio apical sin importar la técnica usada o el cemento sellador, esto debido al aumento del número y diámetro de los túbulos dentinarios y al aumento de la eliminación de la capa de barrillo dentinario, además la estructura irregular de la dentina secundaria y la presencia de un tejido similar al cemento en la pared del conducto radicular causan una menor penetración de los cementos en apical en comparación con el tercio medio. En el estudio de Mjör registró el número de los túbulos dentinarios en la región apical la cual correspondía a 14,400 mm<sup>2</sup> cerca de la pulpa dental o cerca de la dentina secundaria, y 8100 por mm<sup>2</sup> en la dentina media y 2500 por mm<sup>2</sup> en la dentina radicular periférica. Estas densidades son inferiores a las encontradas en la dentina coronal, que van de 57 400 a 8100 mm<sup>2</sup> y en la dentina radicular que van de 40 000 a 8100 mm<sup>2</sup> . Por lo tanto, el número de túbulos por mm<sup>2</sup> disminuye de media entre 40.000 y 14.400 desde la parte coronal a la apical del conducto radicular, por lo cual en los tercios coronales y medios además de facilitar la penetración del sellador permite una mejor visibilidad en los experimentos donde se observa la penetración del sellador.(3,29,47,51). Además de la estructura irregular de la parte apical en los dientes humanos, como lo son conductos radiculares accesorios, las zonas de reabsorción o la presencia de cálculos pulpares adheridos, que

representan un desafío durante la obturación de los conductos radiculares, por lo que se les debe dar una conformación óptima, eliminando los contaminantes, con un sellado eficaz del conducto. También se debe considerar para la penetración del sellador la presencia de agua y las propiedades físicas y químicas. (43,52)

En lo que respecta a la propiedad de penetración de los selladores, se detectó que CeraSeal penetró más en los tercios medios y tercio apical que el Bio-C Sealer, cuando se utilizó la técnica de cono único y la técnica lateral, esto probablemente esté relacionado a su alta fluidez como lo menciona Najji, al ser comparado con Bio Root, utilizándolo con técnica de cono único.(26) aunque en otros estudios el Bio- C Sealer presentó mayor fluidez comparándolo con AH Plus y Total Fill (27). Otro factor puede ser el tamaño de partícula, teniendo el Bio- C Sealer de  $< 2 \mu\text{m}$ , en cuanto al CeraSeal no se ha reportado. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas

En este estudio se eligió usar la técnica lateral ya que es de las más comúnmente utilizadas, en cuanto a la selección de la técnica de cono único, fue porque es la que se sugiere utilizar con este tipo de selladores.

Según los estudios disponibles, las fórmulas Endosequence, Bio-C Sealer y HiFlow pueden utilizarse con técnicas de calor, pero no todos los cementos biocerámicos pueden hacerlo. Por ejemplo, BioRoot RCS está contraindicado con la obturación con gutapercha caliente, por lo que es necesario realizar estudios adicionales para aclarar el impacto del calor en cada formulación de cementos biocerámicos, debido a que el calor puede desecar el líquido en los túbulos dentinarios y esto sería un efecto contraproducente en el sellado. (13,19)

En este estudio se realizaron 3 cortes de la parte coronal, medio y apical, se analizaron los tercios medio y apical para hacer una comparación entre estos dos, el corte se realizó en plano horizontal para que la dentina que rodea el conducto radicular pueda visualizarse y así observar la penetración del sellador en los túbulos bajo microscopía confocal.(3)

La profundidad de la penetración del túbulo dentinario puede ser evaluada por diferentes métodos entre los cuales están la microscopía electrónica de barrido (MEB), la óptica y confocal. El MEB permite la observación de los túbulos dentinarios y medición precisa de la profundidad de penetración a grandes aumentos. Pero en este estudio se decidió utilizar la microscopía confocal debido a que es un método no destructivo y tiende a producir menos artefactos que el MEB, ya que no requiere un procesamiento de la muestra, y las mediciones pueden realizarse en condiciones ambientales normales, además permite determinar la cantidad total del sellador penetrando en los túbulos dentinarios, permitiendo la visualización de secciones ópticas por debajo de la superficie de la dentina, sin eliminar la capa de barrillo dentinario, lo cual era importante para el estudio porque el sellador a base de silicato de calcio podría perderse al retirar el barrillo dentinario, siendo necesario mezclar el sellador con un fluorocromo para observarlo.(2,3,16,38,52)

La visualización de la profundidad de penetración y la adaptación de los selladores en secciones horizontales es evidente a bajos aumentos por la presencia de la fluorescencia de rodamina B en los túbulos dentinarios. Por lo tanto, una visión panorámica de la adaptación del sellador en el conducto radicular y en los túbulos dentinarios puede confirmarse fácilmente a mayores aumentos. Como se indicó en estudios anteriores utilizando CLSM, la rodamina B es esencial para observar el grado de adaptación y penetración del sellador, la cantidad del 0.1% no influyó en las características de consistencia del sellador, al igual como se ha demostrado en otros estudios (16,29,48).

El hecho de que la rodamina B etiquete la dentina en ausencia del sellador endodóntico ha sido verificado por Patel. En el presente estudio, se comprobó utilizando la herramienta de sección ortogonal (sección óptica X-Y-Z). Detectando que la intensidad de la fluorescencia en los túbulos dentinarios está relacionada con la cantidad de sellador dentro de estos. Una mayor fluorescencia estaba relacionada con la obturación completa de los túbulos dentinarios, mientras que una menor fluorescencia correspondía a una obturación parcial o incompleta del lumen del túbulo dentinario. La eliminación de la capa de barrillo dentinario de las paredes del conducto radicular se

considera fundamental para permitir la penetración del sellador en los túbulos dentinarios, independientemente del sellador del conducto radicular utilizado(14)

Por otro lado se ha sugerido el empleo del Fluo-3, es un tinte fluorescente apropiado para rastrear el sellador a base de silicato de calcio porque este colorante es capaz de ser selectivamente fluorescente en presencia del sellador a base de silicato de calcio, pero no en ausencia del sellador. En el sistema de microscopia confocal, el sellador debe ser etiquetado con el colorante fluorescente específico para su evaluación. La rodamina B muestra una gran afinidad por la humedad y tiene menos afinidad por el calcio, lo que puede ocasionar que se libere de la mezcla y rastrear pequeños grados de humedad en la dentina, emitir fluorescencia independientemente del sellador y mostrar una penetración más profunda en los túbulos dentinarios dando resultados inexactos.

Se ha sugerido fluo-3, el cuál es un colorante apropiado para rastrear los iones de calcio porque en presencia de éstos, aumenta la intensidad de la fluorescencia en más de 100 veces y en ausencia de iones de calcio no genera intensidad, sin embargo no se ha utilizado para detectar iones de calcio en la estructura dental.(29)

La capa de barrillo dentinario es el residuo orgánico e inorgánico que se forma tras la preparación de la cavidad o la instrumentación del conducto radicular, recubriendo la dentina y obstruyendo el orificio de los túbulos dentinarios, lo que impide la penetración de desinfectantes y selladores del conducto radicular dentro de los túbulos; por lo tanto, su eliminación, mediante el uso de agentes como el EDTA, debería ser preferible para una mejor adaptación de los selladores. (13,33,44) En este estudio, los conductos radiculares se irrigaron de acuerdo con el siguiente protocolo de irrigación de 4 pasos, primero durante la instrumentación con 2 ml de NaOCl al 2.5 % entre cada lima; segundo, después de la instrumentación se colocó 5 ml de EDTA al 17% seguido de agua destilada para neutralizar el EDTA y posteriormente con 5 ml de NaOCl al 2.5%.

Otro aspecto a considerar es el conocimiento de las características morfológicas y variaciones del conducto radicular juega un papel importante en el éxito del tratamiento la complejidad del sistema de conductos que podrían interferir en las mediciones. Los conductos de forma ovalada presentan una anatomía muy complicada y debe tenerse

en cuenta en la selección de la muestra estos se encuentran en el 25% de los dientes por lo que la preparación y la obturación de estos conductos son un reto(53). El efecto mariposa descrito por Russell es más probable en estas configuraciones. En algunas secciones se observó una mayor penetración buco-lingual que en el aspecto mesio-distal, lo cual demuestra la difusión encontrada con ambos selladores en el presente trabajo. (29) La técnica de cono único puede dar lugar a vacíos en conductos de forma irregular por lo cual su llenado tridimensional se observa afectado en un conducto ovalado o irregular.

## 10 CONCLUSIONES

- En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se llegó a las siguientes conclusiones:
- En la penetración del sellador en los túbulos dentinarios se determinó una diferencia estadísticamente significativa a nivel de tercio medio entre el Bio- C Sealer y Ceraseal en técnica lateral.
- Se determinó una diferencia estadísticamente significativa en el tercio medio que en apical independientemente de la técnica utilizada

## 11 PERSPECTIVAS

- Evaluar la penetración de túbulos dentinarios de CeraSeal y Bio- C Sealer utilizando técnicas termo plastificadas.
- Evaluar la penetración de túbulos dentinarios de diferentes selladores a base de silicato de calcio utilizando técnicas de obturación en frio y caliente.
- Evaluar otras propiedades biológicas y físicas de los selladores a base de silicato de calcio como la actividad antimicrobiana.
- Evaluar la penetración de los túbulos dentinarios usando cementos biocerámicos, pero con diferentes fluorocromos.
- Evaluar soluciones para eliminación de los cementos bioceramicos en retratamientos endodónticos

## BIBLIOGRAFÍA

1. Wang Z. Bioceramic materials in endodontics. *Endod Top*. 2015;267(4):32,3-30.
2. Jeong JW, DeGraft-Johnson A, Dorn SO, Di Fiore PM. Dentinal Tubule Penetration of a Calcium Silicate–based Root Canal Sealer with Different Obturation Methods. *J Endod* [Internet]. 2017;43(4):633–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.11.023>
3. Eymirli A, Sungur DD, Uyanik O, Purali N, Nagas E, Cehreli ZC. Dentinal Tubule Penetration and Retreatability of a Calcium Silicate–based Sealer Tested in Bulk or with Different Main Core Material. *J Endod* [Internet]. 2019;45(8):1036–40. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.04.010>
4. Libonati A, Montemurro E, Nardi R, Campanella V. Percentage of Gutta-percha–filled Areas in Canals Obturated by 3 Different Techniques with and without the Use of Endodontic Sealer. *J Endod* [Internet]. 2018;44(3):506–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.09.019>
5. Andrea Gisella Flores Flores APO. Técnicas y sistemas actuales de obturación en endodoncia . *Crit Endod Of, Rev*. 2018;15(2):85–93.
6. Pereira AC, Nishiyama CK, Pinto L de C. Single-cone obturation technique: a literature review. *RSBO*. 2012;9(4):442–7.
7. Lim M, Jung C, Shin D, Cho Y. Calcium silicate-based root canal sealers : a literature review. 2020;45(3):1–17.
8. Roggendorf MJ, Ebert J, Petschelt A. Influence of Moisture on the Apical Seal of Root Canal Fillings With Five Different Types of Sealer. 2007;33(1):31–3.
9. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dent Mater J*. 2020;39(5):703–20.
10. Camilleri J, Atmeh A, Li X, Meschi N. Present status and future directions: Hydraulic materials for endodontic use. *Int Endod J*. 2022;(February):1–68.

11. Cohen KMHS. Cohen Vias de la pulpa decima edicion. Elsevier. Barcelona; 2011.
12. Bird DC, Komabayashi T, Guo L, Opperman LA, Spears R. In vitro evaluation of dentinal tubule penetration and biomineralization ability of a new root-end filling material. J Endod [Internet]. 2012;38(8):1093–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.04.017>
13. Turkyilmaz A, Erdemir A. Comparison of dentin penetration ability of different root canal sealers used with different obturation methods. Microsc Res Tech. 2020;83(12):1544–51.
14. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Graeff MSZ, del Carpio Perochena A, Vivan RR, Camargo EJ, et al. 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 Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology [Internet]. 2009;108(3):450–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.04.024>
15. Chen H, Zhao X, Qiu Y, Xu D, Cui L, Wu B. The Tubular Penetration Depth and Adaption of Four Sealers : A Scanning Electron Microscopic Study. BioMed Res Int. 2017;8.
16. Kim Y, Kim BS, Kim YM, Lee D, Kim SY. 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). 2019;12(3).
17. Orstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. Endod Top. 2005;12(1):25–38.
18. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. J Endod [Internet]. 2013;39(10):1281–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.06.012>
19. Sfeir G, Zogheib C, Patel S, Giraud T, Nagendrababu V, Bukiet F. Calcium

- silicate-based root canal sealers: A narrative review and clinical perspectives. *Materials (Basel)*. 2021;14(14).
20. Dioguardi M, Quarta C, Sovereto D, Troiano G, Zhurakivska K, Bizzoca ME, et al. Calcium Silicate Cements vs . Epoxy Resin Based Cements : Narrative Review. *Oral*. 2021;1:23–35.
  21. López-García S, Myong-Hyun B, Lozano A, García-Bernal D, Forner L, Llena C, et al. Cytocompatibility, bioactivity potential, and ion release of three premixed calcium silicate-based sealers. *Clin Oral Investig*. 2020;24(5):1749–59.
  22. Abdelrahman MH, 2 MYH. Comparison of root canal walls cleanliness obturated with two commercially available ; calcium silicate sealers and a resin sealer after retreatment. *Int J Dent Res*. 2020;5(1):20–3.
  23. Park MG, Kim IR, Kim HJ, Kwak SW, Kim HC. Physicochemical properties and cytocompatibility of newly developed calcium silicate-based sealers. *Aust Endod J*. 2021;1–8.
  24. Shershaby YA and S El. Evaluation of Push out Bond Strength of Different Endodontic Sealers with Different Obturation Techniques. *Curr Sci Int*. 2020;455–61.
  25. Ankush Jasrotia , Kanchan Bhagat NS, Bansal P. Comparative Evaluation of sealing ability of bioceramic sealer, AH plus and epiphany sealer: An in vitro study. *J Adv Med Dent Sci Res [Internet]*. 2020;8(1):184–6. Available from: [www.jamdsr.com](http://www.jamdsr.com)
  26. Kharouf N, Arntz Y, Eid A, Zghal J, Sauro S. Physicochemical and Antibacterial Properties of Novel , Premixed Calcium Physicochemical and Antibacterial Properties of Novel , Premixed Calcium Silicate-Based Sealer Compared to Powder – Liquid Bioceramic Sealer. *J Clin Med*. 2020;9(September):3096;
  27. Zordan-Bronzel CL, Esteves Torres FF, Tanomaru-Filho M, Chávez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate–based Sealer, Bio-C Sealer. *J Endod*.

2019;45(10):1248–52.

28. Sanz JL, López-García S, Lozano A, Pecci-Lloret MP, Llena C, Guerrero-Gironés J, et al. Microstructural composition, ion release, and bioactive potential of new premixed calcium silicate–based endodontic sealers indicated for warm vertical compaction technique. *Clin Oral Investig*. 2020;
29. Diana Eid EM, De-Deus G, Khali I, Zogheib AN and C. Impact of Warm Vertical Compaction on the Sealing Ability of Microscopic Evaluation. *Materials (Basel)*. 2021;14:372.
30. Pinto JC, Torres FFE, Lucas-Oliveira E, Bonagamba TJ, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Evaluation of curved root canals filled with a new bioceramic sealer: A microcomputed tomographic study using images with different voxel sizes and segmentation methods. *Microsc Res Tech*. 2021;(June):1–8.
31. Drumond JPSC, Maeda W, Nascimento WM, Campos D de L, Prado MC, de-Jesus-Soares A, et al. Comparison of Postobturation Pain Experience after Apical Extrusion of Calcium Silicate– and Resin–Based Root Canal Sealers. *J Endod*. 2021;47(8):1278–84.
32. Chauhan A, Makkar S, Garg N, Khade A. Comparison of the apical sealing ability of gutta-percha by three different obturation techniques : Lateral Condensation technique , Single cone root canal obturation technique and Injectable thermoplasticized gutta-percha technique ( System B ). 2021;25(6):873–9.
33. Kuçi A, Alaçam T, Yavaş Ö, Ergul-Ulger Z, Kayaoglu G. Sealer penetration into dentinal tubules in the presence or absence of smear layer: A confocal laser scanning microscopic study. *J Endod*. 2014;40(10):1627–31.
34. Camilleri J. *Endodontic materials in clinical Practice*. Willey Bla. Oxford,: John Wiley & Sons Ltd; 2021.
35. Celikten B, Uzuntas CF, Orhan AI, Tufenkci P, Misirli M, Demiralp KO, et al. Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques.

- J Oral Sci. 2015;57(4):361–6.
36. Facer SR, Walton RE. Intracanal distribution patterns of sealers after lateral condensation. J Endod. 2003;29(12):832–4.
  37. Baez AS, Olano Dextre TL, Pinheiro CR, Nishiyama CK. Ventajas y desventajas de la técnica de cono único. Rev la Asoc Dent Mex. 2016;73(4):170–4.
  38. Wang Y, Liu S, Dong Y. In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer. PLoS One. 2018;13(2):1–11.
  39. Sarhan DA, Sheriff DA, Labib AH, El-magd MA. Depth and Percentage of Penetration of Sure Seal Root and AH Plus sealers into Dentinal Tubules with two different obturation techniques. J Dent Med Sci. 2020;19(November):54–65.
  40. McMichael GE, Primus CM, Opperman LA. Dentinal tubule penetration of tricalcium silicate sealers. J Endod [Internet]. 2016;42(4):632–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2015.12.012>
  41. Mostafa NM. EC Dental Science Mini Review Sealing Ability of Bioceramic Sealer- Short Review. EC Dent Sci. 2019;1(2020):1–4.
  42. Mustaffa M. The use of bioceramic root canal sealers for obturation of the root canal system : A review. J Orofac Heal Sci. 2021;2:14–25.
  43. Weis M V., Parashos P, Messer HH. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. Int Endod J. 2004;37(10):653–63.
  44. Giovarruscio M, Argueta-Alvarado MH, Torres-Mendez F, Davila-Perez CE, Cerda-Cristema BI, Sauro S, et al. Bacterial percolation and sealer tubular penetration in a polymer-based obturation system compared with warm vertical condensation technique: An in vitro study. Iran Endod J. 2020;15(4):246–52.
  45. Marissa C, Usman M, Suprastiwi E, Erdiani A, Meidyawati R. Comparison of dentinal tubular penetration of three bioceramic sealers. 2020;12(2):2–5.
  46. Lee JK, Kim S, Lee S, Kim HC, Kim E. In vitro comparison of biocompatibility of

- calcium silicate-based root canal sealers. *Materials (Basel)*. 2019;12(15):1–12.
47. Balguerie E, Van Der Sluis L, Vallaey K, Gurgel-Georgelin M, Diemer F. Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: A scanning electron microscopic study. *J Endod [Internet]*. 2011;37(11):1576–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.07.005>
  48. Tuncer AK, Tuncer S. Effect of Different Final Irrigation Solutions on Dentinal Tubule Penetration Depth and Percentage of Root Canal Sealer. *J Endod [Internet]*. 2012;38(6):860–3. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.03.008>
  49. Akcay M, Arslan H, Durmus N, Mese M, Capar ID, Bioseal F. Dentinal Tubule Penetration of AH Plus , iRoot SP , MTA Fillapex , and GuttaFlow Bioseal Root Canal Sealers After Different Final Irrigation Procedures : A Confocal Microscopic Study. 2016;76(November 2015):70–6.
  50. Generali L, Cavani F, Serena V, Pettenati C, Righi E, Bertoldi C. Effect of Different Irrigation Systems on Sealer Penetration into Dentinal Tubules. *J Endod [Internet]*. 2017;43(4):652–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.12.004>
  51. Mjör IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J*. 2001;34(5):346–53.
  52. Sigadam A, Satish R K, Sajjan GS, Varma K M, Kumar M SR, D P. Comparative evaluation of sealer penetration depth into radicular dentinal tubules using confocal scanning microscope: an in vitro study. *Int J Dent Mater*. 2020;02(03):69–74.
  53. Celikten B, Uzuntas CF, Orhan AI, Orhan K, Tufenkci P, Kursun S, et al. Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: An in vitro Micro-CT study. *Scanning*. 2016;38(2):133–40.

## ANEXOS



San Luis Potosí, S.L.P. 3 diciembre de 2021

**C. D. Mario Alberto Rodríguez Briones**  
**Maestría en Endodoncia, UASLP**  
**PRESENTE**

Estimado Dr. Rodríguez:

Por este conducto me dirijo a Usted en referencia a su trabajo de investigación titulado "Evaluación de penetración en túbulos dentinarios de selladores biocerámicos con diferentes técnicas de obturación" Asignado con la clave: **CEI-FE-047-021**.

Dicho trabajo fue evaluado en los **aspectos del marco ético-legal y bioseguridad** por los miembros del H. Comité de Ética en Investigación: Dra. Yolanda Hernández Molinar, Dra. Norma Verónica Zavala Alonso, Dra. Claudia Edith Dávila Pérez, Dra. Rita Elizabeth Martínez Martínez, Dr. José Arturo Garrocho Rangel y Dr. Víctor Mario Fierro Serna. De dicha evaluación y de forma colegiada, el Comité ha dictaminado que su protocolo de investigación es **APROBADO POR UNANIMIDAD** pudiendo llevarlo a cabo en los tiempos que Usted ha considerado necesarios para la ejecución del mismo.

El Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología se rige con la clave **CONBIOÉTICA-24-CEI-001-20190213** de acuerdo con las directrices nacionales para la integración y funcionamiento de los Comités de Ética e Investigación emitidas por la Comisión Nacional de Bioética (CONBIOÉTICA) con vigencia al 13 de febrero de 2022.

Le solicitamos nos haga llegar los informes correspondientes del avance de su proyecto de investigación, así como un informe final para nuestro archivo, recordándole además que este proyecto podrá ser monitoreado por este Comité.

**ATENTAMENTE**

  
**DRA. RITA ELIZABETH MARTÍNEZ MARTÍNEZ**  
**H. COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN**  
**FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA, UASLP**

[www.uaslp.mx](http://www.uaslp.mx)

Dr. C. Mario Alberto Rodríguez Briones  
Zona Universitaria s/n 64000  
San Luis Potosí, S.L.P. México  
tel. +52 (562) 631 2881  
ext. 51047130  
correo electrónico: mario@uaslp.mx  
www.uaslp.mx