



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

**“EVALUACIÓN DE LA PENETRACIÓN EN TÚBULOS
DENTINARIOS DE AH PLUS® BIOCERÁMICO vs
TOTAL FILL® BC SEALER CON EL USO DE
ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA”**

AUTOR:

M.E. KARINA ANETTE JIMENEZ MONTANTE

Tesis presentada para obtener el grado de:
MAESTRA EN ENDODONCIA

DIRECTOR.....PhD. Alejandro López Aldrete
ASESOR.....MsC. María Verónica Méndez González
ASESOR.....PhD. Mariana Gutiérrez Sánchez

22 de Agosto de 2024, Maestría en Endodoncia, UASLP, México.



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

Director

PhD. Alejandro López Aldrete

Profesor-Investigador
Maestría en Endodoncia
Facultad de Estomatología, UASLP
San Luis Potosí, S.L.P

Asesor

MsC. María Verónica Méndez González

Profesor-Investigador
Maestría en Endodoncia
Facultad de Estomatología, UASLP
San Luis Potosí, S.L.P

Asesor

PhD. Mariana Gutiérrez Sánchez

Profesor-Investigador
Maestría en Endodoncia
Facultad de Estomatología, UASLP
San Luis Potosí, S.L.P



“EVALUACIÓN DE LA PENETRACIÓN EN TÚBULOS DENTINARIOS DE AH PLUS® BIOCERÁMICO vs TOTAL FILL® BC SEALER CON EL USO DE ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA”

Autor: M.E Karina Anette Jiménez Montante

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:

Dr. Alan Martínez Zumarán
Director de la Facultad de Estomatología

Dra. Yolanda Hernández Molinar
Jefa de la División de Posgrados de la Facultad de Estomatología

Dra. María Verónica Méndez González
Coordinadora de la Maestría en Endodoncia



“EVALUACIÓN DE LA PENETRACIÓN EN TÚBULOS DENTINARIOS DE AH PLUS® BIOCERÁMICO vs TOTAL FILL® BC SEALER CON EL USO DE ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA”

Autor: M.E Karina Anette Jiménez Montante

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:

Dr. Alejandro López Aldrete
Director de Tesis

Dra. María Verónica Méndez González
Asesor

Dra. Mariana Gutiérrez Sánchez
Asesor



“EVALUACIÓN DE LA PENETRACIÓN EN TÚBULOS DENTINARIOS DE AH PLUS® BIOCERÁMICO vs TOTAL FILL® BC SEALER CON EL USO DE ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA”

Autor: M.E Karina Anette Jiménez Montante

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 sinodales:

Dr. Ricardo Oliva Rodríguez
Presidente

Dra. Karla Patricia Navarrete Olvera
Secretario

Dr. Francisco Javier Gutiérrez Cantú
Vocal

“EVALUACIÓN DE LA PENETRACIÓN EN TÚBULOS
DENTINARIOS DE AH PLUS® BIOCERÁMICO vs TOTAL
FILL® BC SEALER CON EL USO DE ACTIVACIÓN
ULTRASÓNICA by KARINA ANETTE JIMENEZ
MONTANTE is licensed under [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



AGRADECIMIENTOS

Gracias a todas las personas que contribuyeron a mi éxito y a mi crecimiento personal. Soy el resultado de la confianza y el apoyo de cada uno de ustedes.

Dr. Alejandro agradezco su apoyo durante todo el posgrado, por sus enseñanzas, por todos los artículos leídos y tantas presentaciones, por su paciencia, compromiso y comprensión durante la clínica y por siempre tener confianza en que terminaría mis tratamientos. Pero sobre todo agradezco su apoyo en cada paso de este proyecto.

Dra. Mariana gracias por su paciencia conmigo y por su orientación durante mi tesis, su sabiduría y experiencia fueron fundamentales para mí en este proyecto.

Dra. Celeste fuiste una guía para mí durante este proyecto, gracias por siempre confiar en mí y por siempre tener una palabra de aliento en mis días más difíciles.

Dra. Karla gracias por todos los conocimientos compartidos , por ser una mentora para mí, por su paciencia durante clase y por apoyarme durante estos 2 años. Le agradezco todos los jueves que me escucho hablar de este proyecto y siempre tenía un buen consejo para darme.

Dr. Ducoing siempre estaré agradecida por todos los consejos que me dio en la clínica, por todos los martes donde sacábamos los casos más complicados, espero algún día llegar a ser tan buena clínica como lo es usted.

Dra. Erika gracias por siempre tener esa actitud positiva , por su paciencia y su guía en la clínica, en los casos más complicados siempre tuvo una palabra de aliento para reforzar la confianza y aprender de mis errores.

Dra. Aura fue una guía para mí en mi primer año de clínica , gracias por tantos buenos consejos clínicos , usted me enseñó a tener confianza en mí misma en los tratamientos más difíciles.

Finalmente agradezco **a todos mis maestros e instructores** , de cada uno de ustedes me llevo una enseñanza sin ustedes no hubiera sido posible mi crecimiento académico.

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Dra. Diana le agradezco su tiempo, ayuda y disposición del Laboratorio de Ciencias Básicas de la Facultad de Estomatología. Con su apoyo logramos sacar este trabajo adelante. Su orientación y su trabajo fueron esenciales durante este proyecto.

Dra. Ana María le agradezco por su orientación durante la fase experimental de mi tesis , así como permitirme hacer uso del Laboratorio de Microbiología de la Maestría en Endodoncia. También le quiero agradecer por siempre tener una sonrisa y una palabra de apoyo durante estos años en la maestría. Me llevo todas sus enseñanzas de cepas silvestres.

DEDICATORIAS

Lágrimas, risas , gozo, triunfos, fracasos, estrés , ansiedad, presión , noches de desvelo y de preocupación. Todo y cada uno de ellos durante estos dos años fueron necesarios para decir “lo logre”. Levantarme cada día con el deseo de aprender al máximo para poder dar lo mejor de mí a mis pacientes. Disfrute increíblemente cada etapa vivida y hoy agradezco a todos los que formaron parte de este camino.

Este proyecto va dedicado **a mis padres**, por ser los principales motores de mis sueños, gracias por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, sin ustedes esto no hubiera sido posible, les estoy eternamente agradecida. Agradezco a Dios por darme unos padres admirables que nunca me han dejado de impulsar para ser mejor.

A Karen por ser mi mejor amiga , mi psicóloga, mi hermana y mi colega. Gracias por siempre confiar en mí. Sin tu apoyo todos estos años no sería la profesionista que soy hoy.

A Andrés por ser mi mejor amigo estos dos años, por recorrer este camino juntos y nunca dejar que me rindiera, infinitas gracias por las noches en que nos desvelábamos instrumentando, por todas las veces que me explicaste y me tuviste paciencia, por escucharme hablar, hablar y hablar y gritar. Siempre tuviste un buen consejo para darme y sobre todo una risa que sacar.

A Majo fuiste mi primera amiga de la maestria, nos convertimos en endohermanas, gracias por siempre escucharme y darme un consejo sincero. Por todas las risas, lagrimas, enojos y frustraciones que pasamos juntas.

A Daniel gracias por apoyarme en todo momento, me has visto en las buenas y en las malas durante este trayecto, me acompañaste en cada uno de mis logros y compartiste mi felicidad, Dios te puso en mi vida en el momento correcto.

A Jezer mi mejor amigo en la distancia, gracias por ser parte de esta etapa y apoyarme incondicionalmente. Sin tu apoyo con los selladores europeos este trabajo no hubiera sido posible.

A Elisa gracias por siempre estar para mí, por tu apoyo en mis días difíciles, el último año no hubiera sido lo mismo sin ti, nuestras pláticas infinitas en el cubículo, siempre tenías palabras de aliento para el final del día.

A Ángel de León muchas gracias por tu amistad y por las muchas pláticas profundas que teníamos , siempre fuiste un apoyo durante esta maestría. Gracias por siempre escucharme y sacarme una sonrisa.

A Rodri y Fer gracias por sus consejos, por enseñarme tantas cosas y por qué nunca nos faltaron las risas y los desayunos.

A Ale la endodoncia nos hizo amigas, te agradezco por todo tu apoyo durante mi primer semestre de clínica , pero sobre todo agradezco a Dios por haber formado esta amistad. Gracias por confiar en mí siempre.

**PROYECTO APOYADO POR EL
PROGRAMA NACIONAL DE
POSGRADOS DE CALIDAD-CONACYT
2022-2023**

Resumen

Introducción Uno de los objetivos de la terapia endodóntica es crear un sellado hermético por medio de la obturación radicular, el uso de un cemento sellador es esencial en todas las técnicas para lograr la impermeabilidad a los fluidos, penetrando en zonas como conductos laterales, istmos y los túbulos dentinarios por sus propiedades físicas y químicas. Los selladores biocerámicos han demostrado recientemente resultados deseables aumentando la interfase entre las paredes dentinarias y gutapercha. El uso de la activación ultrasónica se presenta como una nueva alternativa generando un aumento en la fluidez y sedimentación al interior del conducto, permitiéndole abarcar una mayor área dentro de los túbulos dentinarios. Por lo que es de interés evaluar la penetración de los selladores con el uso de activación ultrasónica.

Objetivo Evaluar la penetración en túbulos dentinarios de AH Plus[®] Biocerámico vs Total Fill[®] BC Sealer con el uso de activación ultrasónica.

Materiales y Métodos Se seleccionaron 36 piezas unirradiculares con raíces con curvatura leve a moderada. Se decoronaron y se estandarizaron todas las piezas a 13 mm. Las muestras se distribuyeron por aleatorización simple en 4 grupos de estudio: Grupo A (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único), Grupo B (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único), Grupo C (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica) y Grupo D (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica). Se realizó la instrumentación con Sistema Rotatorio Protaper Gold[®] (Dentsply Sirona) hasta lima F3 (30/09) para todos los grupos, se realizó protocolo de irrigación final (NaClO 2.25%, Sol. salina, EDTA 17%). Se realizó la obturación con técnica de cono único, para los grupos de activación ultrasónica se llevó el cemento al conducto radicular por medio de una lima manual, posteriormente se introdujo la punta de ultrasonido E1-IRRISONIC (Helsø Ultrasonic) activándola a una potencia de 25 kHz durante 15 segundos 2 a 3 mm antes del ápice, realizando movimientos bucolingual y mesiodistal. Se almacenaron las muestras a humedad y temperatura 37°C durante siete días. Para la evaluación con

microscopia confocal se realizaron 3 cortes horizontales en cada raíz a una distancia de 4 mm, para así evaluar tercio coronal, medio y apical.

Resultados El Sellador AH Plus® Biocerámico presentó diferencia estadísticamente significativa en el tercio apical ($p=0.003$). La activación ultrasónica mostro una diferencia estadísticamente significativa para el sellador Total Fill® BC Sealer mostrando mayor penetración en los túbulos dentinarios al activar este cemento en tercio apical y tercio medio.

Conclusiones La penetración del sellador AH Plus® Biocerámico no se ve afectada por la activación ultrasónica. La penetración del sellador Total Fill® BC Sealer mejora en tercio medio y apical con la activación ultrasónica.

Palabras clave activación ultrasónica , penetración intratubular , selladores biocerámicos.

ÍNDICE

1	Introducción.....	7
2	Marco teórico.....	8
2.1	Túbulos dentinarios	9
2.2	Selladores endodónticos.....	10
2.3	Clasificación de los Selladores Endodónticos	10
2.4	Cementos Biocerámicos	11
2.5	TOTAL FILL® BC SEALER	12
2.6	AH PLUS® BIOCERÁMICO.....	13
2.7	Técnica de Obturación de Cono Único	14
2.8	Activación ultrasónica	15
3	Pregunta de investigación	16
4	Justificación.....	17
5	Hipótesis	18
6	Objetivos	19
6.1	Objetivo General.....	19
6.2	Objetivo Especifico	19
7	Métodos y Materiales	20
7.1	Lugar de realización	20
7.2	Tipo de estudio	20
7.3	Tamaño de muestra.....	20
7.4	Grupos de estudio	21
8	Criterios de Selección.....	21
8.1	Criterios de inclusión	21
8.2	Criterios de exclusión	21

8.3	Criterios de Eliminación	21
9	Descripción de variables	22
9.1	Variables independientes.....	22
9.2	Variables dependientes	23
10	Consideraciones éticas	24
11	Fase Experimental	25
11.1	Fase preclínica	25
	Selección y Clasificación de las piezas dentarias	25
11.2	Preparación de las muestras	27
11.3	Instrumentación	28
11.4	Obturación	29
11.5	Seccionamiento de raíces.....	30
11.6	Observación de las muestras.....	30
12	Análisis estadístico	33
13	Resultados	34
13.1	Penetración tercio coronal	34
13.2	Penetración tercio medio	36
13.3	Penetración tercio apical.....	39
13.4	Análisis de Resultados de Penetración Comparativo entre Tercios	42
14	Discusión.....	46
15	Perspectivas.....	53
16	Conclusiones.....	54
17	Referencias	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grado de curvatura de la raíz se calculó midiendo el ángulo que se forma entre el eje longitudinal del conducto radicular y una línea que une el foramen apical hasta el punto de la curvatura inicial.....	25
Figura 2. Decoronado de las piezas con disco de diamante para baja velocidad.....	26
Figura 3. Estandarización de las piezas con uso de vernier digital.....	26
Figura 4. Preparación de las muestras según el protocolo de Haapasalo.....	27
Figura 5 Simulación de condición clínica.....	28
Figura 6. Obturación de muestras con cementos selladores previamente mezclados con Rodamina B.....	29
Figura 7. Almacenamiento de las muestras a humedad y temperatura.....	30
Figura 8. Observación de muestras con Microscopio Laser Confocal de Leica.....	31
Figura 9. Grafica de barras de penetración de tercio coronal.....	36
Figura 10. Grafica de barras de penetración de tercio medio.....	38
Figura 11. Grafica de barras de penetración de tercio apical.....	41
Figura 12. Análisis Comparativo por Grupo de Tercio Coronal, Medio y Apical.....	44
Figura 13. Análisis Comparativo de todos los Grupos a nivel de Tercio Coronal, Medio y Apical.....	45
Figura 14. Penetración de Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único en tercio coronal.....	61
Figura 15. Penetración de Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único en tercio coronal.....	61
Figura 16. Penetración de Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único en tercio medio.....	61

Figura 17. Penetración de Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único en tercio medio.....	61
Figura 18. Penetración de Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único en tercio apical.....	62
Figura 19. Penetración de Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único en tercio apical.....	62
Figura 20. Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único en tercio coronal.....	62
Figura 21. Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único en tercio coronal.....	62
Figura 22. Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único en tercio medio.....	63
Figura 23. Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único en tercio medio.....	63
Figura 24. Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único en tercio apical.....	63
Figura 25. Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único en tercio apical.....	63
Figura 26. Penetración de Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio coronal.....	64
Figura 27. Penetración de Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio coronal.....	64
Figura 28. Penetración de Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio medio.....	64
Figura 29. Penetración de Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio medio.....	64

Figura 30. Penetración de Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio apical.....	65
Figura 31. Penetración de Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio apical.....	65
Figura 32. Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio coronal.....	65
Figura 33. Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio coronal.....	65
Figura 34. Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio medio.....	66
Figura 35. Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio medio.....	66
Figura 36. Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio apical.....	66
Figura 37. Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio apical.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grupos de Estudio.....	21
Tabla 2. Observación de muestras con Microscopio Laser Confocal de Leica a un aumento de 10x.....	32
Tabla 3. Resultados de los datos obtenidos en microscopio laser confocal de la profundidad de penetración en tercio coronal en mm.	34
Tabla 4. Estadística descriptiva de penetración a nivel de tercio coronal en mm	35
Tabla 5. Resultados de los datos obtenidos en microscopio laser confocal de la profundidad de penetración en tercio medio en mm.....	37
Tabla 6. Estadística descriptiva de penetración a nivel de tercio medio en mm.....	38
Tabla 7. Resultados de los datos obtenidos en microscopio laser confocal de la profundidad de penetración en tercio apical en mm.....	39
Tabla 8. Estadística descriptiva de penetración a nivel de tercio apical en mm.....	40
Tabla 9. Valores reportados en mm de la penetración de todas las muestras de los grupos de estudio a nivel de tercio coronal, medio y apical.....	42
Tabla 10. Análisis de Resultados de Penetración Comparativo entre Tercios en mm.....	43

1 Introducción

El éxito del tratamiento endodóntico conlleva el uso de un tratamiento químico, mecánico y biológicamente aceptables del sistema de conductos radiculares. Una de las principales causas de fracaso endodóntico, se debe a la reinfección, por lo que uno de los propósitos del tratamiento es crear un sellado hermético.

La obturación del conducto radicular implica un núcleo central y un cemento sellador, con independencia del núcleo central, el uso de un cemento sellador es esencial en todas las técnicas para lograr la impermeabilidad a los fluidos, penetrando en zonas como los conductos laterales, istmos y los túbulos dentinarios por sus propiedades físicas y químicas mejorando así el sellado hermético.

Gracias a esto han surgido nuevos selladores con el objetivo de mejorar la terapia endodóntica, por lo que el propósito de estos es penetrar en los túbulos dentinarios, considerándose así un resultado deseable ya que aumenta la interfase entre las paredes dentinarias y la gutapercha, la retención del material puede mejorarse mediante un bloqueo mecánico por medio de la gutapercha y una penetración profunda del sellador para aumentar la resistencia a la fractura del conducto radicular, sepultando a las bacterias residuales dentro de los túbulos aislándolas de fuentes de nutrientes, los túbulos ocluidos ofrecen 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.

El uso de la activación ultrasónica se presenta como una nueva alternativa generando un aumento en el escurrimiento del flujo y sedimentación al interior del conducto, permitiéndole abarcar una mayor área dentro de los túbulos dentinarios. Por lo que es de interés evaluar la penetración de los selladores con el uso de activación ultrasónica.

2 Marco teórico

La obturación es la última etapa operatoria del tratamiento de conductos radiculares y tiene valor fundamental en el éxito a mediano y largo plazo, por lo que el objetivo final de la obturación es el sellado completo del sistema de conductos radiculares para lograr el objetivo biológico el cual es la reparación de 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 (1).

La utilización de un cemento sellador en la fase de obturación de los conductos radiculares es básica. Sirve de lubricación durante la inserción de la gutapercha, ya sea en la técnica de condensación lateral o termoplástica, rellenan los espacios entre la gutapercha y paredes del conducto, permitiendo un sellado hermético, obturando conductos laterales o anastomosis a los que la gutapercha no accede (1).

A principios del siglo XX Rickert introdujo el primer sellador a base de plata (2). En 1958 Grossman elabora un sellador a base de óxido de zinc y eugenol. Grossman enumeró los requisitos y características para un buen cemento endodóntico (2).

- I. Debe ser adhesivo para proporcionar adhesión entre la gutapercha y la pared del conducto, formando un sellado hermético.
- 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 al fraguar.
- V. No debe pigmentar la estructura dentaria.
- VI. Bacteriostático o no favorecer la reproducción de bacterias.
- VII. Debe fraguar lentamente.
- VIII. Deber ser insoluble.
- IX. Ser bien tolerado por los tejidos periapicales.
- X. No provocar una reacción inmunológica en tejidos periapicales.
- XI. No ser mutagénico ni carcinogénico.

Otro de los objetivos de la obturación es sellar el sistema de conductos radiculares, para evitar una reinfección. Y esto dependerá de la penetración del sellador en los túbulos dentinarios, aumentando la superficie de contacto entre el material de obturación y la dentina (3).

Además, la penetración está involucrada en la promoción de un efecto antimicrobiano. La profundidad de penetración del sellador en los túbulos dentinarios depende de muchos factores como la eliminación de la capa de barrillo dentinario, la permeabilidad de la dentina (el número y el diámetro de los túbulos), la dimensión del conducto radicular, y las propiedades físicas y químicas del sellador (4).

2.1 Túbulos dentinarios

Una característica de la dentina humana es la presencia de túbulos que ocupan el 30% de la dentina superficial. Los túbulos miden entre 1 y 2,5 μm de diámetro atravesando el ancho de la dentina. Son ligeramente cónicos, con la porción más ancha situada hacia la pulpa. Esta conicidad es el resultado de la formación progresiva de dentina peritubular de hasta 1mm, que conlleva una disminución continua del diámetro de luz de los túbulos hasta un diámetro final aproximado de 1mm (5).

Se ha determinado que el número y diámetro de los túbulos varía según su localización en el diente. En la región coronal y media se ha demostrado una penetración profunda debido al mayor número de túbulos dentinarios comparado con la región apical puesto que en la dentina radicular los túbulos son los suficientemente amplios para permitir la penetración de los selladores, pero también presenta mayor mineralización por lo que muestra menos densidad, provocando desafíos por las irregularidades que puede llegar a presentar(6)

Existe una variación de distribución de tubulillos dentinarios a nivel coronal, medio y apical, influyendo en la penetración del sellador. Mjör y cols. realizaron un estudio donde analizaron la estructura de los tubulillos dentinarios de la región apical; registrando 14,400 tubulillos por mm^2 cerca de la pulpa o cerca de la dentina secundaria a nivel apical, 8,100 por mm^2 en la dentina radicular media y 2,500 por mm^2 en la dentina

periférica. Estas densidades son inferiores a las encontradas en la dentina coronal, que oscilan entre 57,400 por mm^2 . Por lo tanto, el número de túbulos por mm^2 disminuye en promedio de aproximadamente 40,000 a 14,400 desde la parte coronal a la apical del conducto radicular, es decir, hay menos túbulos disponibles a nivel apical. El diámetro de los tubulillos a su vez varia de la unión amelodentinaria a la fusión de la dentina con la pulpa. Generalmente los túbulos dentinarios presentan mayor diámetro en la unión pulpo dentinaria (alrededor de $5\text{ }\mu\text{m}$) que en la unión amelodentinaria, donde se angostan hasta cerca de $1\text{ }\mu\text{m}$ (7). Las micrografías de la dentina coronal sin desmineralizar en el estudio de Seltzer y Bender revelaron que el diámetro del túbulo a nivel coronal era de $2.5\text{ }\mu\text{m}$, a nivel de tercio medio $1.2\text{ }\mu\text{m}$ y en la periferia disminuye hasta $0.9\text{ }\mu\text{m}$.(8)

2.2 Selladores endodónticos

Los selladores del conducto radicular son necesarios para sellar el espacio entre la pared dentinaria y el material obturador. Los selladores llenan las irregularidades del conducto radicular, los conductos laterales y accesorios, y los espacios que quedan durante la técnica de compactación lateral (5).

Los selladores deben ser biocompatibles y bien tolerados por los tejidos perirradiculares al fraguar, son reabsorbibles cuando entran en contacto con los tejidos y los fluidos tisulares (6).

2.3 Clasificación de los Selladores Endodónticos

Los cementos selladores se clasifican entre sí de acuerdo con su composición, entre los cuales se pueden mencionar:

- Base de Óxido de Zinc y Eugenol
- Hidróxido de Calcio
- Ionómero de vidrio
- Resina époxi
- Silicona
- Biocerámicos

2.4 Cementos Biocerámicos

En endodoncia, los materiales biocerámicos fueron introducidos en la década de 1990 con el desarrollo y descripción del Agregado de Trióxido Mineral (MTA) por Torabinajed. Estos presentan en su composición alúmina, zirconio, vidrio activo, vidrios cerámicos y fosfato de calcio (9)

Se introdujeron como materiales de obturación retrógrada, cementos de reparación radicular y como recubrimiento para conos de gutapercha. Dentro de sus propiedades presentan un pH alcalino, actividad antibacteriana, radiopacidad, biocompatibilidad y capacidad de formación de hidroxiapatita (9).

Los selladores a base de biocerámicos, se clasifican en dos grupos de selladores a base de silicato de calcio (a base de agregado de trióxido mineral (MTA) y sin base de MTA) y selladores a base de fosfato de calcio. Además, otra categorización de selladores a base de biocerámicos está disponible en dos grupos de materiales bioactivos y bioinertes debido a su interacción con los tejidos vivos cercanos. Los materiales bioactivos, como el vidrio y el fosfato de calcio, interactúan con el tejido circundante para estimular el crecimiento de tejidos más duraderos. Las propiedades fisicoquímicas de los selladores siempre han sido consideradas por su importancia biológica y técnica (10).

Recientemente se introdujeron selladores endodónticos a base de silicato tricálcico que contienen formulaciones de silicato de calcio. Estos selladores pueden interactuar con el tejido dentinario circundante por su capacidad para formar hidroxiapatita pues los silicatos de calcio forman una capa interfacial en la pared de la dentina denominada "zona de infiltración mineral". Los efectos cáusticos alcalinos de los productos de hidratación del cemento de silicato de calcio degradan el componente colágeno de la dentina interfacial. Esta degradación conduce a la formación de una capa porosa. estructura que facilita la permeación de altas concentraciones de Ca_2^+ , OH^- y CO_3^{2-} , lo que lleva a mayor mineralización en esta región. Esta interacción química en la dentina interfacial junto con una interacción micromecánica es principalmente la razón de la adhesión entre materiales a base de silicato de calcio y dentina, estableciendo así una conexión real entre el material de obturación y la dentina (11,12).

El resultado ideal en la obturación del conducto radicular es tener un volumen alto de gutapercha y un volumen mínimo de sellador con una mayor penetración en las irregularidades del conducto y los túbulos dentinarios. El grado de adhesión y penetración de los selladores en los túbulos dentinarios está influenciado por varios factores, como las propiedades físicas y químicas de los cementos selladores, la permeabilidad de la dentina, la técnica de obturación y la eliminación de la capa de barrillo. La eliminación de la capa de barrillo de las paredes del conducto radicular se considera fundamental para permitir la penetración del sellador, independientemente del tipo de sellador utilizado. Los selladores biocerámicos a base de silicato de calcio interactúan con la dentina mediante la absorción química de calcio y silicio en presencia de una solución amortiguadora de fosfato (13).

2.5 TOTAL FILL[®] BC SEALER

Total Fill BC[®] (FKG, Suiza) se introdujo en el mercado en el año 2019 como un sellador monofásico, que contiene silicatos de calcio, fosfato de calcio monobásico, óxido de circonio, óxido de tantalio y espesantes, según el fabricante este sellador biocerámico viene premezclado en una jeringa. Este sellador permite el suministro de fluido externo para permitir el fraguado y además tiene la capacidad de formar hidroxiapatita en su superficie (11).

Las **propiedades del cemento obturador TotalFill BC Sealer** de FKG según el fabricante son:

- Biocompatible y osteogénico.
- Adhesión química a la dentina.
- Adhesión química del sellador al material de relleno.
- Altamente antibacteriano (+12 pH).
- Altamente radiopaco.
- Hidrofílico.
- Productor de hidroxiapatita.

- Tiempo de fraguado (30 min) y solidificación ideal (2hrs)
- Fácil de usar (sellador premezclado en jeringa).
- Contracción cero del sellador y del material de relleno.
- Obturación 3D a temperatura ambiente.

Gracias a la capacidad de Total Fill para unirse a los puntos de dentina, se consigue un sellado perfecto, sin contracciones. La excelente fluidez del sellador gracias al tamaño extremadamente pequeño de las partículas y su naturaleza hidrófila le permiten fluir en todos los aspectos de la anatomía del conducto asegurando un relleno tridimensional perfecto (14).

Uğur Aydın y cols. realizaron un estudio donde evaluaron la penetración de Total Fill BC® Sealer, en el cual se observaron interacciones dinámicas entre el tejido dentinario y el sellador a base de silicato de calcio 14 días después de la obturación. Las imágenes del estudio mostraron reacciones interfaciales y recristalización de hidroxiapatita en los túbulos dentinarios (15).

2.6 AH PLUS® BIOCERÁMICO

El sellador biocerámico AH Plus® se introdujo en el mercado en el año 2021 como un sellador a base de cemento de silicato tricálcico premezclado. Según su distribuidor (Dentsply Sirona USA), este nuevo sellador presenta un tiempo de fraguado de 2 a 3 horas , solubilidad menor al 3%, menor espesor de película , mayor radiopacidad, posee un pH alcalino el cual neutraliza el ácido láctico del osteoclasto y aumenta la deposición de componentes mineralizados (16,17)

Las diferencias en la composición elemental de los biomateriales probados pueden explicar sus diferentes propiedades biológicas. Este sellador está compuesto por dióxido de circonio (50-75%), silicato tricálcico(5-15%),dimetilsulfóxido(10-30%),carbonato de litio(<0.5%), agente espesante(<6%). La liberación de iones de calcio e hidroxilo después de la hidratación se ha asociado con las propiedades biológicas favorables de los biomateriales endodónticos a base de cemento de silicato de calcio (18).

2.7 Técnica de Obturación de Cono Único

El fundamento de esta técnica consiste en lograr la obliteración completa del conducto radicular instrumentado, mediante la utilización de un cono único de gutapercha y sellador; por lo cual no es necesario conos de gutapercha accesorios, calor o compactación secuencial. Esta técnica ofrece ventajas como bajo costo, facilidad de manejo, reducción de tiempo de trabajo, menor riesgo de fractura y adhesión a la dentina, pues el sellador biocerámico podría generar un bloqueo por medio de la reacción química dentro de la dentina radicular desencadenando una reacción de fraguado con la producción de hidroxiapatita (19).

Además, Jeong y cols. informaron que la aplicación excesiva de fuerzas durante la obturación puede provocar fracturas radiculares inesperadas. Por lo cual también se ha estandarizado la técnica de cono único (19).

La técnica de cono único depende de un volumen suficiente de cemento a ser insertado en el conducto, cuando el conducto está cubierto por cemento endodóntico y si el volumen dentro del conducto es insuficiente, la técnica de cono único puede presentar infiltración (20). Actualmente, varios tipos de cementos han sido utilizados en búsqueda de un material ideal para aumentar el sellado apical y las posibilidades de éxito del tratamiento. Eymirli y cols. evaluaron la penetración de un sellador endodóntico a base de silicato tricálcico en los túbulos dentinarios con puntas cónicas de gutapercha biocerámica; y se comprobó que el uso de una punta de gutapercha biocerámica de forma cónica mejoró la penetración en el túbulo dentinario y que la presión de aplicación de la gutapercha es un factor para mayor penetración del sellador (21).

Mostafa y cols. mencionan que los selladores biocerámicos pueden brindar resultados eficientes con huecos de menor tamaño cuando se usan con otras técnicas de obturación distintas a las de cono único. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para comparar los selladores biocerámicos utilizando diferentes técnicas de obturación (17).

Recientemente, el comportamiento de los selladores biocerámicos ha sido investigados cuando han sido expuestos al calor (19).

2.8 Activación ultrasónica

Desde Duarte y cols. descubrieron que el nivel de pH del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ era mayor cuando se activaba con ultrasonido y sugirieron que esto se debía a la mayor penetración del hidróxido de calcio dentro de los túbulos dentinarios, se han realizado otras investigaciones con el fin de evaluar el efecto producido por la activación ultrasónica o sónica de diferentes materiales de obturación (22).

La activación ultrasónica en la endodoncia se realiza mediante la utilización de puntas ultrasónicas específicas que se conectan a un dispositivo que genera vibraciones de alta frecuencia (25-30 kHz) que promueven la transmisión acústica y la cavitación. La activación del cemento sellador con ultrasonido aumenta su penetrabilidad, la vibración lineal de este último genera un aumento en el escurrimiento del flujo y sedimentación al interior del conducto, permitiéndole abarcar una mayor área dentro de los túbulos dentinarios, pudiendo potenciar así su capacidad antimicrobiana (11).

Alfayate y cols. demostraron que la activación ultrasónica puede mejorar la eficacia en la eliminación de desechos orgánicos e inorgánicos de las paredes del conducto radicular, liberando residuos de los túbulos y permitiendo que el sellador penetre ,pues en su estudio los resultados mostraron una mayor penetración del sellador a 9 mm del agujero apical del conducto radicular, lo que también puede implicar una influencia de la microestructura en la dentina, ya que el diámetro tubular era más ancho coronalmente que apicalmente. Estos datos podrían respaldar la evidencia de que la activación de los selladores biocerámicos fue más efectiva cuando el diámetro del túbulo es mayor. Clínicamente, este hallazgo es relevante, ya que la fuga coronal se produce de forma coronoapical (23).

Estudios anteriores han demostrado un mayor número de espacios a nivel coronal para las técnicas de cono único. Por lo tanto, una mayor penetración del sellador a este nivel, promovida por la activación, puede prevenir la reinfección tubular y limitar el potencial de reservorio de la dentina coronal para infecciones endodónticas secundarias (24,25).

3 Pregunta de investigación

¿El cemento AH Plus[®] Biocerámico y Total Fill[®] BC Sealer presentan mayor penetración en los túbulos dentinarios al utilizar activación ultrasónica?

4 Justificación

Los selladores endodónticos deben rellenar las irregularidades a lo largo de la pared del conducto radicular y penetrar en los túbulos dentinarios, junto con un material de núcleo sólido se desea garantizar un sellado duradero y hermético, realizando un efecto sobre las bacterias del sistema del conducto radicular al disminuir su fuente de nutrientes; así cualquier bacteria restante se “sepulta”, muere y se vuelve inactiva, y así el sistema de conductos radiculares se preserva contra la reinfección. Los efectos de la activación ultrasónica de los selladores biocerámicos en el conducto radicular sobre su penetración tubular no se han explorado lo suficiente, por lo que se ha propuesto investigar el efecto de la activación de los materiales para mejorar la penetración de los mismos.

5 Hipótesis

Hipótesis de investigación (Hi)

Hi0: El cemento AH Plus[®] Biocerámico presenta mayor penetración que Total Fill[®] BC Sealer en los túbulos dentinarios sin utilizar activación ultrasónica.

Hi1: El cemento AH Plus[®] Biocerámico presenta menor penetración que Total Fill[®] BC Sealer en los túbulos dentinarios sin utilizar activación ultrasónica.

Hipótesis Nula (Ho)

Ho0: El cemento AH Plus[®] Biocerámico presenta mayor penetración que Total Fill[®] BC Sealer en los túbulos dentinarios al utilizar activación ultrasónica.

Ho1: El cemento AH Plus[®] Biocerámico presenta menor penetración que Total Fill[®] BC Sealer en los túbulos dentinarios al utilizar activación ultrasónica.

6 Objetivos

6.1 Objetivo General

- ✓ Evaluar la penetración en túbulos dentinarios de AH Plus[®] Biocerámico vs Total Fill[®] BC Sealer con el uso de activación ultrasónica.

6.2 Objetivo Especifico

- ✓ Evaluar la penetración en tubulillos dentinarios del sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de obturación de cono único con y sin activación ultrasónica.
- ✓ Evaluar la penetración en tubulillos dentinarios del sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de obturación de cono único con y sin activación ultrasónica.
- ✓ Comparar la penetración en tubulillos dentinarios de los selladores AH Plus[®] Biocerámico vs Total Fill[®] BC Sealer con y sin el uso de activación ultrasónica.

7 Métodos y Materiales

7.1 Lugar de realización

- ✓ Laboratorio de Preclínica de la Maestría en Endodoncia de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- ✓ Laboratorio de Microbiología de la Maestría en Endodoncia de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- ✓ Laboratorio de Ciencias Básicas de la Facultad de Estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

7.2 Tipo de estudio

- ✓ Experimental, *In vitro*
- ✓ Prospectivo, Transversal

7.3 Tamaño de muestra

$$n = \frac{[Z_{\alpha}\sqrt{2p(1-p)} + Z_{\beta}\sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)}]^2}{(p_1 - p_2)^2}$$

$$n = \frac{[1.96\sqrt{2(0.20)(1-0.20)} + 1.282\sqrt{0(1-0) + 0.41(1-0.41)}]^2}{(1-0.41)^2}$$

$$n = \frac{2.90}{0.34} = 8.52 = 9$$

$$Z_{\alpha} = 1.96$$

$$Z_{\beta} = 1.282$$

$$p_1 = 0 \text{ (26)}$$

$$p_2 = 0.41 \text{ (26)}$$

$$p = 0.20$$

7.4 Grupos de estudio

Tabla 1 Grupos de Estudio

GRUPO	
A	Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único
B	Sellador Total Fill® BC Sealer con técnica de cono único
C	Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica
D	Sellador Total Fill® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica

8 Criterios de Selección

8.1 Criterios de inclusión

- ✓ Dientes unirradiculares con ápices maduros
- ✓ Dientes con conducto único
- ✓ Raíces con curvatura leve a moderada: mayor a 0° menor o igual a 30°

8.2 Criterios de exclusión

- ✓ Dientes con ápice inmaduro o presencia de reabsorción
- ✓ Raíces con curvaturas severas: Mayor a 30°

8.3 Criterios de Eliminación

- ✓ Perforaciones radiculares
- ✓ Separación de instrumentos
- ✓ Fractura radicular

9 Descripción de variables

9.1 Variables independientes

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala
Cementos Selladores	Los cementos selladores del conducto radicular son necesarios para sellar el espacio entre la pared dentinaria y el material obturador. Los cementos selladores también llenan los huecos y las irregularidades del conducto radicular, los conductos laterales y accesorios.	Combinación del cemento sellador con fluorocromo llamado Rodamina B.	Categórica Nominal

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala
Técnica de Obturación	Sellado tridimensional dentro del sistema de conductos radiculares con materiales que sellen herméticamente, eliminen las rutas de filtración y además no sean irritantes al organismo.	Realizar Obturación con Técnica de Cono Único en la cual se utiliza un cono de gutapercha que coincide con el tamaño de la preparación, por lo que no es necesario el uso de conos de gutapercha accesorios o calor.	Categórica Nominal

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala
Activación Ultrasónica	Utilización de puntas ultrasónicas específicas que se conectan a un dispositivo que genera vibraciones de alta frecuencia (25-30 kHz) que	Activación del cemento sellador con ultrasonido para aumentar su penetrabilidad, la vibración lineal genera un	Categórica Nominal

	promueven la transmisión acústica y la cavitación.	aumento en el escurrimiento del flujo y sedimentación al interior del conducto, permitiéndole abarcar una mayor área dentro de los túbulos dentinarios.	
--	--	---	--

9.2 Variables dependientes

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición
Penetración en Túbulos Dentinarios	La penetración de los selladores endodónticos en los túbulos dentinarios se considera un resultado deseable porque disminuye la interfaz entre el material del núcleo y la dentina, mejora la capacidad de sellado y la retención del núcleo mediante bloqueo mecánico.	A través del microscopio confocal se observará la penetración y difusión de los selladores dentro de los túbulos dentinarios en la circunferencia total de las paredes del conducto radicular.	Continua de razón.

10 Consideraciones éticas

El presente estudio fue sometido y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí otorgándole la Clave de Registro: CEI-FE-064-023.

- a) Según la ley general de salud en materia de investigación se considera de riesgo mínimo.
- b) Las piezas destinadas a la realización de este estudio; fueron donadas por pacientes atendidos en centros de salud y clínicas particulares quienes firmaron un consentimiento informado.
- c) Los datos obtenidos son resguardados bajo la Ley General de Protección de Datos Personales: Asegura el uso de órganos dentarios con fines de investigación y confidencialidad de datos personales.
- d) Este proyecto se realizó bajo la normativa de NOM 087 SSA1 – 2002 la cual corresponde a Protección ambiental - salud ambiental - residuos peligrosos biológico-infecciosos - clasificación y especificaciones de manejo.
- e) El presente proyecto de investigación no conto con ninguna clase de financiamiento.
- f) Se pretende que la difusión de resultados sea por medio de un trabajo de tesis, para su divulgación en congresos a forma de cartel o exposición.
- g) Este proyecto no genera ningún conflicto de interés.

11 Fase Experimental

La fase experimental de la tesis se ha dividido en 5 fases:

1. Fase preclínica
2. Preparación de las muestras
3. Instrumentación
4. Obturación
5. Seccionamiento de raíces
6. Observación de muestras

11.1 Fase preclínica

Selección y Clasificación de las piezas dentarias

- a) Se recolectaron 36 piezas unirradiculares, se tomó la medida de la raíz de las piezas con Vernier digital y se incluyeron únicamente piezas que su longitud radicular fuera de igual o más de 13 mm.
- b) Los dientes seleccionados se sometieron a un proceso de limpieza con hipoclorito de sodio al 2.25% y se eliminarán los tejidos mecánicamente con uso de curetas Hu-Friedy y método ultrasónico (UltraMint Eighteeth) con punta G4 (Eighteeth).
- c) Para determinar la curvatura (leve a moderada: mayor a 0° menor o igual a 30°) de las raíces se tomaron radiografías periapicales en ángulos mesiodistales y vestibulo lingual. Utilizando el método de Schneider.

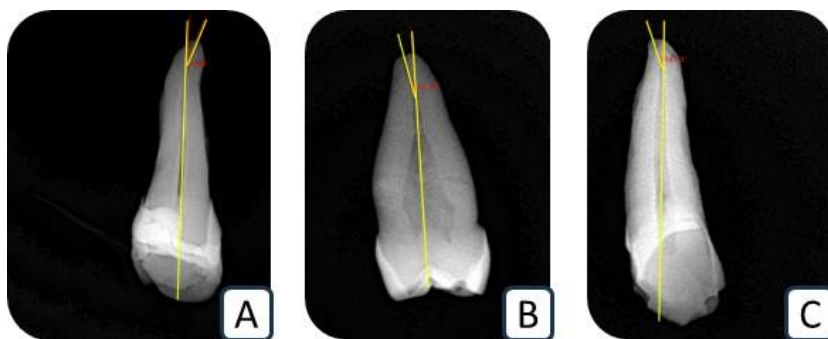


Figura 1 Grado de curvatura de la raíz se calculó midiendo el ángulo que se forma entre el eje longitudinal del conducto radicular y una línea que une el foramen apical hasta el punto de la curvatura inicial.

Estandarización, patentizado y aleatorización

- a) Se decoronaron las piezas utilizando discos de diamante para baja velocidad y se estandarizaron todas las piezas a 13 mm usando vernier digital.
- b) Se realizo el patentizado de las piezas dentarias con Lima 10 K Flexo-File
- c) Las muestras se aleatorizarón por aleatorización simple en 4 grupos:

GRUPO	
A	Sellador AH Plus [®] Biocerámico con técnica de cono único
B	Sellador Total Fill [®] BC Sealer con técnica de cono único
C	Sellador AH Plus [®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica
D	Sellador Total Fill [®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica



Figura 2 Decoronado de las piezas con disco de diamante para baja velocidad.



Figura 3 Estandarización de las piezas con uso de vernier digital.

11.2 Preparación de las muestras

Las piezas se sometieron a un baño ultrasónico según el protocolo de Haapasalo(27), colocándolos en ultrasonido con NaClO al 5.25% durante 4 min, para posteriormente enjuagarlos con agua destilada por 4 min, posterior a eso se usó EDTA 17% por 4 min y finalmente se realizaron recambios de agua destilada por 4 min hasta que no se observara turbidez. Las muestras posteriormente se esterilizaron en autoclave a 121°C y 15 lb de presión durante 15 min.

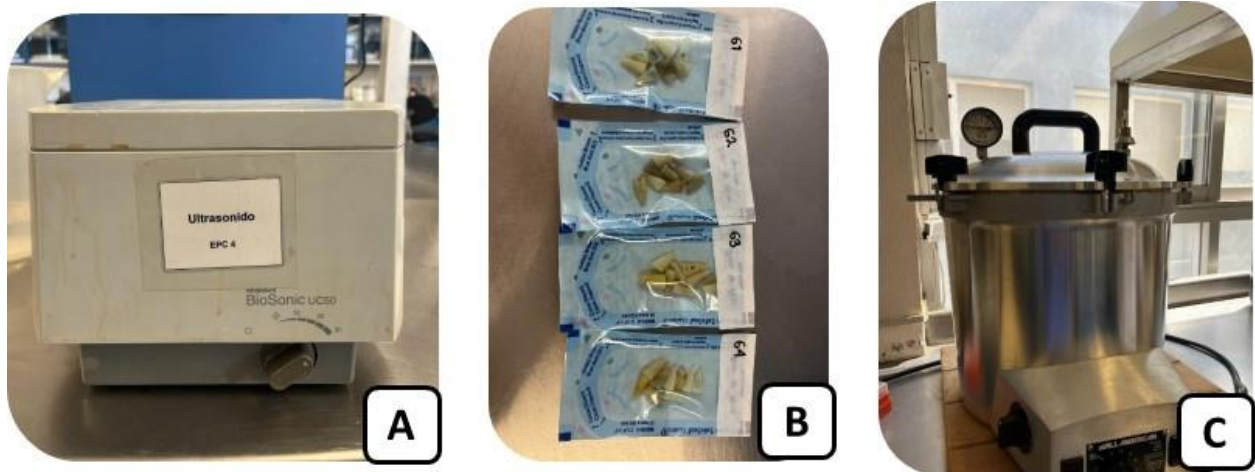


Figura 4 Preparación de las muestras según el protocolo de Haapasalo.

Se reitero la permeabilidad del conducto radicular con una lima 10 K Flexo-File® (Dentsply Sirona). La longitud de trabajo fue establecida restando 1 mm de la longitud total de la raíz. Para simular la condición clínica se creó un ambiente cerrado colocando las muestras dentro de una base de material de polivinilsiloxano.

11.3 Instrumentación

Se realizó la instrumentación con Sistema Rotatorio Protaper Gold[®] (Dentsply Sirona) hasta lima F3 (30/09) a longitud de trabajo para los grupos de AH Plus Biocerámico y de Total Fill[®] BC Sealer.

El protocolo de irrigación se realizó con NaClO al 5.25% entre cada lima. Finalmente, al terminar la instrumentación del conducto se realizó protocolo de irrigación final con 3mL de EDTA al 17% durante 1 min para eliminar el barrillo dentinario, seguido de un enjuague final de 3mL de agua destilada.

Las muestras se dividieron en sus respectivos 4 grupos correspondientes al sistema rotatorio y sellador biocerámico con y sin uso de activación ultrasónica.



Figura 5 Simulación de condición clínica.

11.4 Obturación

Finalmente se procedió a la obturación con técnica de cono único, para el Grupo A (Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único) y Grupo B (Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único) se utilizaron conos de gutapercha estandarizados de Sistema Protaper Gold® , posteriormente se llevó el cemento al conducto radicular previamente mezclado con Rodamina B en una proporción de 0.01% del peso.

Para el Grupo C (Sellador AH Plus ® Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica) y Grupo D (Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica) se prepararon los cementos selladores según la indicación del fabricante y se agregó previamente a la mezcla Rodamina B en una proporción de 0.01% del peso, posteriormente se realizó la obturación con conos de gutapercha estandarizados de Sistema Protaper Gold® , llevando el cemento al conducto radicular por medio de una lima manual, posteriormente se introdujo la punta de ultrasonido E1-IRRISONIC (Helsē Ultrasonic) activándola a una potencia de 25 kHz durante 15 segundos 2 a 3 mm antes del ápice, realizando movimientos bucolingual y mesiodistal.



Figura 6 Obturación de muestras con cementos selladores previamente mezclados con Rodamina B.

Evaluación de la penetración en tubulos dentinarios de Ah Plus Biocerámico vs Total Fill BC Sealer con el uso de activación ultrasónica.

Todas las muestras luego se almacenaron a humedad y temperatura mantenida a 37°C durante siete días.

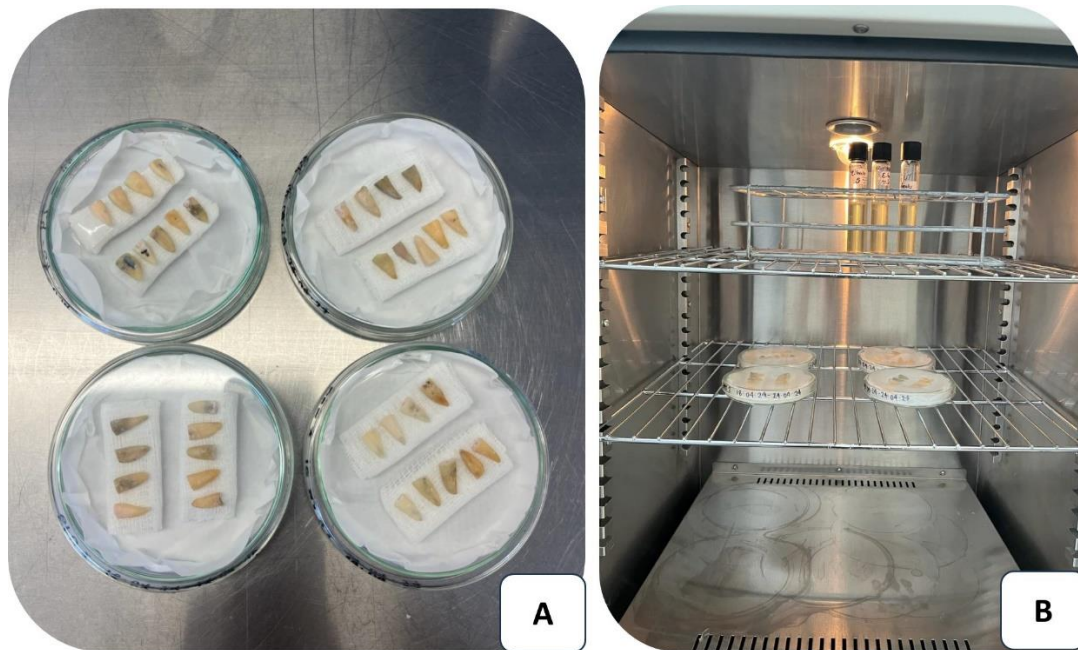


Figura 7 Almacenamiento de las muestras a humedad y temperatura.

11.5 Seccionamiento de raíces

Para la evaluación con microscopia confocal se realizaron 3 cortes horizontales en cada raíz a una distancia de 4 mm, para así evaluar tercio coronal, medio y apical.

Posteriormente las muestras se cortaron transversalmente a 1 mm de espesor, con un disco de diamante de 4 luces, con un motor de baja velocidad sin enfriamiento para evitar la dispersión de la Rodamina B por sus propiedades hidrofóbicas.

Finalmente se almacenaron en tubos eppendorf de 200 µL.

11.6 Observación de las muestras

Las muestras se observaron a microscopia confocal con Microscopio Laser Confocal de Leica (Wetzlar, Alemania) a un aumento de 10x a una longitud de onda de excitación 555 nm y de emisión de 580 nm para evaluar penetración, midiendo la profundidad de máxima penetración del sellador endodóntico dentro de los túbulos dentinarios, teniendo dos puntos de referencia, el primero la pared del conducto radicular y el segundo la

Evaluación de la penetración en tubulos dentinarios de Ah Plus Biocerámico vs Total Fill BC Sealer con el uso de activación ultrasónica.

penetración más distante en dirección a la superficie externa radicular. Las imágenes fueron analizadas con el programa Las-Z (Leica Wetzlar, Alemania) y las medidas fueron tomadas de forma lineal y expresadas en μm . Para mejor análisis de datos se decidió realizar la conversión a mm.

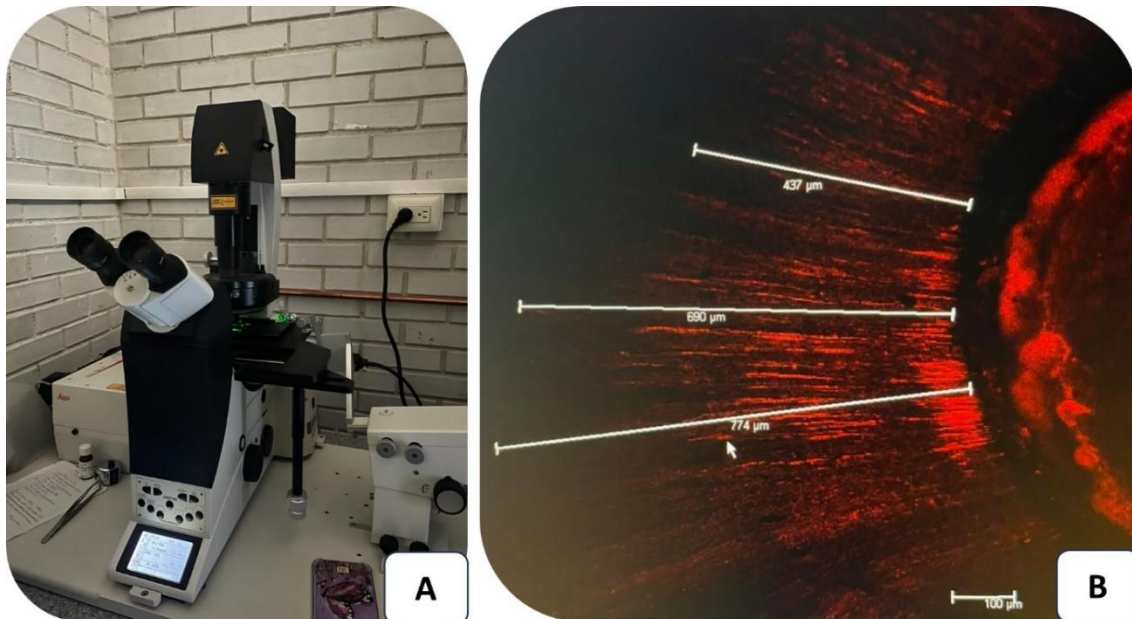
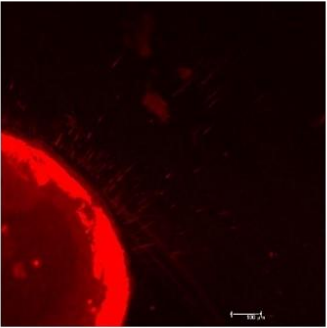
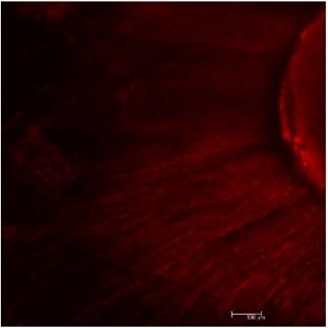
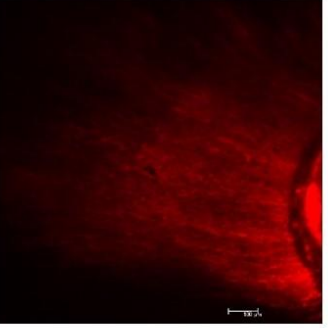
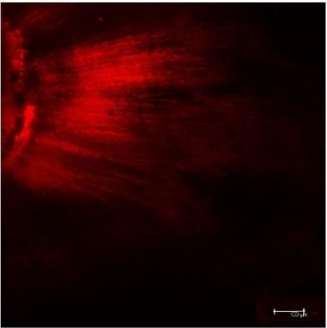
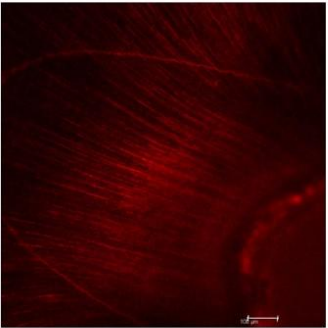
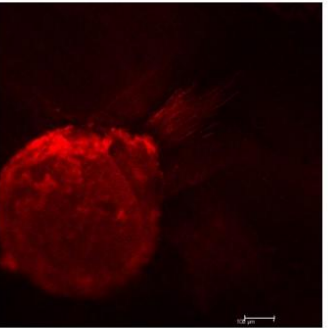
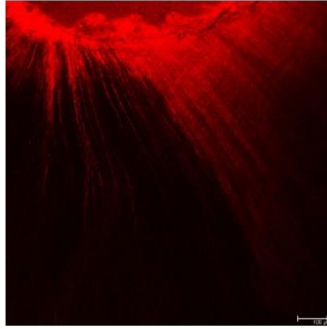
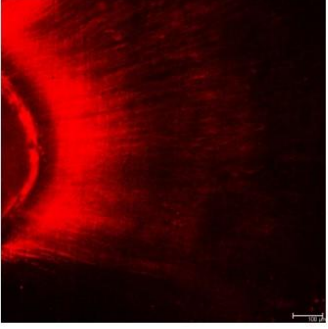
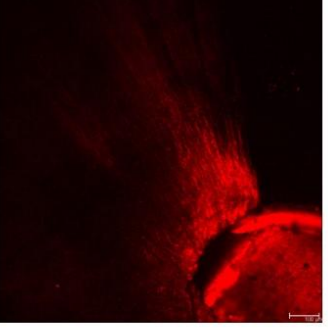
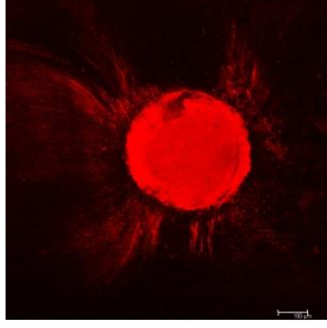
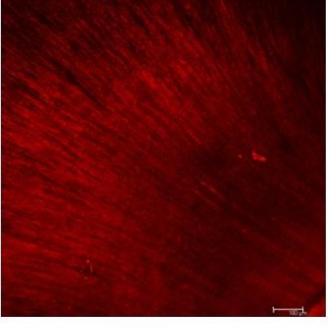
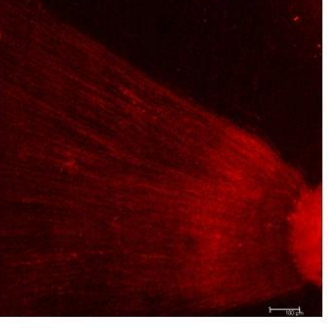


Figura 8 Observación de muestras con Microscopio Laser Confocal de Leica

Tabla 2 Observación de muestras con Microscopio Laser Confocal de Leica a un aumento de 10x.

Grupo	Tercio coronal	Tercio medio	Tercio apical
A (Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único)			
B (Sellador Total Fill® BC Sealer con técnica de cono único)			
C (Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica)			
D (Sellador Total Fill® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica)			

12 Análisis estadístico

Se llevó a cabo el análisis estadístico conforme a los objetivos del estudio y la escala de medición de las variables mediante el uso del programa GraphPad Prism 8.4.3, que incluyó la aplicación de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk. Dada la distribución normal de los datos y el tamaño de muestra inferior a 40, se empleó la prueba paramétrica ANOVA y se estableció el nivel de significancia $p: <0.05$.

13 Resultados

Se evaluó la penetración en túbulos dentinarios de los selladores AH Plus[®] Biocerámico y Total Fill[®] BC Sealer con activación ultrasónica a nivel de tercio coronal, medio y apical; obteniendo los siguientes resultados.

13.1 Penetración tercio coronal

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos del Grupo A (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único), Grupo B (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único), Grupo C (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica) y Grupo D (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica) de la penetración de selladores en tubulillos dentinarios en tercio coronal.

Tabla 3 Resultados de los datos obtenidos en microscopio laser confocal de la profundidad de penetración en tercio coronal en mm.

GRUPO				
	A	B	C	D
CORONAL	0.569	0.235-	0.572	1.14**
	0.407	0.343	0.535-	1.02
	0.357-	0.386	0.545	0.922
	0.628	0.989	0.837	0.778
	0.414	0.849	0.704	0.869
	0.418	1.009*	0.747	0.881
	0.849*	0.762	0.94*	0.492
	0.747	0.78	0.868	0.489
	0.603	0.861	0.829	0.472-

* Valor mayor de profundidad de penetración - Valor menor de profundidad de penetración ** Valor mayor de penetración en tercio coronal

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk donde se determinó el valor de $p=0.1$, obteniendo una distribución normal de los datos, por lo que se realizó una prueba paramétrica ANOVA de una vía.

En la Tabla 4 se presenta la estadística descriptiva donde la media de penetración para el Grupo A (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único) fue de 0.55mm, Grupo B (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único) de 0.69mm, Grupo C (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica) de 0.73mm y Grupo D (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica) 0.78mm.

En base a los resultados se determinó que el grupo D (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica) fue el que tuvo mayor penetración a nivel de tercio coronal, sin embargo, en la prueba ANOVA no hubo diferencia estadísticamente significativa entre grupos. ($p=0.175$). (Figura 9)

Tabla 4 Estadística descriptiva de penetración a nivel de tercio coronal en mm

Media					
Grupo	N	Media	DE	95%CI	Valor p
A	9	0.55	± 0.16	(0.4038, 0.7055)	0.175
B	9	0.69	± 0.29	(0.5396, 0.8413)	
C	9	0.73	± 0.15	(0.5799, 0.8817)	
D	9	0.78	± 0.24	(0.6339, 0.9357)	

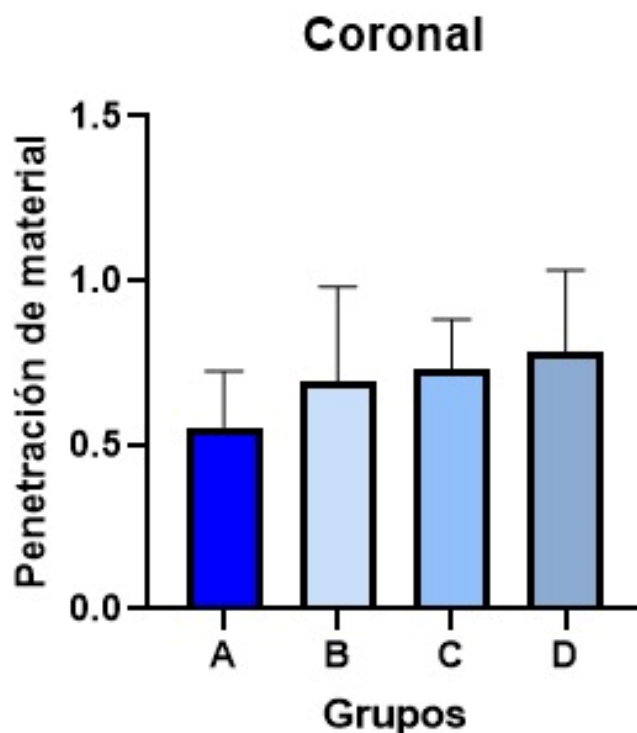


Figura 9 Grafica de barras de penetración de tercio coronal

13.2 Penetración tercio medio

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos del Grupo A (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único), Grupo B (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único), Grupo C (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica) y Grupo D (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica) de la penetración de selladores en tubulillos dentinarios en tercio medio.

Tabla 5 Resultados de los datos obtenidos en microscopio laser confocal de la profundidad de penetración en tercio medio en mm.

GRUPO				
	A	B	C	D
MEDIO	0.434	0.749	1.1*	1.08
	0.444	0.744	1.03	1.13
	0.323-	0.618-	1.06	1.14
	0.557	0.807	0.862	1.5*
	0.441	0.756	0.894	1.34
	0.423	0.661	0.877	1.46
	1.12	0.986*	0.692	0.896
	1.16**	0.802	0.847	0.925
	0.927	0.831	0.593-	0.895-

* Valor mayor de profundidad de penetración - Valor menor de profundidad de penetración **Valor mayor de penetración en tercio coronal

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk donde se determinó el valor de $p=0.1$, obteniendo una distribución normal de los datos, por lo que se realizó una prueba paramétrica ANOVA de una vía.

En la Tabla 6 se presenta la estadística descriptiva de la penetración de selladores en tubulillos dentinarios en tercio medio donde la media de penetración para el Grupo A (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único) fue de 0.64mm, Grupo B (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único) de 0.77mm, Grupo C (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica) de 0.88mm y Grupo D (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica) 1.15mm. De acuerdo con el valor de $p=0.0003$ en la prueba ANOVA hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos a nivel de tercio medio. Mostrando una diferencia entre el grupo B y D ($p=0.005$), demostrando que si existe mayor penetración al activar el Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único. De acuerdo con la media de penetración entre los grupos el grupo D (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica) fue el que tuvo mayor penetración (1.15mm). (Figura 10)

Tabla 6 Estadística descriptiva de penetración a nivel de tercio medio en mm

Media					
Grupo	N	Media	DE	95%CI	Valor p
A	9	0.64	± 0.32	(0.495, 0.800)	0.0003
B	9	0.77	± 0.10	(0.6204, 0.9249)	
C	9	0.88	± 0.16	(0.7316, 1.0362)	
D	9	1.15	± 0.23	(0.9995, 1.3040)	

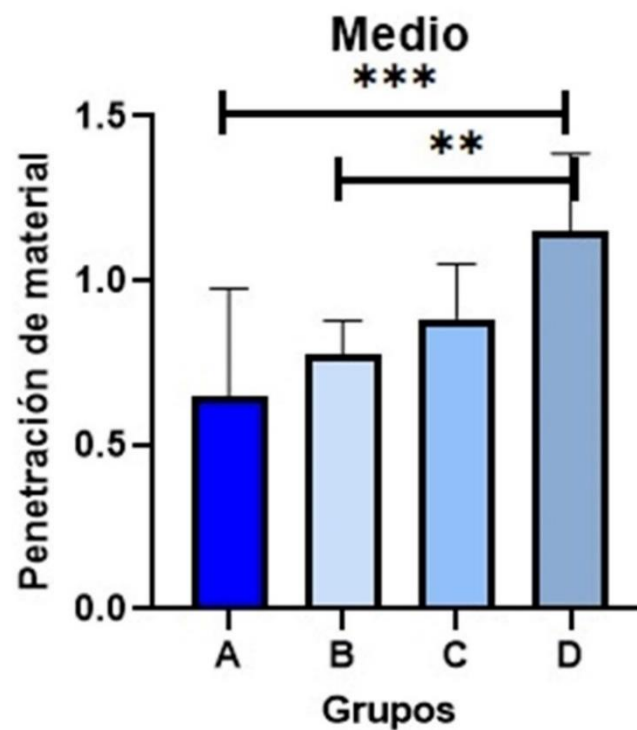


Figura 10 Grafica de barras de penetración de tercio medio.

13.3 Penetración tercio apical

En la Tabla 7 se presentan los resultados obtenidos del Grupo A (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único), Grupo B (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único), Grupo C (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica) y Grupo D (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica) de la penetración de selladores en tubulillos dentinarios en tercio medio.

Tabla 7 Resultados de los datos obtenidos en microscopio laser confocal de la profundidad de penetración en tercio apical en mm.

GRUPO				
	A	B	C	D
APICAL	0.86	0.321*	0.538	0.729
	0.832	0.316	0.652	0.77
	0.774	0.232	0.613	0.686
	0.379	0-	1.09	1.608**
	0.329-	0	1.02	1.16
	0.487	0	1.16*	1.26
	1.005	0	0.566	0-
	1.008	0	0.535-	0
	1.008*	0	0.565	0

* Valor mayor de profundidad de penetración -Valor menor de profundidad de penetración **Valor mayor de penetración en tercio coronal

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk donde se determinó el valor de $p=0.1$, obteniendo una distribución normal de los datos, por lo que se realizó una prueba paramétrica ANOVA de una vía.

En la Tabla 8 se presentan los resultados de la estadística descriptiva de la penetración de selladores en tubulillos dentinarios en tercio apical. La media de penetración para el Grupo A (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único) fue de 0.74mm, Grupo B (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único) de 0.096mm, Grupo C (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica) de 0.74mm y Grupo D (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica) 0.69mm.

Tabla 8 Estadística descriptiva de penetración a nivel de tercio apical en mm

Media					
Grupo	N	Media	DE	95%CI	Valor p
A	9	0.74	± 0.27	(0.4981, 0.9867)	0.001
B	9	0.09	± 0.14	(-0.1477, 0.3409)	
C	9	0.74	± 0.26	(0.5045, 0.9931)	
D	9	0.69	± 0.59	(0.446, 0.935)	

De acuerdo con el valor de $p=0.001$ en la prueba ANOVA hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos a nivel de tercio apical. Mostrando una diferencia entre el grupo A y B, exponiendo que el Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único tiene mayor penetración por sí solo que Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único ($p=0.003$).

A su vez se presentó una diferencia entre el grupo B y D, exhibiendo que el Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica tiene mayor penetración que Total Fill[®] BC Sealer sin activación ($p=0.007$). (Figura 11)

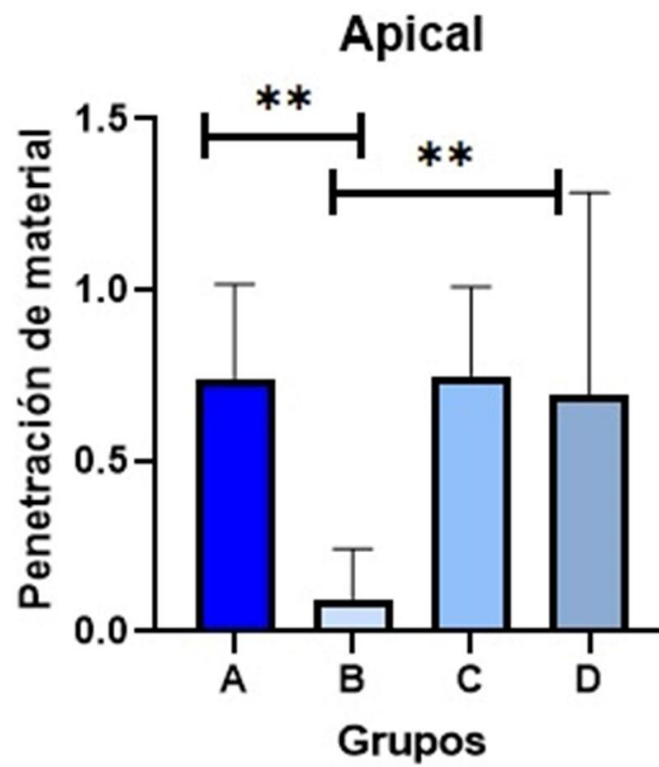


Figura 11 Grafica de barras de penetración de tercio apical.

13.4 Análisis de Resultados de Penetración Comparativo entre Tercios

En la Tabla 9 se presentan los resultados de la profundidad de penetración en túbulos dentinarios obtenidos en microscopio laser confocal del Grupo A (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único), Grupo B (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único), Grupo C (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica) y Grupo D (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica) en tercio coronal, medio y apical.

Tabla 9 Valores reportados en mm de la penetración de todas las muestras de los grupos de estudio a nivel de tercio coronal, medio y apical.

GRUPO				
	A	B	C	D
CORONAL	0.569	0.235	0.572	1.14
	0.407	0.343	0.535	1.02
	0.357	0.386	0.545	0.922
	0.628	0.989	0.837	0.778
	0.414	0.849	0.704	0.869
	0.418	1.009	0.747	0.881
	0.849	0.762	0.94	0.492
	0.747	0.78	0.868	0.489
	0.603	0.861	0.829	0.472
MEDIO	0.434	0.749	1.1	1.08
	0.444	0.744	1.03	1.13
	0.323	0.618	1.06	1.14
	0.557	0.807	0.862	1.5
	0.441	0.756	0.894	1.34
	0.423	0.661	0.877	1.46
	1.12	0.986	0.692	0.896
	1.16	0.802	0.847	0.925
	0.927	0.831	0.593	0.895
APICAL	0.86	0.321	0.538	0.729
	0.832	0.316	0.652	0.77
	0.774	0.232	0.613	0.686
	0.379	0	1.09	1.608
	0.329	0	1.02	1.16
	0.487	0	1.16	1.26
	1.005	0	0.566	0
	1.008	0	0.535	0
	1.008	0	0.565	0

Se realizó un análisis estadístico múltiple (ANOVA) de dos vías, donde se compararon los tercios coronal, medio y apical de todos los grupos.

Tabla 10 Análisis de Resultados de Penetración Comparativo entre Tercios en mm

GRUPOS					
A	N	Media 1	Media 2	Dif Media	p
CORONAL vs. MEDIO	9	0.55	0.64	0.12	0.735
CORONAL vs. APICAL	9	0.55	0.74	0.10	0.224
MEDIO vs. APICAL	9	0.64	0.74	0.14	0.786
B					
CORONAL vs. MEDIO	9	0.69	0.77	0.10	0.713
CORONAL vs. APICAL	9	0.69	0.09	0.10	0.0004*
MEDIO vs. APICAL	9	0.77	0.09	0.06	<0.0001*
C					
CORONAL vs. MEDIO	9	0.73	0.88	-0.15	0.134
CORONAL vs. APICAL	9	0.73	0.74	-0.01	0.982
MEDIO vs. APICAL	9	0.88	0.74	0.13	0.413
D					
CORONAL vs. MEDIO	9	0.78	1.15	-0.36	0.0137*
CORONAL vs. APICAL	9	0.78	0.69	0.09	0.899
MEDIO vs. APICAL	9	1.15	0.69	0.46	0.123

De acuerdo los resultados en la prueba ANOVA hubo una diferencia estadísticamente significativa en el grupo B (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único) entre el nivel coronal vs apical con un valor de $p=0.0004$, mostrando que hubo mayor penetración a nivel coronal del Sellador Total Fill[®] BC Sealer con una media de 0.69mm. A su vez hubo una diferencia estadísticamente significativa de este grupo entre tercio medio y apical con un valor de $p=<0.0001$, mostrando que existió una mayor penetración a nivel de tercio medio con una media de 0.77mm. Lo que indica que el Sellador Total Fill[®] BC Sealer presento mejor penetración en tercio medio y coronal que en tercio apical.

El Sellador Total Fill[®] BC Sealer no solo exhibió diferencia estadísticamente significativa entre tercios, mostro además en el grupo D (Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica) una diferencia entre tercio coronal y medio, penetrando más a nivel de tercio medio con una media de 1.15mm ($p=0.0137$).

Estos resultados nos indican que el Sellador Total Fill[®] BC Sealer presento mayor penetración a nivel de tercio medio con y sin activación ultrasónica. Mientras que el Sellador AH Plus[®] Biocerámico no mostro diferencias estadísticamente significativas entre tercios.

Sin embargo, la comparativa de tercios entre grupos, obtuvo como resultados que el Grupo A presento mayor penetración del sellador a nivel apical, mientras que el Grupo B, Grupo C y Grupo D exhibió los valores más altos de penetración en tercio medio (Figura 12).

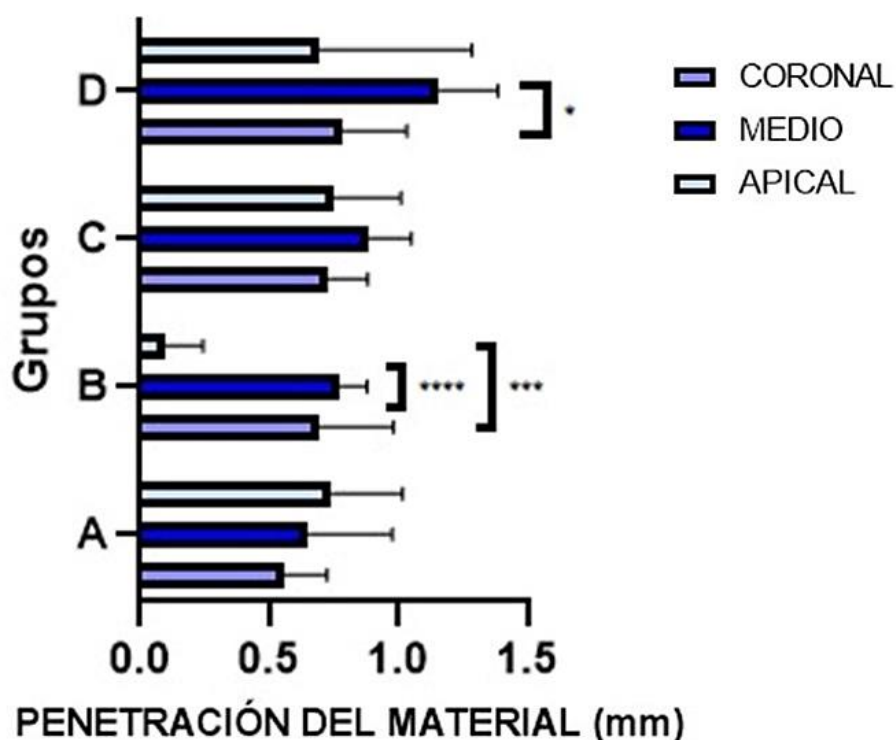


Figura 12 Análisis Comparativo por Grupo de Tercio Coronal, Medio y Apical.

Finalmente, el análisis comparativo de todos los grupos mostro que el Grupo D presento la mayor penetración a nivel de tercio coronal, a su vez a nivel de tercio medio fue el que evidencio mayor penetración en túbulos dentinarios de todos los grupos. Para tercio apical el Grupo B fue el que presento menor penetración de todos los grupos, mientras que el Grupo A y Grupo C que corresponden al Sellador AH Plus[®] Biocerámico con y

sin activación ultrasónica mostraron resultados similares, indicando que el AH Plus® Biocerámico presenta la misma penetración con y sin activación. El Grupo D que corresponde al Sellador Total Fill® BC Sealer activado ultrasónicamente presento mejor penetración que el Grupo B, sin embargo, mostro una alta dispersión de datos (*Figura 13*).

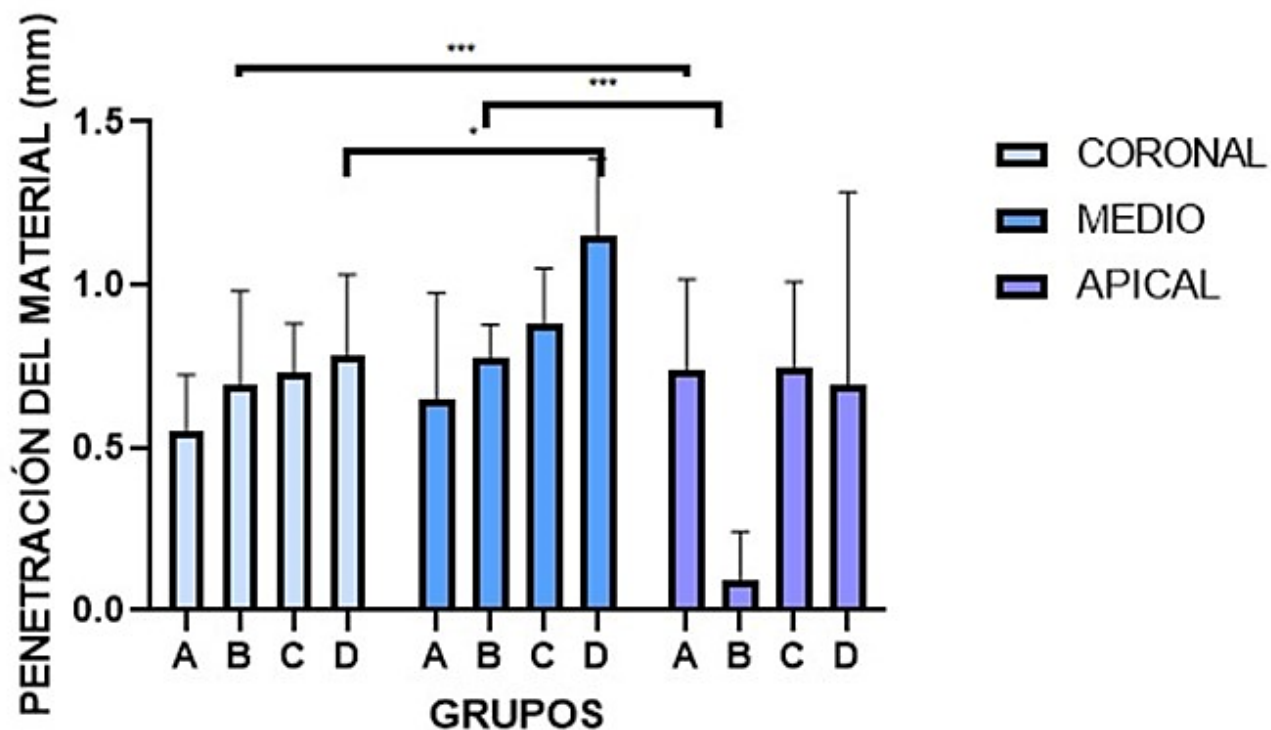


Figura 13 Análisis Comparativo de todos los Grupos a nivel de Tercio Coronal, Medio y Apical.

14 Discusión

El objetivo principal del tratamiento endodóntico es garantizar un sellado hermético por medio de la obturación. Esta conlleva un núcleo central y un cemento sellador, el cual penetra en zonas como conductos laterales, istmos y los túbulos dentinarios mejorando así la obturación radicular. La utilización de un cemento sellador en la fase de obturación de los conductos radiculares es básica, creando un efecto de lubricación durante la inserción de la gutapercha, ya sea en la técnica de condensación lateral o termoplástica, rellenando los espacios entre la gutapercha y paredes del conducto, permitiendo así un sellado hermético. La penetración del cemento en los túbulos dentinarios puede influir en el éxito de la obturación, ya que una mayor superficie de contacto entre el material de obturación y la dentina se relaciona con un sellado más efectivo.

El grado de adhesión y penetración de los selladores en los túbulos dentinarios está influenciado por varios factores, como las propiedades físicas y químicas de los cementos, la permeabilidad de la dentina y la técnica de obturación. Los selladores biocerámicos como una innovación de cementos endodónticos que debido a su pequeño tamaño de partícula ($<2\ \mu\text{m}$), baja citotoxicidad, alta compatibilidad tisular, alta hidrofiliidad y cambios dimensionales muy pequeños han sido considerados como los materiales representativos más recientes(28). Estudios previos muestran que los selladores biocerámicos han aumentado la penetración tubular y han mostrado mayor adaptación marginal(13,29,30).

Sin embargo, los efectos de la activación ultrasónica de los selladores biocerámicos en el conducto radicular sobre su penetración tubular no se han estudiado lo suficiente, por lo que este trabajo tuvo como objetivo evaluar la penetración en túbulos dentinarios de los más recientes selladores biocerámicos AH Plus[®] Biocerámico y Total Fill[®] BC Sealer con uso de activación ultrasónica.

La penetración de un sellador en los túbulos dentinarios del conducto radicular es una propiedad que proporciona retención mecánica entre la dentina del conducto radicular y el material de obturación. Existe una variación de distribución de tubulillos dentinarios a nivel coronal, medio y apical, influyendo en la penetración del sellador. Mjör y cols.

realizaron un estudio donde analizaron la estructura de los tubulillos dentinarios de la región apical; registrando 14,400 tubulillos por mm^2 cerca de la pulpa o cerca de la dentina secundaria a nivel apical, 8,100 por mm^2 en la dentina radicular media y 2,500 por mm^2 en la dentina periférica. Estas densidades son inferiores a las encontradas en la dentina coronal, que oscilan entre 57,400 por mm^2 . Por lo tanto, el número de túbulos por mm^2 disminuye en promedio de aproximadamente 40,000 a 14,400 desde la parte coronal a la apical del conducto radicular, es decir, hay menos túbulos disponibles a nivel apical. El diámetro de los tubulillos a su vez varia de la unión amelodentinaria a la fusión de la dentina con la pulpa. Generalmente los túbulos dentinarios presentan mayor diámetro en la unión pulpo dentinaria (alrededor de 5 μm) que en la unión amelodentinaria, donde se angostan hasta cerca de 1 μm . Las micrografías de la dentina coronal sin desmineralizar en el estudio de Seltzer y Bender revelaron que el diámetro del túbulo a nivel coronal era de 2.5 μm , a nivel de tercio medio 1.2 μm y en la periferia disminuye hasta 0.9 μm . Además, estudios detallados de la dentina radicular apical han revelado irregularidades en la estructura lo cual crea dificultades al momento de desarrollar técnicas de obturación basadas en mejorar la penetración del sellador en los túbulos dentinarios(7).

En la región apical el conducto muestra variaciones en su estructura, los túbulos dentinarios primarios son irregulares en dirección y densidad; algunas áreas están desprovistas de túbulos. Además, el tejido similar al cemento puede revestir la pared apical del conducto radicular, ocluyendo cualquier túbulo, haciéndolo menos permeable a la penetración (3,7). Esto concuerda con los resultados de nuestro estudio que mostro en el análisis comparativo de penetración entre los tercios, el Grupo B a nivel apical fue el que presento menor penetración, sin embargo, la penetración en túbulos dentinarios del material también se puede deber a la composición y propiedades del sellador. Total Fill[®] BC Sealer contiene silicato tricálcico y dicálcico, hidróxido de calcio, sílice coloidal, fosfato de calcio monobásico y óxido de circonio(31), a diferencia del sellador AH Plus[®] Biocerámico que recientemente se presentó como un nuevo biocerámico que si bien contiene silicato tricálcico como componente reactivo, no contiene silicato dicálcico como la mayoría de los demás selladores a base de silicato de calcio, además comprende

dimetilsulfóxido como relleno, lo que no se conoce en otros selladores a base de silicato de calcio. Esto da como resultado una menor proporción de silicatos de calcio que en otros selladores premezclados como Total Fill[®] BC Sealer(14).

Los componentes de los selladores a base de silicato de calcio son un factor importante pues la deposición de fosfatos de calcio en la interfase y dentro de los túbulos dentinarios mejora la capacidad de sellado de los materiales de relleno del conducto radicular. Se reconoce que cuanto mayor es el contenido de calcio de un biomaterial, mayor es la probabilidad de que la dentina absorba Ca. Esta reacción, a su vez, puede aumentar la resistencia a los ácidos y la fuerza física de la dentina y conducir a una precipitación temprana. Sin embargo, inferimos que el uso de la activación ultrasónica mejora la penetración del sellador permitiendo la fluidez de los componentes dentro de los túbulos dentinarios.

De acuerdo con los resultados del análisis estadístico de nuestro estudio a nivel de tercio coronal el sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica tuvo mayor penetración, con una media de 0.78 mm. Contrario a los resultados obtenidos por Sina Schmidt y cols. (32) que realizaron un estudio similar, donde evaluaron la profundidad de penetración del sellador AH Plus (Dentsply Sirona) y Total Fill BC Sealer HiFlow (TFHF, FKG Dentaire, La Chaux) en los túbulos dentinarios mediante microscopía electrónica de barrido (SEM); obteniendo una media de penetración de 0.038 mm a nivel de tercio coronal para el grupo de Total Fill BC Sealer HiFlow, estas diferencias pudieron deberse a variaciones en la técnica de obturación, dado que ellos usaron compactación vertical en caliente, en comparación con nuestro estudio que utilizó técnica de cono único con una previa activación ultrasónica del sellador.

Cabe señalar que la técnica de activación ultrasónica del sellador mejoro la penetración del mismo a nivel de tercio coronal, concordante con los resultados de Sachin Chadga y cols. (33) que realizaron un estudio evaluando los efectos de la activación ultrasónica en la penetración intratubular del sellador biocerámico Endosequence (Brasseler; USA), donde se obtuvo que el grupo de activación ultrasónica resultó en una penetración significativamente mejor en los túbulos dentinarios que el grupo de control a nivel coronal,

con una media de penetración de 0.082 mm. Sin embargo, hasta el momento nuestro trabajo es el primero en reportar este hallazgo de Total Fill[®] BC Sealer a nivel de tercio coronal, en el cual el sellador con el uso de activación ultrasónica mejoro los resultados en la penetración de la obturación radicular.

Asimismo, la diferencia entre medias de penetración a nivel coronal entre el estudio de Sachin Chadga y cols. (33) pudo deberse a la técnica de activación ultrasónica, puesto que la técnica que ellos usaron fue la activación durante 30 segundos con movimientos de 2-3 mm de ida y vuelta en dirección buco-lingual y otros 30 segundos en dirección mesiodistal del conducto radicular; 2 mm por debajo de la longitud de trabajo como procedimiento de estandarización, en comparación con nuestro estudio que estandarizo el tiempo de activación a 15 segundos de acuerdo a previo estudio piloto , donde observamos que la activación por 30 segundos causaba fraguado inmediato del sellador.

El tiempo de fraguado de los selladores endodónticos es una variable que puede influir significativamente en el tiempo de activación. Según el fabricante, el Endosequence tiene un tiempo de trabajo de 20 minutos para manipulación y aplicación del sellador antes de que comience el proceso de fraguado(34). Sin embargo, según el estudio de Jafari y cols., el sellador Endosequence requirió al menos 168 horas (7 días) para alcanzar el fraguado final(10). Mientras que Total Fill BC Sealer puede tener un tiempo de trabajo de 4 horas a temperatura ambiente según el fabricante(35). No obstante, el estudio de Almeida y cols. mostró que el tiempo necesario para que Total Fill BC Sealer alcance su fraguado final fue de al menos 48 horas(12).

A su vez pueden existir diferentes técnicas de activación ultrasónica que pueden aumentar la penetración del sellador, como en el estudio de Yamini y cols. quienes realizaron un análisis de la activación de selladores biocerámicos (ProRootMTA, Nano Biodentine y Biodentine) con una técnica de compresión vertical, en el cual posterior a la condensación se activó indirectamente el extremo del obturador manual durante 5 segundos a una potencia media(36). Demostrando que el Nano Biodentine activado ultrasónicamente tuvo mayor penetración tubular en comparación con los demás grupos donde la media para este fue de 0.38 mm a nivel de tercio coronal. Además, hubo una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo de Biodentine manual y

Biodentine activado ultrasónicamente ($p=0.0001$), demostrando que en este grupo hubo mayor penetración con el uso de activación ultrasónica con una media de 0.31 mm a nivel de tercio coronal(36). Esto es concordante con los resultados de nuestro estudio, en el cual fue mayor la penetración con el uso de activación.

Cabe señalar que de acuerdo con los resultados del análisis estadístico a nivel de tercio medio el sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica también presento mayor penetración, con una media de 1.15 mm. Además, a nivel de tercio medio si hubo una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo B y D ($p=0.005$), demostrando que si existe mayor penetración al activar el Sellador Total Fill[®] BC Sealer con técnica de cono único. Esto concuerda con los resultados obtenidos en el estudio de Pérez-Alfayate y cols. donde determinaron la influencia de la activación sónica en la penetración dentinaria tubular de Endosequence BC con uso de microscopio láser confocal de barrido a nivel de tercio medio. Cuyos resultados con la activación del sellador con Endoactivator mostró una diferencia significativa en todos los niveles con respecto a la penetración máxima del sellador; con una media de penetración a nivel de tercio medio de 0.26 mm (23). La diferencia entre la media de penetración de nuestro estudio y el de Pérez-Alfayate y cols. pudo deberse a que ellos usaron técnica de activación sónica, mientras que en el nuestro se usó activación ultrasónica.

En el presente estudio decidimos utilizar la técnica de activación ultrasónica puesto que ha mostrado mejores resultados de penetración con el uso de selladores biocerámicos, como lo es en el estudio de Jordani y cols. quienes realizaron un análisis a nivel de tercio apical donde evaluaron el efecto de la activación ultrasónica de los selladores endodónticos en su penetración intratubular y fuerza de adhesión a la dentina radicular irradiada, Independientemente de la irradiación, los grupos activados ultrasónicamente mostraron una interfase adhesiva más homogénea, con mayor densidad y profundidad de penetración. La activación ultrasónica mejoró así la penetración intratubular y la fuerza de adhesión del sellador endodóntico(37). Concordante con la diferencia estadísticamente significativa en los resultados de nuestro estudio donde el sellador Total Fill[®] BC Sealer mostro una media de penetración de 0.009mm sin activación ultrasónica,

mientras que con uso de activación mostro una media de penetración de 0.69mm ($p=0.007$).

Karissa Shieh y cols. realizaron un estudio en el cual evaluaron las propiedades de penetración de AH Plus[®] Biocerámico, el cual hasta ahora es el primer estudio que reporta datos de penetración de este sellador por sí solo; donde la media de penetración para AH Plus[®] Biocerámico fue de 39,99%, estos resultados fueron estadísticamente similares a la media de penetración de EndoSequence (50,34%) (38).

Algunos otros estudios mencionan que la técnica de activación del irrigante es una variable que puede influir en la penetración de los selladores biocerámicos, como en el estudio de Almasri y cols. quienes evaluaron la penetración de los selladores AH-Plus y AH Plus[®] Biocerámico en los túbulos dentinarios después de diferentes protocolos de activación por irrigación. Teniendo en cuenta la interacción entre el protocolo de irrigación y el tercio apical, se detectó una diferencia significativa entre la profundidad máxima a la que penetró el sellador AH Plus[®] Biocerámico, en el cual SWEEPS, Laser Er,Cr:YSGG y Endo Activator fueron significativamente más altos en comparación con los protocolos de Irrigación Ultrasónica Pasiva y Técnica de Irrigación Convencional, obteniendo la mayor penetración en el grupo de SWEEPS con una media de 0.49 mm. Esto contrasta con los resultados de nuestro estudio en el cual se realizó una técnica de irrigación convencional para todos los grupos, obteniendo una media de 0.74 mm para AH Plus[®] Biocerámico sin activación. Sin embargo, AH Plus[®] Biocerámico mostro una diferencia estadísticamente significativa por sí solo que Total Fill[®] BC Sealer (0.009 mm) (39).

Otro aspecto por considerar en este estudio fue la técnica de obturación. El fundamento de la técnica de cono único consiste en lograr la obliteración completa del conducto radicular instrumentado, mediante la utilización de un cono único de gutapercha y sellador, esta técnica depende de un volumen suficiente de cemento al ser insertado en el conducto, pues cuando el conducto está cubierto por cemento endodóntico y si el volumen dentro del conducto es insuficiente, la técnica de cono único podría presentar infiltración. Por lo que esta técnica está indicada para uso con selladores biocerámicos, pues el sellador biocerámico podría generar un bloqueo por medio de la reacción química

dentro de la dentina radicular desencadenando una reacción de fraguado y brindando resultados eficientes con espacios muertos de menor tamaño(19,20). Esto se pudo corroborar en nuestro estudio en el cual observamos en algunas micrografías de microscopia confocal que el sellador AH Plus[®] Biocerámico activado ultrasónicamente creaba áreas totalmente llenas de sellador, cubriendo incluso al núcleo central de la obturación (gutapercha). Esto concuerda con estudios previamente realizados donde la técnica de cono único y sellador biocerámico resultan en un volumen de vacío menor en el conducto (40–42). Hasta hace algunos años se pensaba que la técnica de cono único podía dar lugar a vacíos en conductos de forma irregular afectando el llenado tridimensional, sin embargo, nuestro estudio mostro que el sellador puede rellenar estas irregularidades, concordando con el estudio realizado por Gharechahi y cols. quienes analizaron la técnica de obturación de cono único con activación ultrasónica de selladores biocerámicos en conductos en “C” resultando en menor cantidad de vacíos a nivel de tercio apical y de tercio medio (43).

A su vez existen otras técnicas de obturación que se pueden usar, si bien cuando se trata de la investigación el efecto del calor en la estabilidad del sellador, la elección de una temperatura clínicamente relevante y un período de exposición es crucial para los selladores biocerámicos. Sin embargo, en el estudio de Donnermeyer y cols. el tiempo de fraguado, el espesor de la película y el flujo de todos los selladores no fueron influenciados relevantemente por ningún tratamiento térmico y no excedieron los umbrales clínicamente relevantes y definidos por ISO 6876:2012. En los resultados obtenidos el espesor de la película de AH Plus[®] Biocerámico y Total Fill[®] BC Sealer no fueron afectados significativamente por el tratamiento térmico ($p > 0,05$). El flujo de Total Fill[®] BC Sealer disminuyó ligeramente con la exposición térmica, mostrando diferencias estadísticamente significativas entre 57 °C (30 s) y 97 °C (180 s) ($p < 0,05$). Por lo que según este estudio ambos selladores pueden considerarse seguros para la compactación vertical en caliente(14).

Finalmente nuestro estudio nos permitió inferir que no solo las características físicas y químicas del material favorecen una buena penetración si no las adecuaciones a técnicas de irrigación y obturación influyen en un mejor sellado, destacando las ventajas de la

activación ultrasónica para mejorar la calidad de la obturación del conducto radicular pues el calor generado durante la activación disminuye la viscosidad del sellador y, junto con la energía de transmisión acústica, asegura que el sellador se disperse y penetre mejor en los túbulos dentinarios.

15 Perspectivas

- Evaluar propiedades químicas y físicas de AH Plus[®] Biocerámico y Total Fill[®] BC Sealer, realizando pruebas de viscosidad.
- Evaluar la penetración en túbulos dentinarios de AH Plus[®] Biocerámico y Total Fill[®] BC Sealer con técnicas termo plastificadas, que a pesar de que el fabricante indica la técnica de cono único, algunos estudios mencionan que puede no verse influido por técnicas de obturación en calor.
- Realizar pruebas reológicas de selladores biocerámicos para explicar el efecto de las propiedades físicas de la activación ultrasónica.

16 Conclusiones

En base a los resultados del presente estudio podemos concluir que la penetración en los túbulos dentinarios del sellador AH Plus[®] Biocerámico fue mayor con diferencia estadísticamente significativa en el tercio apical. La activación ultrasónica si mostro una diferencia estadísticamente significativa para el sellador Total Fill[®] BC Sealer en tercio medio y apical resultando una mayor penetración en los túbulos dentinarios al activar este cemento. El sellador AH Plus[®] Biocerámico no necesita ser activado ultrasónicamente para favorecer su penetración, sin embargo, el sellador Total Fill[®] BC Sealer si mejora sus propiedades activándolo, favoreciendo su penetración intratubular.

17 Referencias

1. Lee KW, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. J Endod. 2002;28(10).
2. Grossman LI. Physical properties of root canal cements. J Endod. 1976;2(6).
3. 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. 2011;37(11).
4. de Deus G, Gurgel Filho ED, Ferreira CM, Coutinho Filho T. Intratubular penetration of root canal sealers. Pesqui Odontol Bras. 2002;16(4).
5. Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la pulpa. 10a edición. Edición. Editorial Elsevier España. 2011.
6. 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).
7. 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).
8. Seltzer and Bender's. Seltzer and Bender's Dental Pulp. 2nd Edition. Quintessence Publishing Co.,; 1987.
9. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. Vol. 39, Dental Materials Journal. 2020.
10. Jafari F, Jafari S. Composition and physicochemical properties of calcium silicate based sealers: A review article. Vol. 9, Journal of Clinical and Experimental Dentistry. 2017.

11. Donnermeyer D, Dornseifer P, Schäfer E, Dammaschke T. The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers. *Head Face Med*. 2018;14(1).
12. Almeida MM, Rodrigues CT, Matos AA, Carvalho KKT, Silva EJNL, Duarte MAH, et al. Analysis of the physicochemical properties, cytotoxicity and volumetric changes of AH Plus, MTA Fillapex and TotalFill BC Sealer. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(11).
13. Arikatla SK, Chalasani U, Mandava J, Yelisela RK. Interfacial adaptation and penetration depth of bioceramic endodontic sealers. *Journal of Conservative Dentistry*. 2018;21(4).
14. Donnermeyer D, Schemkämper P, Bürklein S, Schäfer E. Short and Long-Term Solubility, Alkalizing Effect, and Thermal Persistence of Premixed Calcium Silicate-Based Sealers: AH Plus Bioceramic Sealer vs. Total Fill BC Sealer. *Materials*. 2022 Oct 1;15(20).
15. Aydın ZU, Özyürek T, Keskin B, Baran T. Effect of chitosan nanoparticle, QMix, and EDTA on TotalFill BC sealers' dentinal tubule penetration: a confocal laser scanning microscopy study. *Odontology*. 2019;107(1).
16. AH Plus Biocerámico Sealer [Internet]. [Dentsplysirona.com](https://dentsplysirona.com).
17. Rodríguez-Niklitschek C, Chuhuaicura P, Oporto GH. Antimicrobial Activity of Bioceramic Root Canal Sealers: A Systematic Review. *International journal of odontostomatology*. 2021;15(2).
18. Sanz JL, López-García S, Rodríguez-Lozano FJ, Melo M, Lozano A, Llena C, et al. Cytocompatibility and bioactive potential of AH Plus Bioceramic Sealer: An in vitro study. *Int Endod J*. 2022;55(10).
19. Casino-Alegre A, Aranda-Verdú S, Zarzosa-López JI, Rubio-Climent J, Plasencia-Alcina E, Pallarés-Sabater A. Intratubular penetration ability in the canal perimeter

using HiFlow bioceramic sealer with warm obturation techniques and single cone. J Clin Exp Dent. 2022;14(8).

20. Suero Baez A, Lorenzo Olano Dextre T, Ramos Pinheiro C, Kenji Nishiyama C. Ventajas y desventajas de la técnica de cono único. Advantages and disadvantages of the single cone technique. Vol. 73, Revista ADM. 2016.
21. 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. 2019;45(8).
22. Duarte MAH, Balan N V., Zeferino MA, Vivan RR, Morais CAH, Tanomaru-Filho M, et al. Effect of ultrasonic activation on pH and calcium released by calcium hydroxide pastes in simulated external root resorption. J Endod. 2012;38(6).
23. Pérez-Alfayate R, Algar-Pinilla J, Mercade M, Foschi F. Sonic activation improves bioceramic sealer's penetration into the tubular dentin of curved root canals: A confocal laser scanning microscopy investigation. Applied Sciences (Switzerland). 2021;11(9).
24. Angerame D, De Biasi M, Pecci R, Bedini R. Filling ability of three variants of the single-cone technique with bioceramic sealer: a micro-computed tomography study. J Mater Sci Mater Med. 2020;31(11).
25. Pedullà E, Abiad RS, Conte G, La Rosa GRM, Rapisarda E, Neelakantan P. Root fillings with a matched-taper single cone and two calcium silicate–based sealers: an analysis of voids using micro-computed tomography. Clin Oral Investig. 2020;24(12).
26. Guimarães BM, Amoroso-Silva PA, Alcalde MP, Marciano MA, Bombarda De Andrade F, Hungaro Duarte MA. Influence of ultrasonic activation of 4 root canal sealers on the filling quality. J Endod. 2014;40(7).

27. Haapasalo M, Ørstavik D. In vitro Infection and Disinfection of Dentinal Tubules. J Dent Res. 1987;66(8).
28. Camilleri J, Pitt Ford TR. Mineral trioxide aggregate: A review of the constituents and biological properties of the material. Vol. 39, International Endodontic Journal. 2006.
29. Majumdar T, Mukherjee S, Mazumdar P. Microscopic evaluation of sealer penetration and interfacial adaptation of three different endodontic sealers: An in vitro study. Journal of Conservative Dentistry. 2021;24(5).
30. Najafzadeh R, Fazlyab M, Esnaashari E. Comparison of bioceramic and epoxy resin sealers in terms of marginal adaptation and tubular penetration depth with different obturation techniques in premolar teeth: A scanning electron microscope and confocal laser scanning microscopy study. J Family Med Prim Care. 2022;11(5).
31. Elsayed MA, Hassanien EE, Elgendy AAE. Ageing of TotalFill BC Sealer and MTA Fillapex in Simulated Body Fluid. Eur Endod J. 2021;6(2).
32. Schmidt S, Schäfer E, Bürklein S, Rohrbach A, Donnermeyer D. Minimal dentinal tubule penetration of endodontic sealers in warm vertical compaction by direct detection via sem analysis. J Clin Med. 2021;10(19).
33. Chadgal S, Farooq R, Purra AR, Ahangar A, Amin Lone K, Hussain O. Ultrasonic Activation of a Bioceramic Sealer and Its Dentinal Tubule Penetration: An In Vitro Study. Annals of International Medical and Dental Research.
34. <https://dental.com.mx/content/files/images/MDC/descargas/FolletoBCSealer.pdf>.
<https://dental.com.mx/content/files/images/MDC/descargas/FolletoBCSealer.pdf>.
35. https://ibioceramix.com/files/B_4741A-CTotalFillBCSealerIFU_Rev1ProofAll.pdf.
https://ibioceramix.com/files/B_4741A-CTotalFillBCSealerIFU_Rev1ProofAll.pdf.

36. Yamini B, Gali P, Nagesh B, Varri S, Garlapati R, Naik KmK. Effect of indirect ultrasonic activation of modified bioceramic materials on the bond strength and tubular penetration in root canals. *Dent Res J (Isfahan)*. 2021;18(1).
37. Jordani LD, da Rosa AF, Dias-Junior LC de L, Savaris JM, Minamisako MC, da Silva LR, et al. Ultrasonic activation of the endodontic sealer enhances its intratubular penetration and bond strength to irradiated root dentin. *Odontology*. 2024;
38. Shieh K, Yang J, Zhu EH, Peters OA, Hosseinpour S. Dentine Tubule Penetrability and Bond Strength of Two Novel Calcium Silicate-Based Root Canal Sealers. *Materials*. 2023;16(9).
39. Almasri A, Abduljalil M, Aksoy U. Efficacy of Different Irrigation Activation Techniques on Dentine Tubule Penetration of the Novel AH-Plus Bioceramic Sealer. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2024;14(2).
40. Keleş A, Keskin C. Presence of voids after warm vertical compaction and single-cone obturation in band-shaped isthmuses using micro-computed tomography: A phantom study. *Microsc Res Tech*. 2020;83(4).
41. Bianco E, Calvelli C, Citterio CL, Pellegatta A, Venino PM, Maddalone M. Evaluation with micro-CT of the canal seal made with two different bioceramic cements: Guttaflow bioseal and bioroot RCS. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2020;21(4).
42. Alim BA, Garip Berker Y. Evaluation of different root canal filling techniques in severely curved canals by micro-computed tomography. *Saudi Dental Journal*. 2020;32(4).
43. Gharechahi M, Hoseinzadeh M, Moradi S, Mehrjouei M. Evaluation of various obturation techniques with bioceramic sealers in 3D-printed C-shaped canals. *BMC Oral Health*. 2024 Dec 1;24(1).



San Luis Potosí, S.L.P. 7 DE SEPTIEMBRE DE 2023

M.E. Karina Anette Jimenez Montante
Maestría en Endodoncia
Facultad de Estomatología, UASLP
PRESENTE

Por este conducto me dirijo a Usted en referencia a su trabajo de investigación titulado "*Evaluación de la penetración en túbulos dentinarios de AH PLUS ® BIOCERAMICO vs TOTAL FILL ® BC SEALER con el uso de activación ultrasónica*" Asignado con la clave: **CEI-FE-064-023**.

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

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).

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 en cualquier momento por este Comité.

ATENTAMENTE


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

www.uaslp.mx

Av. Dr. Manuel Nava 2
Zona Universitaria • CP 78290
San Luis Potosí, S.L.P., México
tel. +52 (444) 826 2300
ext. 5118 y 5120
(444) 813 9743, 834 2522, 23 y 25
www.estomatologia.uaslp.mx
estomatologia@uaslp.mx

APENDICE

Grupo A (Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único)

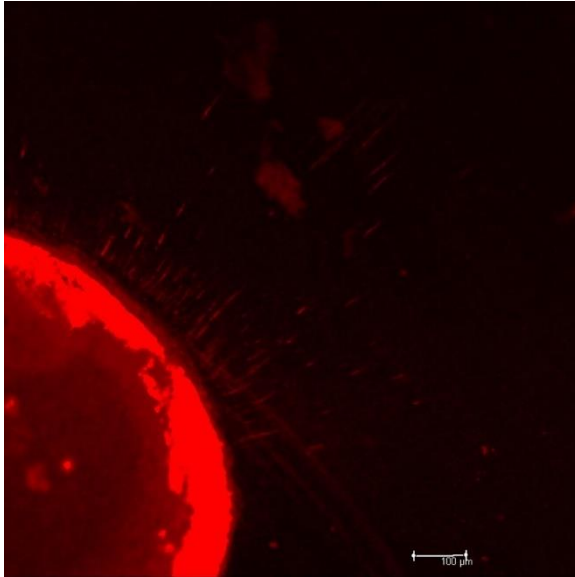


Figura 14 Penetración de Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único en tercio coronal.

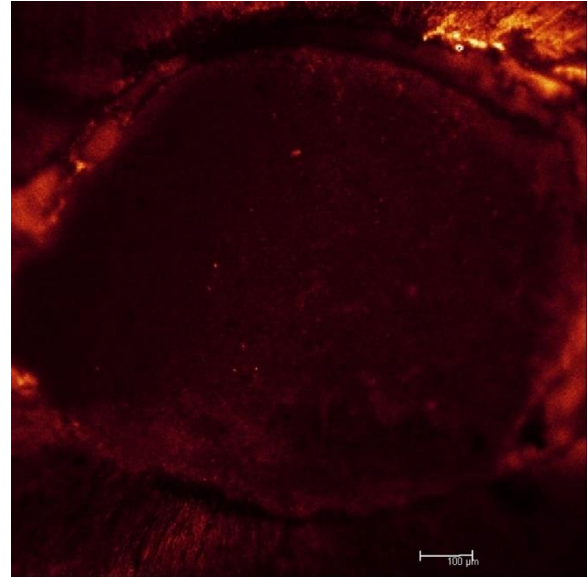


Figura 15 Penetración de Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único en tercio coronal.

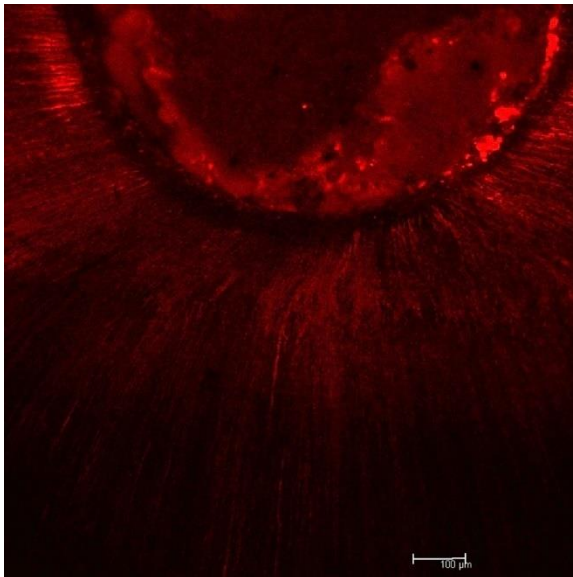


Figura 16 Penetración de Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único en tercio medio.

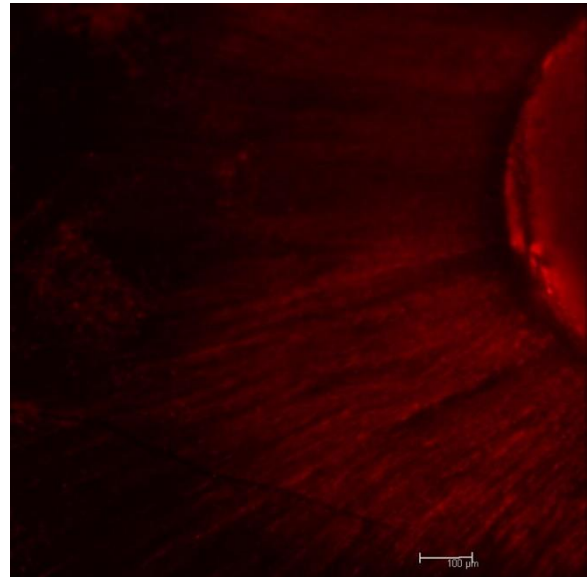


Figura 17 Penetración de Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único en tercio medio.

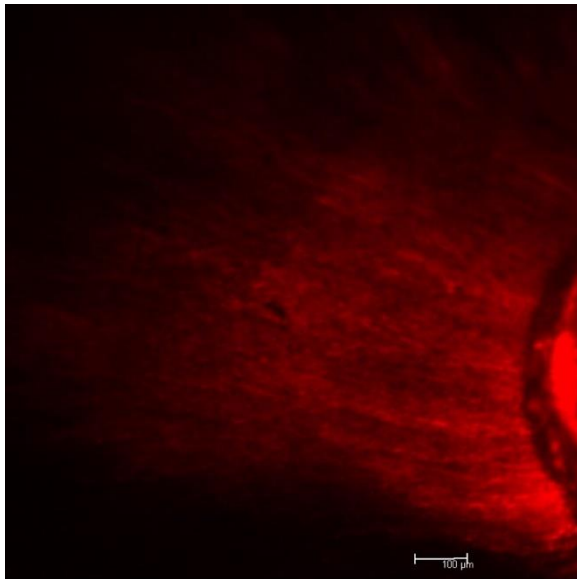


Figura 18 Penetración de Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único en tercio apical.

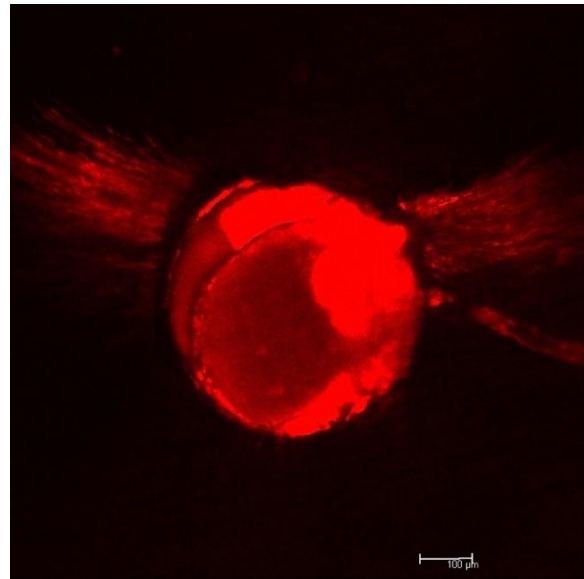


Figura 19 Penetración de Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único en tercio apical.

Grupo B (Sellador Total Fill® BC Sealer con técnica de cono único)

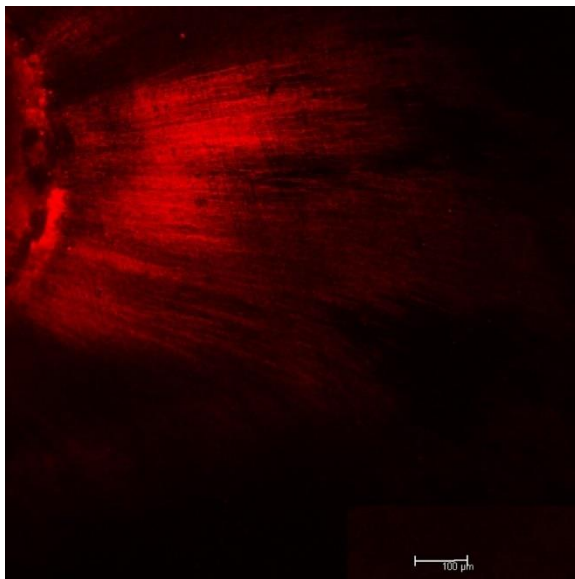


Figura 20 Penetración de Sellador Total Fill® BC Sealer con técnica de cono único en tercio coronal.

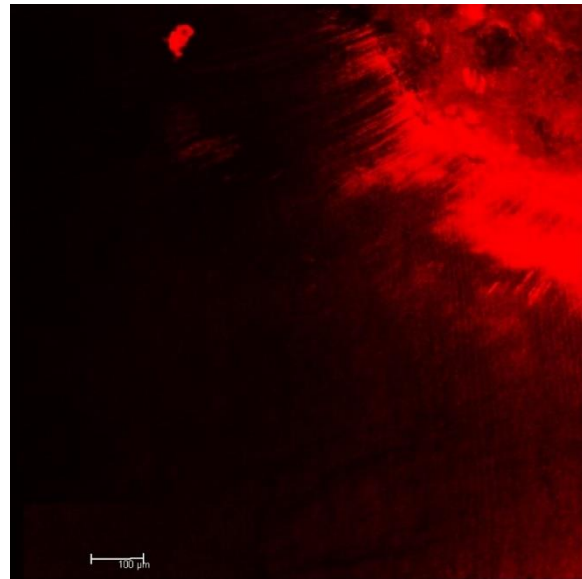


Figura 21 Penetración de Sellador Total Fill® BC Sealer con técnica de cono único en tercio coronal.

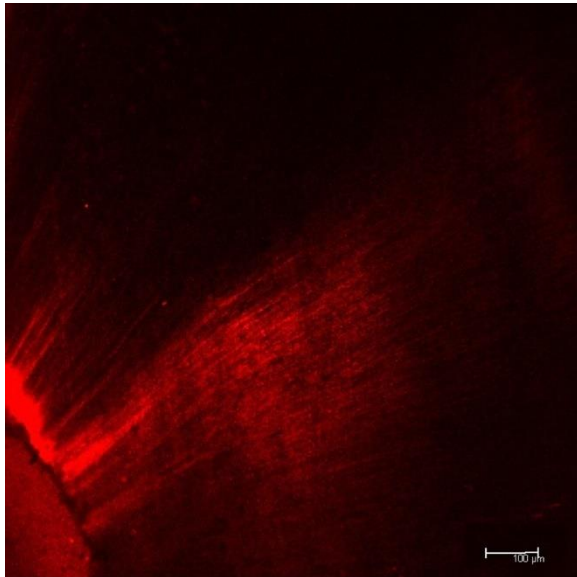


Figura 22 Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único en tercio medio.

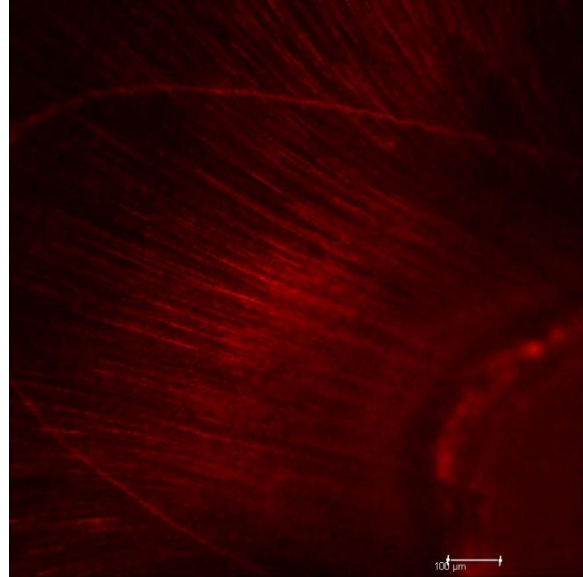


Figura 23 Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único en tercio medio.

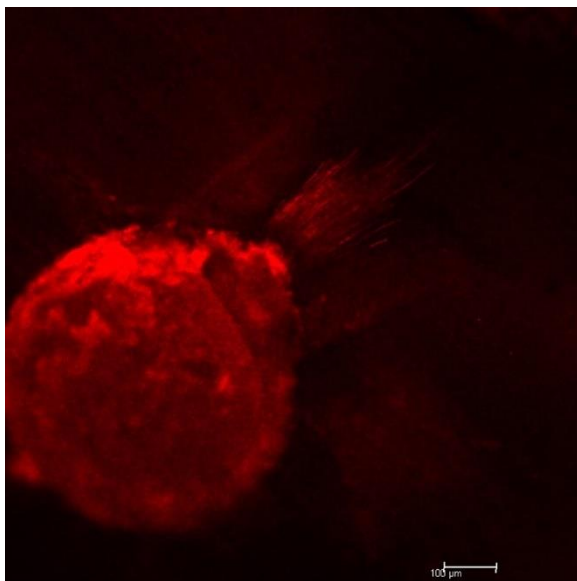


Figura 24 Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único en tercio apical.

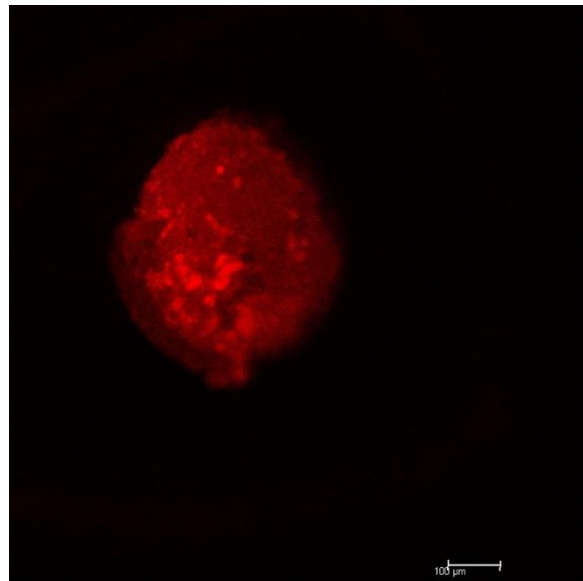


Figura 25 Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único en tercio apical.

Grupo C (Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica)

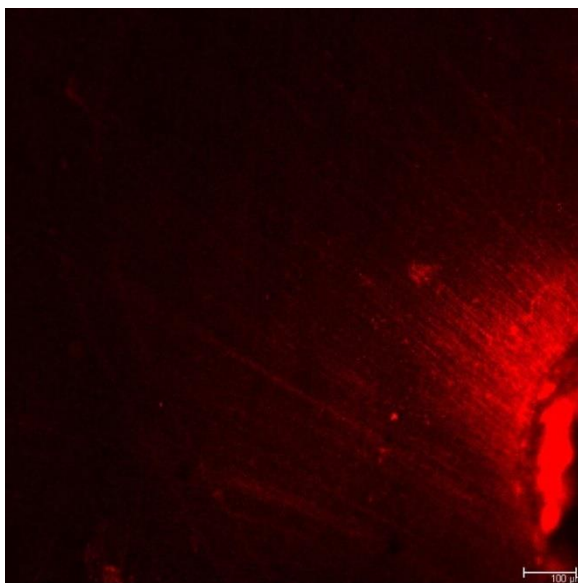


Figura 26 Penetración de Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio coronal.

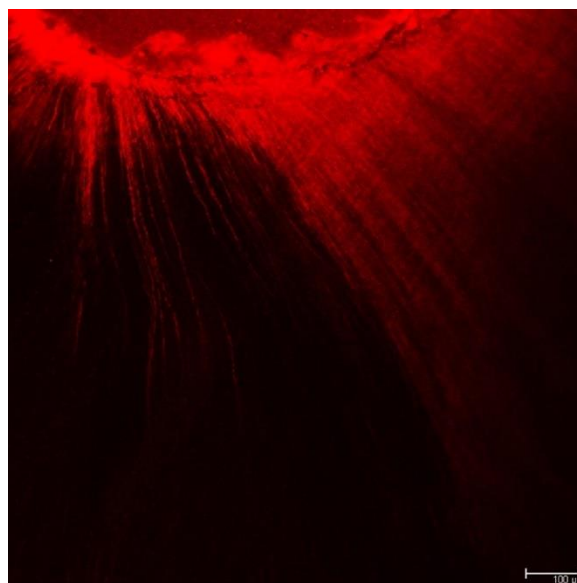


Figura 27 Penetración de Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio coronal.

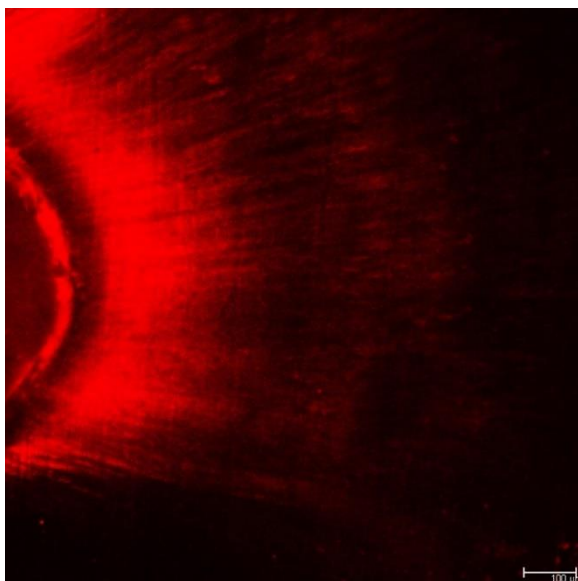


Figura 28 Penetración de Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio medio.

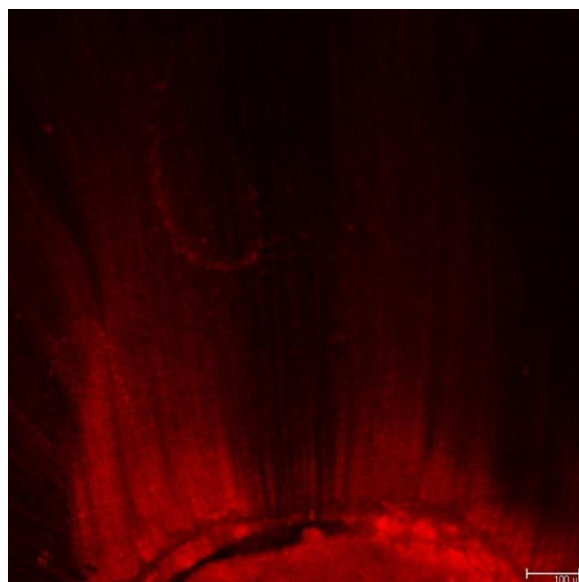


Figura 29 Penetración de Sellador AH Plus[®] Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio medio.

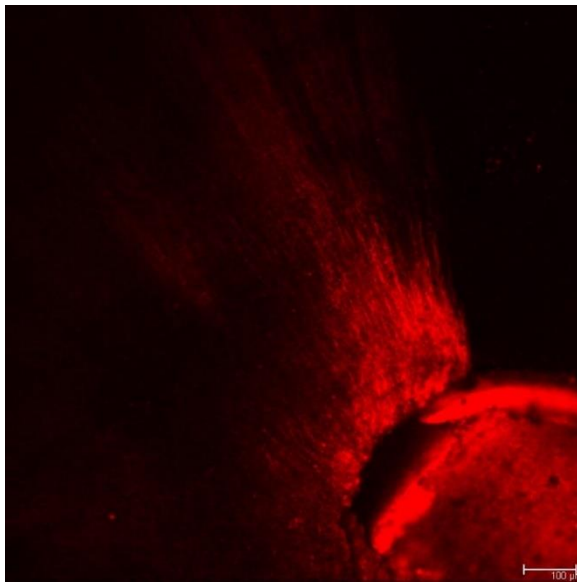


Figura 30 Penetración de Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio apical.

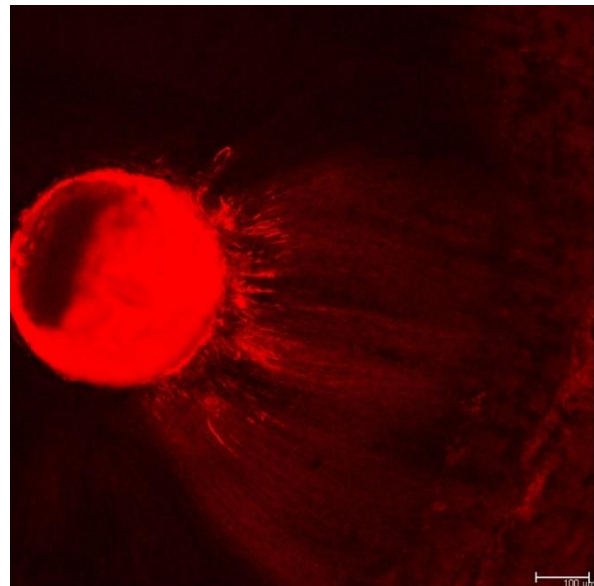


Figura 31 Penetración de Sellador AH Plus® Biocerámico con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio apical.

Grupo D (Sellador Total Fill® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica)

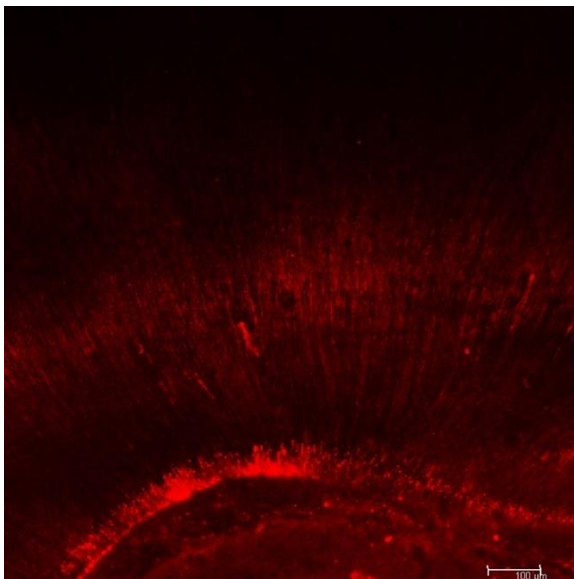


Figura 32 Penetración de Sellador Total Fill® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio coronal.

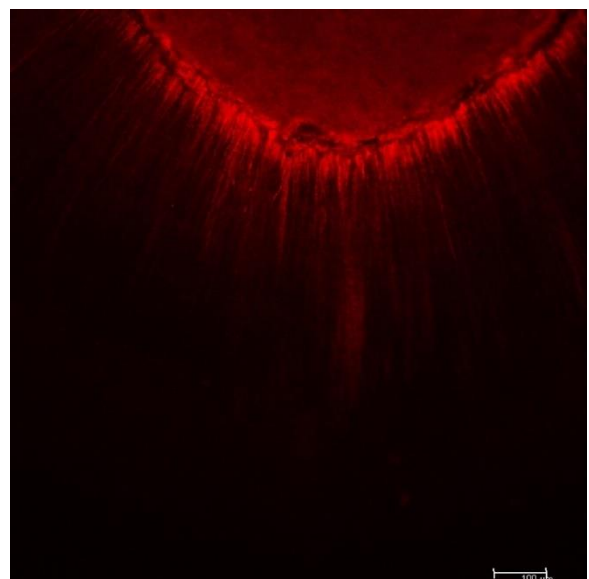


Figura 33 Penetración de Sellador Total Fill® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio coronal.

Evaluación de la penetración en tubulos dentinarios de Ah Plus Biocerámico vs Total Fill BC Sealer con el uso de activación ultrasónica.

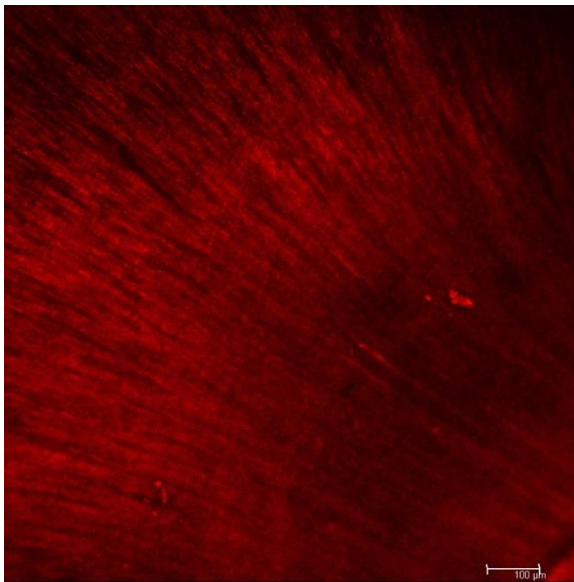


Figura 34 Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio medio.

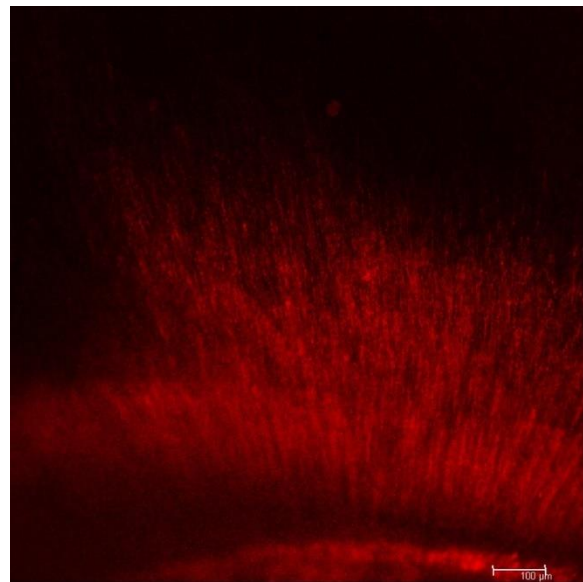


Figura 35 Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio medio.

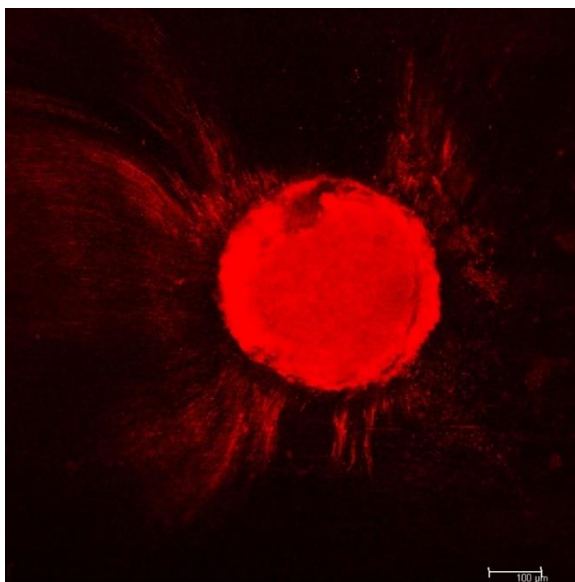


Figura 36 Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio apical.

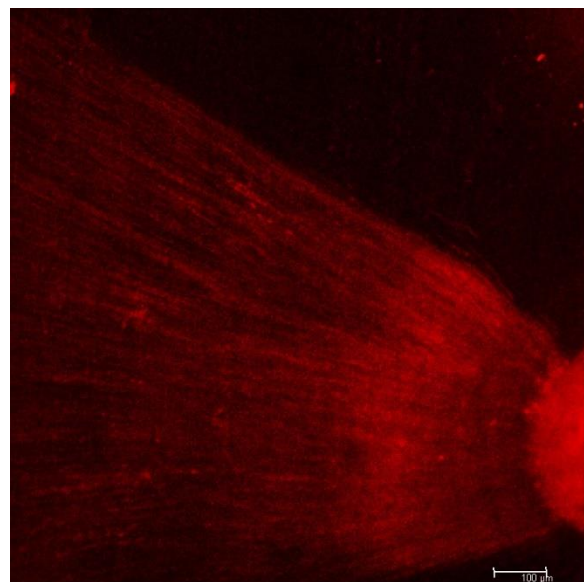


Figura 37 Penetración de Sellador Total Fill ® BC Sealer con técnica de cono único y activación ultrasónica en tercio apical.