

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**



**COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LAS TÉCNICAS DE CONO ÚNICO Y
CONO ÚNICO MODIFICADA, EMPLEANDO LOS CEMENTOS AH
PLUS JET Y BIO-C SEALER OBSERVADOS POR MICROSCOPIA
ESTEREOSCÓPICA**

**TRABAJO TERMINAL QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

PRESENTA

C.D. JOSÉ ARMANDO HERNÁNDEZ VARGAS

PRESIDENTE

DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS

SINODAL

MCS. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL

DR. JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES

SINODAL

DRA. EUSTOLIA RODRÍGUEZ VELÁZQUEZ

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA; MÉXICO

JUNIO 2022

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA
“2022, año de la erradicación de la violencia contra las mujeres en Baja
California”**

Tijuana, Baja California a, 6 de junio de 2022

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LAS TÉCNICAS DE CONO ÚNICO Y CONO ÚNICO MODIFICADA, EMPLEANDO LOS CEMENTOS AH PLUS JET Y BIO-C SEALER OBSERVADOS POR MICROSCOPIA ESTEREOSCÓPICA**

Propuesto por el C.D. JOSÉ ARMANDO HERNÁNDEZ VARGAS, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE



**DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS
PRESIDENTE**

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA
“2022, año de la erradicación de la violencia contra las mujeres en Baja
California”**

Tijuana, Baja California a, 6 de junio de 2022

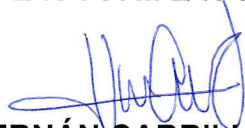
AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LAS TÉCNICAS DE CONO ÚNICO Y CONO ÚNICO MODIFICADA, EMPLEANDO LOS CEMENTOS AH PLUS JET Y BIO-C SEALER OBSERVADOS POR MICROSCOPIA ESTEREOSCÓPICA**

Propuesto por el C.D. JOSÉ ARMANDO HERNÁNDEZ VARGAS, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E



**MCS. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ
SINODAL**

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA
"2022, año de la erradicación de la violencia contra las mujeres en Baja
California"**

Tijuana, Baja California a, 6 de junio de 2022

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LAS TÉCNICAS DE CONO ÚNICO Y CONO ÚNICO MODIFICADA, EMPLEANDO LOS CEMENTOS AH PLUS JET Y BIO-C SEALER OBSERVADOS POR MICROSCOPIA ESTEREOSCÓPICA**

Propuesto por el C.D. JOSÉ ARMANDO HERNÁNDEZ VARGAS, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E


DR. JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES
SINODAL

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA
"2022, año de la erradicación de la violencia contra las mujeres en Baja
California"**

Tijuana, Baja California a, 6 de junio de 2022

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LAS TÉCNICAS DE CONO ÚNICO Y CONO ÚNICO MODIFICADA, EMPLEANDO LOS CEMENTOS AH PLUS JET Y BIO-C SEALER OBSERVADOS POR MICROSCOPIA ESTEREOSCÓPICA**

Propuesto por el C.D. JOSÉ ARMANDO HERNÁNDEZ VARGAS, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE



**DRA. EUSTOLIA RODRÍGUEZ VELÁZQUEZ
SINODAL**

Ccp.- Archivo.

COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LAS TÉCNICAS DE CONO ÚNICO Y CONO ÚNICO MODIFICADA, EMPLEANDO LOS CEMENTOS AH PLUS JET Y BIO-C SEALER OBSERVADOS POR MICROSCOPIA ESTEREOSCÓPICA

PRESENTA

C.D. JOSÉ ARMANDO HERNÁNDEZ VARGAS

PRESIDENTE

(DIRECTORA DEL PROYECTO)

DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS

SINODALES

(CO-DIRECTORES DEL PROYECTO)

**MCS. LUIS HERNÁN
CARRILLO VÁRGUEZ**

**DR. JULIO CÉSAR GARCÍA
BRIONES**

DRA. EUSTOLIA RODRÍGUEZ VELÁZQUEZ

Tijuana, Baja California, 6 de Junio de 2022

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quiero agradecer a todos los docentes que me acompañaron durante este proceso y en especial a mi Directora de tesis la Dra. Dulce Magaña Mancillas por su apoyo, paciencia y dedicación. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis. A mi Co-director de tesis MCS. Luis Hernán Carrillo Vázquez, por su ayuda y por su importante aporte en la elaboración de mi proyecto. De igual manera también quiero agradecer a mi Co-director de tesis Dr. Julio García Briones, por todo el apoyo brindado. Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento a mi Co-directora de tesis la Dra. Eustolia Rodríguez por todo el apoyo, su disponibilidad y paciencia para aclararme todas las dudas y preguntas que tuve durante el desarrollo de esta tesis. También debo agradecer de manera especial y sincera a la Dra. Ana Gabriela Carrillo por todo el apoyo brindado durante mis estudios en este posgrado y por ser parte importante en mi formación como especialista en endodoncia. Quiero agradecer al Dr. Fabián Ocampo Acosta por haberme facilitado el uso del microscopio estereoscópico que se encuentra en el laboratorio de histología dentro de las instalaciones de CUPIS de la UABC.

Le doy gracias a mis padres Margarita y Armando por darme la oportunidad de tener una excelente formación escolar y todo su apoyo incondicional, por los valores inculcados y sobre todo por ser un ejemplo de vida a seguir, por ser mi mayor inspiración para conseguir todas mis metas.

Quiero agradecer a mi hermana Cinthya porque siempre estuvo pendiente de mis estudios y procuraba mi bienestar, que me ha apoyado en momentos de necesidad.

Por último pero no menos importante quiero agradecer a mis compañeros de posgrado ya que ellos siempre estuvieron ahí para darme un consejo o ayudarme, cuando algo

AGRADECIMIENTOS

se me complicaba en clase o en clínica. Y también por esos momentos de alegría y de risas que viví y compartí con ellos.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Quiero agradecer a las siguientes instituciones:

A CONACYT por la beca otorgada. **No. CVU: 1082614**

A la Universidad Autónoma de Baja California. Por permitirme realizar mi formación académica en sus instalaciones.

Al Centro Universitario de Posgrado e Investigación en la Salud (CUPIS). Por poder realizar mi formación académica y mi estudio de tesis dentro de sus instalaciones.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES	iii
CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN.....	3
2.1. TIPOS DE SELLADORES.....	7
2.1.1. SELLADORES A BASE DE ÓXIDO DE ZINC-EUGENOL.....	7
2.1.2. SELLADORES A BASE DE HIDRÓXIDO DE CALCIO.....	8
2.1.3. SELLADORES A BASE DE RESINAS PLÁSTICAS.....	8
2.1.3.1. <i>Selladores de resina epóxica.....</i>	<i>9</i>
2.1.3.1.1. <i>AH Plus</i>	<i>9</i>
2.1.3.1.2. <i>AH Plus® Jet.....</i>	<i>9</i>
2.1.3.2. <i>Selladores de resina de metacrilato.....</i>	<i>10</i>
2.1.4. SELLADORES A BASE DE IONÓMERO DE VIDRIO.....	13
2.1.5. SELLADORES DE SILICONA	14
2.1.6. SELLADORES BIOCERÁMICOS	14
2.1.6.2. <i>BIO-C® SEALER.....</i>	<i>17</i>
2.2. TÉCNICAS DE OBTURACIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES.....	18
2.2.1. TÉCNICA DE COMPACTACIÓN LATERAL	19
2.2.2. COMPACTACIÓN VERTICAL CALIENTE.....	20
2.2.3. TÉCNICA DE COMPACTACIÓN CON OLA CONTINUA	21
2.2.4. GUTAPERCHA BASADA EN UN TRANSPORTADOR	22
2.2.5. TÉCNICA DE CONO ÚNICO	23

2.2.6. TÉCNICA DE CONO ÚNICO ACTIVADA CON ULTRASONIDO (TÉCNICA DE CONO ÚNICO MODIFICADA).....	24
2.3. MICROFILTRACIÓN DE FLUIDOS, BACTERIAS Y SUSTANCIAS	
CONDUCTOS RADICULARES.....	26
2.3.1. MICROFILTRACIÓN APICAL.....	26
2.4. MÉTODOS PARA EVALUAR LA MICROFILTRACIÓN Y CALIDAD DE SELLADO DE LA OBTURACIÓN.....	26
2.4.1. PRUEBA DE MOVIMIENTO DE LÍQUIDOS.....	27
2.4.2. PRUEBA DE PENETRACIÓN DE COLORANTE.....	27
2.4.3. EVALUACIÓN A TRAVÉS DE IMÁGENES DE MICRO-CT.....	28
2.4.4. PRUEBAS DE MICROSCOPIO.....	29
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	30
IV. JUSTIFICACIÓN.....	31
V. HIPÓTESIS.....	32
5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	32
5.2. HIPÓTESIS NULA (H0).....	32
5.3. HIPÓTESIS DE ALTERNATIVA (H1).....	32
VI. OBJETIVOS.....	33
6.1. OBJETIVO GENERAL.....	33
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
VII. VARIABLES.....	34
7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.....	34
7.2. VARIABLES DEPENDIENTES.....	34
7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES.....	34
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
8.1. TIPO DE ESTUDIO.....	35
8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO.....	35

8.3 MATERIALES E INSTRUMENTAL	35
8.4. METODOLOGÍA	37
8.4.1. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.....	37
8.4.2. OBTURACIÓN CON CONO ÚNICO.....	41
8.4.3. OBTURACIÓN CON CONO ÚNICO CON ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA.	43
8.4.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE OBTURACIÓN A TRAVÉS DE MICROSCOPIO ESTEREOSCÓPICO	45
8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	47
IX. RESULTADOS	48
9.1. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LOS ESPACIOS VACÍOS A TRAVÉS DE MICROSCOPIO ESTEREOSCÓPICO.....	48
9.2. EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE PORCENTAJE DE ESPACIOS VACÍOS 	50
X. DISCUSIÓN	54
XI. CONCLUSIONES	56
XII. RECOMENDACIONES	58
XIII. BIBLIOGRAFÍA	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplos de obturación inadecuada 4

Figura 2. Radiografías de obturaciones adecuadas 6

Figura 3. Obturación de conducto radicular 6

Figura 4. Cemento AH Plus Jet 10

Figura 5. Cemento BIO-C® SEALER 18

Figura 6. Activación de cono de gutapercha mediada por ultrasonido 25

Figura 7. Prueba de microfiltración apical con tinta china. 28

Figura 8. Imagen mediante micro-CT 29

Figura 9. 40 premolares unirradiculares utilizados para el estudio..... 36

Figura 10. Cementos AH Plus Jet Y BIO-C SEALER..... 37

Figura 11. Sistema Protaper Gold 37

Figura 12. Decoronación de las muestras. 38

Figura 13. Conductometría..... 38

Figura 14. Instrumentación rotatoria final. 39

Figura 15. Prueba de conos de gutapercha F3 39

Figura 16. Obturación con cemento AH Plus Jet..... 40

Figura 17. Obturación con cemento BIO-C® SEALER. 41

Figura 18. Técnica de obturación de cono único..... 42

Figura 19. Recorte del exceso de gutapercha..... 42

Figura 20. Compactación vertical de la gutapercha 43

Figura 21. Técnica obturación con cono único con activación ultrasónica. 44

Figura 22. Incubación de las muestras para permitir el fraguado de las muestras.... 44

Figura 23. Las muestras seccionadas perpendicularmente a su eje longitudinal..... 45

Figura 24. Microscopio estereoscópico DM143 (Motic)..... 46

Figura 25. Cortes de premolares observados a través de microscopio estereoscópico.
..... 46

Figura 26. Software Motic Images Plus 2.0..... 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 27. Cortes transversales por tercios de las muestras de cada grupo, en microscopio estereoscópico a 40X.....	49
Figura 28. Gráfica de promedios de porcentajes de espacios vacíos cada uno de los grupos	51
Figura 29. Gráfico por tercios de la técnica de cono único y cono único con activación ultrasónica utilizando el cemento AH plus Jet	52
Figura 30. Gráfico por tercios de la técnica de cono único y cono único con activación ultrasónica utilizando el cemento BIO-C Sealer	53

LISTA DE ABREVIATURAS

C₂S	Silicato dicálcico
C₃S	Silicato tricálcico
Ca	Calcio
Ca(OH)₂	Hidróxido de calcio
CT	Tomografía computarizada
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético
GIC	Cemento de ionómero de vidrio (por sus siglas en inglés)
GP	Gutapercha
MTA	Agregado de trióxido mineral (por sus siglas en inglés)
NaOCl	Hipoclorito de sodio
P	Fósforo
SEM	Microscopio electrónico de barrido
X	Aumentos

LISTA DE ABREVIATURAS

ZOE Óxido de zinc y eugenol

I. RESUMEN

Introducción: Una obturación ideal de conductos radicular debe ser tridimensional y sellar homogéneamente el sistema de conductos radicular, no obstante, la mayoría de los materiales de obturación de conductos no son completamente capaces de hacerlo por si solos. Una de las razones podría ser que la anatomía del conducto impide una limpieza adecuada en zonas estrechas o zonas irregulares y hay alto riesgo de crear espacios vacíos en la obturación. Otra explicación para la obturación de conductos inadecuada podría ser la técnica de obturación utilizada. **Objetivo:** fue comparar la calidad de sellado de dos técnicas de obturación de conductos (cono único y cono único con activación ultrasónica) empleando dos diferentes cementos selladores (AH Plus Jet y BIO-C® Sealer) a través de microscopio estereoscópico. **Material y Métodos:** 40 premolares unirradiculares fueron seleccionados y divididos a 4 grupos según el método de obturación. Grupo A: premolares obturados con técnica obturación de cono único empleando cemento AH Plus Jet. Grupo B: premolares obturados con técnica de obturación de cono único empleando el cemento BIO-C® SEALER. Grupo C: premolares obturados con técnica de obturación de cono único con activación ultrasónica empleando el cemento AH Plus Jet. Grupo D: premolares obturados con técnica de obturación de cono único con activación ultrasónica empleando el cemento BIO-C® SEALER. Cada diente fue seccionado transversalmente en tres tercios (apical, medio y cervical), y a través de un microscopio estereoscópico se observaron la presencia de espacios vacíos en las muestras seccionadas, y el análisis por imagen se realizó con el software Motic Images Plus 2.0. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando Análisis de Varianza (ANOVA) bidireccional y pruebas post hocs Tukey y Bonferroni. **Resultados:** El grupo B obtuvo porcentaje mayor (5.2%) de área espacios vacíos, en comparación con el grupo A (2.1%), grupo C (1.4%), y grupo D (2.0%). Hubo diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$). **Conclusiones:** Al comparar la técnica de activación con ultrasonido con la técnica de cono único convencional, existió una tendencia a dejar un menor porcentaje de espacios vacíos

cuando se utilizó la activación ultrasónica, con ambos cementos (AH Plus Jet y BIO-C® SEALER).

II. INTRODUCCIÓN

La endodoncia es la rama de la odontología que se ocupa de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental humana y los tejidos perirradiculares. Su estudio y práctica abarcan las ciencias básicas y clínicas, incluida la biología de la pulpa normal, así como también la etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades y lesiones de la pulpa y afecciones perirradiculares asociadas (1).

La terapia endodóntica involucra el tratamiento de tejido pulpar vital y necrótico en pacientes que puedan conservar sus dientes naturales en función y estética. A pesar de que el éxito endodóntico depende de muchos factores, unos de los más importantes es la preparación y obturación del conducto radicular (2).

El objetivo del tratamiento endodóntico es la limpieza, desinfección y el completo sellado del sistema de conductos radiculares. La conformación del conducto es un aspecto crítico en el tratamiento de endodoncia debido a que influye en el resultado de las fases subsecuentes del tratamiento como lo es la irrigación y la obturación. Una vez que el conducto es preparado, éste debe tener una conicidad uniforme, incrementar el diámetro desde la porción apical hacia el orificio de entrada. Ésta preparación proporciona suficiente espacio para los irrigantes, la completa limpieza del conducto y una efectiva obturación (3).

El éxito del tratamiento endodóntico se basa en el principio de la tríada de desbridamiento, desinfección exhaustiva y obturación, todos con la misma importancia. Ahora, el éxito del tratamiento de los conductos radiculares se basa en principios más amplios, que incluyen el diagnóstico y la planificación del tratamiento, el conocimiento de la anatomía y la morfología, los conceptos tradicionales de desbridamiento, desinfección exhaustiva y obturación, y la restauración coronal (4). Por desgracia, los dientes mal obturados suelen estar mal preparados, pueden haberse producido errores de procedimiento como pérdida de longitud, transporte del conducto, perforaciones, pérdida del sellado coronal y fractura radicular vertical, que

II. INTRODUCCIÓN

afectan negativamente el sellado apical (Figura 1). Desde el estudio clásico de Ingle y cols.(4) el interés se ha centrado en el desarrollo de materiales y técnicas para obturar el espacio radicular. Se han utilizado varios métodos experimentales para evaluar la microfiltración después de una obturación, como radioisótopos, colorantes, bacterias, proteínas, endotoxinas, penetración de glucosa y filtración computarizada de fluidos (4).



Figura 1. Ejemplos de obturación inadecuada

En la figura se puede observar radiografías de obturaciones inadecuadas, (A) Canino superior derecho con longitud adecuada, pero con densidad insuficiente y sin sellado coronal. El incisivo central se ha rellenado en una longitud adecuada, pero la obturación exhibe espacios vacíos. (B) Incisivos centrales superiores. El incisivo central superior derecho exhibe falta de densidad y de conicidad. El incisivo central superior izquierdo tiene espacios vacíos y falta de relleno en el conducto. (C) Primer molar inferior izquierdo con obturación adecuada; la restauración provisional muestra adaptación deficiente en la parte distal porque no se ha eliminado completamente la caries (5).

II. INTRODUCCIÓN

El objetivo del tratamiento de conductos, después de la limpieza y conformación del sistema de conductos, es el llenado tridimensional y sellado de todos los conductos radiculares y sus espacios accesorios para evitar la presencia de microorganismos y promover la reparación del tejido perirradicular (Figura 2). Combinados con gutapercha, los selladores endodónticos tienen un papel importante dentro técnicas de obturación. Se sabe que tales técnicas pueden involucrar la no intencional extrusión de los materiales de obturación más allá del foramen apical. Se espera que los selladores endodónticos tengan al menos un contacto mínimo con tejidos perirradiculares al sellar el ápice. Sin embargo, cuando se extruye en el espacios perirradiculares, los selladores no siempre pueden ser eliminados por reacción del tejido perirradicular y puede alterar el tiempo de reparación del tejido y causar diferentes reacciones tisulares dependiendo de la composición del sellador (6).

Se han aconsejado diversos materiales endodónticos para la obturación del espacio radicular. La mayoría de las técnicas emplean un núcleo central y un cemento sellador (Figura 3). Con independencia del núcleo central, el uso de un cemento sellador es esencial en todas las técnicas para lograr la impermeabilidad a los fluidos. El uso de un agente sellador para obturar los conductos radiculares es esencial para el éxito del proceso de obturación. No solo ayuda a lograr el sellado tridimensional sino que también sirve para rellenar las irregularidades del conducto y las pequeñas discrepancias entre la pared dentinaria y el material sólido de obturación. También se utilizan como lubricantes y ayudan al asentamiento del material sólido de obturación durante la condensación. Un buen sellador debe ser biocompatible y bien tolerado por los tejidos perirradiculares. Todos los selladores recién mezclados presentan cierto grado de toxicidad, que se reduce en gran medida al ser colocados. La gutapercha sigue siendo uno de los materiales predilectos, pero debido a su falta de adhesión a las paredes dentinarias, debe estar siempre combinada con un sellador que actúa como interfase entre la masa de gutapercha y la estructura dentaria. Tratando de subsanar éstos inconvenientes, se han creado selladores a base de óxido de zinc y eugenol, resinas epóxicas, hidróxido de calcio y a base de ionómeros vítreos (7).

II. INTRODUCCIÓN

Los selladores endodónticos en general deben cumplir una serie de requisitos; entre ellos se destacan ser de fácil manipulación y aplicación en el conducto, poseer buena estabilidad dimensional, impermeabilidad y adherencia, buena fluidez, radiopacidad adecuada, no alterar el color del diente, presentar actividad antibacteriana, posibilidad de removerse en parte o por completo y ser biocompatible (8).

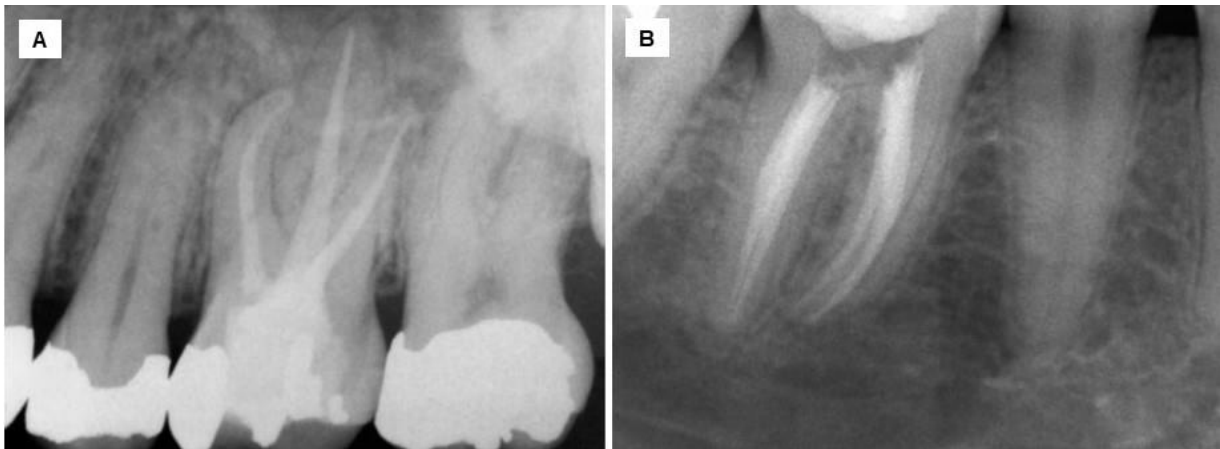


Figura 2. Radiografías de obturaciones adecuadas

En la figura se puede observar (A) Radiografía postoperatoria de un primer molar superior derecho, con longitud, densidad y conicidad adecuada. (B) Radiografía postoperatoria de un primer molar derecho inferior con obturación adecuada (5).



Figura 3. Obturación de conducto radicular

En la figura se observa la obturación del conducto radicular con el material de núcleo (gutapercha) y cemento sellador (9).

2.1. TIPOS DE SELLADORES

Los selladores pueden ordenarse de acuerdo a su composición química: selladores a base de óxido de zinc-eugenol, selladores a base de hidróxido de calcio, resinas plásticas, selladores base de Ionómero de vidrio y biocerámicos (4).

2.1.1. Selladores a base de óxido de zinc-eugenol

Los cementos selladores de óxido de zinc-eugenol se han usado con éxito durante mucho tiempo. Estos cementos selladores experimentan reabsorción si pasan a los tejidos perirradiculares. Tienen un tiempo de fraguado largo, se contraen al fraguar, se pueden disolver y pueden teñir la estructura dental. Una ventaja de los cementos selladores de este grupo es su actividad antimicrobiana (4,10). La fórmula del sellador de óxido de zinc y eugenol (ZOE) desarrollada por Rickert y Dixon en 1931 se convirtió en Kerr Sealer, y la fórmula desarrollada por Grossman se convirtió en sellador Proco-Sol. Los selladores ZOE han sido un estándar en endodoncia desde su desarrollo, basado en su éxito a largo plazo. Los selladores contienen óxido de zinc en polvo y eugenol líquido, un aceite esencial derivado de clavo, cuando se mezcla y es colocado en dentina radicular húmeda, el ZOE forma un gel amorfo de óxido de zinc residual, el polvo permanece en el gel, formando una matriz rígida, algunos de estos selladores en polvo-líquido contienen plata en el componente en polvo (fórmula de Kerr) que ha causado oscurecimiento de los dientes. Se han creado fórmulas sin plata que evitan que se desarrollaron tinciones para abordar este problema (11). El Tubli-Seal (SybronEndo, CA) es un cemento sellador de ZOE con un catalizador, que se mezcla sin dificultad pero que tiene un tiempo de fraguado más corto que los cementos selladores en forma de polvo/líquido. El cemento Tubli-Seal EWT ofrece un tiempo de trabajo prolongado. El cemento sellador de Wach (Balas Dental, Chicago, IL) contiene bálsamo de Canadá, que proporciona al material una calidad pegajosa o adhesiva y contribuye a reblandecer la gutapercha para convertirla en una masa más homogénea cuando se emplea en la técnica de compactación lateral (4).

2.1.2. Selladores a base de hidróxido de calcio.

Los cementos selladores de hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) se diseñaron para ofrecer actividad terapéutica. Se creía que esos cementos selladores podrían tener actividad antimicrobiana y quizá tuviesen un potencial osteogénico y cementogénico. Por desgracia, tales acciones no han sido demostradas. La solubilidad es necesaria para la liberación de Ca(OH)_2 y para mantener su actividad. Esa propiedad está en desacuerdo con el objetivo de un cemento sellador (4). El cemento sellador del conducto radicular, Sealapex, este sellador contiene Ca(OH)_2 , sulfato de bario, óxido de zinc, estearato de zinc, dióxido de titanio, plastificantes y una mezcla de resinas Kerr, metil salicilato, pigmento mápico, salicilato de isobutilo y silicato submicrónico. En la clínica el éxito de usar este sellador podría ser adverso afectado por una filtración significativa o disolución de sellador (12). Calciobiotic Root Canal Sealer (CRCS) es un cemento sellador de ZOE con Ca(OH)_2 que forma parte del sistema Sealapex (SybronEndo) de catalizador/base. La base contiene ZOE, Ca(OH)_2 , butilbenceno, sulfonamida y estearato de cinc. El catalizador contiene sulfato de bario y dióxido de titanio como sustancias radiopacas, además de resina, isobutil salicilato y aerosol R. Apexit y Apexit Plus (Ivoclar Vivadent) constan de un activador (disalicilato, hidróxido de bismuto/carbonato de bismuto y obturadores) y una base que contiene Ca(OH)_2 , colofonio hidratado y obturadores (4). Hovland y Dumsha, realizaron un estudio comparando varias marcas de cementos a base de ZOE (Sealapex, Procosol y Tubliseal) y no encontraron cambios significativos de filtración al conducto, lo que si encontraron que cuando no se utilizaba ninguno de estos cementos selladores y solo obturaban con gutapercha había una mayor filtración dentro del conducto (12).

2.1.3. Selladores a base de resinas plásticas.

Los selladores de resina tienen una larga historia de uso, proporcionan adhesión y no contienen eugenol. Hay dos categorías principales: resina epóxica y resina de metacrilato (13).

2.1.3.1. Selladores de resina epóxica

El AH-26 es una resina epoxi de fraguado lento que libera formaldehído al fraguar. El AH Plus es una fórmula modificada del AH-26 que no libera formaldehído. Las propiedades de sellado del AH-26 y AH Plus parecen ser comparables (5).

2.1.3.1.1. AH Plus

El AH Plus es una resina epoxi-bis-fenol en dos tubos. El tubo de pasta epóxido contiene un diepóxido (bisfenol A diglicidil éter) y rellenos como ingredientes principales, mientras que el tubo de pasta de amina contiene una monoamina primaria, una diamina secundaria, aceite de silicona y rellenos como ingredientes principales. Tiene un tiempo de trabajo de unas 4 horas (13,14).

2.1.3.1.2. AH Plus® Jet

Mientras que el sellador AH Plus Jet ofrece mayor eficiencia y precisión, el sellador está precargado a su fórmula probada y patentada (Figura 4). Consigue todas las propiedades, comenzando con la excelente biocompatibilidad, haciendo una solución viable a los problemas postoperatorios tales como sensibilidad e inflamación periapical. Además, su baja solubilidad hace resistente a la desintegración con el tiempo. Y su contracción mínima reduce el espacio entre el sellador y la pared del conducto. En caso de necesidad de remoción, las propiedades termoplastificantes del sellador facilitan la tarea, ya sea con productos químicos o con instrumentos rotatorios. Lograr un excelente sellado con la fórmula probada de confianza de los endodoncistas es más eficiente con el sellador AH Plus Jet. Su innovador sistema de dispensado, elimina la necesidad de mezcla manual antes de su uso, al tiempo que permite una colocación directa y precisa en el conducto que en una loseta de mezcla tradicional. Utilizando la fórmula probada de sellador AH Plus a base de resina, el sellador AH Plus® Jet presenta una innovadora jeringa de doble salida que mezcla de forma automática y precisa la fórmula de pasta a pasta en la proporción necesaria de 1:1. No se requiere mezcla manual ni asistencia. Simplemente oprime el émbolo de la jeringa,

II. INTRODUCCIÓN

dando una mezcla controlada y homogénea y la confianza de saber qué es exactamente lo correcto (15).



Figura 4. Cemento AH Plus Jet.

En la figura se observa el cemento AH plus Jet con la presentación en jeringa de auto-mezcla que permite un procedimiento más preciso, rápido y cómodo. De la casa comercial Densply (16).

2.1.3.2. Selladores de resina de metacrilato

Se han desarrollado cuatro generaciones de selladores de conductos radiculares a base de resina de metacrilato para uso comercial. La primera generación de material a base de resina de metacrilato hidrófilo (Hydron; Hydron Technologies, Inc., Pompano Beach, FL, EE. UU.) fue diseñado para obturaciones en masa, y apareció a mediados de la década de 1970 cuando los fundamentos científicos detrás de la adhesión de dentina estaban en su etapa inicial de desarrollo. El componente principal de Hydron era polimetacrilato-2-hidroxietilo, que se inyectó en un conducto radicular y polimerizado *in situ* dentro del conducto radicular sin el adyuvante uso de un material de obturación de núcleo. Hydron se volvió obsoleto en la década de 1980 como los resultados clínicos posteriores fueron inaceptables tras la comercialización de autoimprimantes, autograbantes y autoadhesivos, tecnologías de cemento de resina en odontología restauradora, funcionalmente análogas, los selladores de conductos radiculares a base de resina de metacrilato de baja viscosidad se han utilizado desde

II. INTRODUCCIÓN

entonces disponible para su uso en endodoncia. Este tipo de selladores de conductos radiculares adheribles han sido altamente promovidos con la propiedad deseable de crear monobloques dentro del espacio del conducto radicular. El término monobloque se refiere al escenario idealizado en el que el espacio del conducto se llena perfectamente con una masa sólida sin espacios que consta de diferentes materiales e interfaces, con las supuestas ventajas de mejorar simultáneamente el sellado y la resistencia a la fractura de un conducto radicular obturado (13,17).

La segunda generación de selladores adheribles no deja marcas y es hidrofílica en naturaleza y no requiere el uso coadyuvante de un adhesivo dentinario. Está diseñado para fluir hacia los conductos accesorios y los túbulos dentinarios para facilitar la resina formación de barreras para retención y sellado después de la eliminación de la capa de barrillo dentinario con hipoclorito de sodio (NaOCl) y ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). EndoREZ (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EE. UU.) Es un sellador de metacrilato hidrófilo radiopaco de curado dual que contiene dimetacrilato de diuretano no ácido. La adición de trietilenglicol. dimetacrilato a la composición del sellador lo hace hidrófilo, de modo que puede ser utilizado en el ambiente húmedo del conducto radicular y suele ser muy efectivo en la penetración los túbulos dentinarios y formando largas barreras de resina (18).

Se encontró que el cemento sella mejor cuando se aplica sobre dentina intrarradicular ligeramente húmeda. Se recomienda el uso de EndoREZ con un cono GP convencional o puntas EndoREZ específicas que están recubiertos de resina GP.

Un estudio clínico retrospectivo y radiográfico realizado por Zmener, y cols. en 2012 que evaluó el resultado del tratamiento a 10 años de una visita tratamiento de conductos radiculares no quirúrgico utilizando GP y el sellador EndoREZ informó acumulativo probabilidad de éxito del 92.1% después de 10 años, los autores concluyeron que EndoREZ puede recomendarse como alternativa a otros selladores de conductos radiculares (19). Desafortunadamente, no se utilizó ningún sellador de conducto radicular adicional en ese estudio para compararlo (19).

II. INTRODUCCIÓN

Se han introducido cementos de resina (cuarta generación) a la odontología restauradora, para simplificar los procedimientos de unión. Estuvieron disponibles comercialmente inmediatamente después de la introducción de los sistemas de cemento de resina de tercera generación. Los selladores autograbantes contienen una imprimación autograbante y una resina de curado dual. Sellador de conducto radicular compuesto. El uso de imprimaciones autograbantes reintrodujo el concepto de incorporación de capas de barrillo dentinario creadas por instrumentos manuales / rotatorios a lo largo de la interfaz sellador-dentina. Se aplica una imprimación ácida a la dentina superficial que penetra a través del barrillo dentinario y desmineraliza la dentina superficial el primer ácido se seca con aire para eliminar el vehículo volátil, luego un sellador compuesto de resina fluida de relleno moderado de curado dual aplicado y polimerizado. Siempre que estos materiales sean lo suficientemente agresivos para grabar a través de barrillo dentinario, la sensibilidad de la técnica de la unión al conducto radicular puede reducirse cuando las capas de barrillo se retienen inadvertidamente en el tercio apical de las paredes del conducto instrumentado (13).

Los selladores a base de resina de metacrilato de tercera generación que incorporan el uso de imprimaciones autograbantes se popularizó tras la introducción de Resilon (Resilon Research LLC, Madison, CT, EE. UU.), un dimetacrilato que contiene material de obturación de conducto termoplástico a base de policaprolactona. Resilon se ha eliminado del mercado y ya no está disponible. Los selladores a base de resina de metacrilato de cuarta generación (por ejemplo, MetaSEAL, Parkell Inc., RealSeal SE, SybronEndo) es funcionalmente análoga a una similar clase de cementos de cementación de resina autoadhesiva introducidos recientemente en el sentido de que han eliminado aún más el paso separado de grabado / resina ácida. La combinación de un grabador, una imprimación y un sellador autoadhesivo autograbable, todo en uno, es ventajoso porque reduce el tiempo de aplicación, así como los errores que pueden ocurrir durante cada paso de unión. MetaSEAL es la cuarta generación disponible comercialmente de autoadhesivo dual-curable (13,20).

2.1.4. Selladores a base de Ionómero de vidrio.

Los cementos de ionómero de vidrio (GIC, por sus siglas en inglés) se introdujeron por primera vez en odontología en 1975 y desde entonces se han utilizado en una amplia gama de aplicaciones clínicas. Los GIC convencionales se dispensan en forma de polvo con su propio líquido. El polvo está formado por vidrio de fluoro-aluminosilicato, mientras que el líquido es una solución acuosa de un ácido polialquenoico, como ácido poliacrílico, aunque en formulaciones posteriores, el ácido puede añadirse al polvo en forma de polímero seco, el estroncio se ha agregado en algunos GIC comerciales, como GC Fuji IXGP (GC Corporation, Tokio, Japón), para sustituir el calcio debido a su propiedades radiopacas. Esta sustitución no tiene ningun efecto sobre los productos de fraguado del cemento y de su capacidad de remineralización (21).

Los GIC se han aconsejado para la obturación debido a sus propiedades de adhesión a la dentina. El Ketac-Endo (3M Espe, Minneapolis, MN) permite la adhesión entre el material y la pared del conducto. También es difícil tratar adecuadamente las paredes dentinarias en el tercio medio y apical con agentes adhesivos preparados, para poder recibir el sellador de ionómero de vidrio. Un inconveniente de los ionómeros de vidrio se refiere a su eliminación en caso de ser necesario repetir el tratamiento. Este cemento sellador tiene una actividad antimicrobiana mínima (4).

El mecanismo de adhesión del sellador Ketac-Endo es análogo al sellador de Grossman, o se produce a través de enlaces químicos, el líquido consiste principalmente en un ácido orgánico, su función es atacar las partículas de vidrio-calcio y silicato-fluoruro de aluminio (disolubles en ácido) que constituyen el polvo, en la reacción de fraguado, los radicales carboxilo del enlace ácido a los iones calcio del sellador y al calcio presente en la superficie dentinaria, adhiriéndose así a la superficie dentinaria a través de enlaces químicos, ambos iones de calcio fueron quelados por radicales carboxilo presentados en el sellador, por lo tanto, el sellador de ionómero de vidrio solo se adhiere químicamente a la dentina, por lo que la acción del EDTA-C sobre la dentina no mejora la adhesión de este sellador (22).

2.1.5. Selladores de silicona

RoekoSeal (Coltène/Whaledent) es un polivinilsiloxano que se expande ligeramente al fraguar. GuttaFlow (Coltène/Whaledent) es una matriz fluida que es triturada. Consiste en gutapercha añadida a RoekoSeal. Se suministra en cápsulas para trituración. La técnica consiste en inyectar el material en el conducto y colocar un cono maestro. Tiene un tiempo de trabajo de 15 min y polimeriza en 25-30 min (4). GuttaFlow 2, es la nueva formulación que consta de similares componentes pero en proporciones alteradas. Además, GuttaFlow 2 se proporciona en forma de automezcla destinada a mejorar la consistencia de la mezcla y la facilidad de uso. Estudios previos de GuttaFlow han mostrado perfiles de toxicidad bajos en comparación con otros selladores tanto in vitro como in vivo (23). Los sistemas de obturación del conducto radicular a base de silicona mostraron ventajas en cuanto a manejabilidad y aplicación clínica. Sin embargo, es un sellador ideal del conducto radicular que ejerce efectos / interacciones positivas con el tejido dentinario hidratado adyacente, al sellar conductos amplios y abiertos con abundante humedad (24). Las pruebas sugieren que el material llena las irregularidades del conducto con constancia y es biocompatible (4,6).

2.1.6. Selladores Biocerámicos

El sellador Bioceramic (BC) está compuesto de óxido de zinc, silicatos cálcicos, fosfato cálcico monobásico, Ca(OH)_2 y varios agentes obturadores y espesantes. Se distribuye en una jeringa premezclada con puntas intraconducto calibradas. Como sellador hidrofílico utiliza la humedad del conducto para completar la reacción de fraguado y no se contrae al fraguar. Es biocompatible y tiene propiedades antimicrobianas durante la reacción de fraguado. El fabricante propone colocar el sellador del tercio coronal a la mitad del conducto y luego asentar el cono maestro de gutapercha (4).

Cementos a base de una composición de calcio y silicato como agregado de trióxido mineral, se han introducido en la odontología durante las últimas 2 décadas y están bien establecidos debido a su excelente capacidad de sellado y biocompatibilidad, estos

II. INTRODUCCIÓN

cementos se utilizan para muchas aplicaciones clínicas como recubrimiento pulpar en dientes temporales y permanentes, obturación de conducto radicular, reparación de perforaciones y tapón apical para dientes con ápices inmaduros o abiertos. Selladores endodónticos a base de silicato de calcio se han introducido durante los últimos años. Se presenta el primer sellador endodóntico de esta nueva clase en 2007 fue iRoot SP (Innovative Bioceramix) que se asoció con el atributo "biocerámico". Desde entonces, otros productos a base de silicatos de calcio se introdujeron y se han propuesto diferentes clasificaciones para delimitar esta nueva clase de selladores endodónticos de selladores convencionales. Biocerámico es un término introducido para un importante subconjunto de biomateriales e incluye materiales que se pueden clasificar como bioinerte, bioactivo o biodegradable según la interacción con los tejidos circundantes. Los biocerámicos se pueden implantar en el cuerpo sin causar una reacción de cuerpo extraño y son composiciones de alúmina y circonio, vidrio bioactivo, vitrocerámica, silicatos de calcio, hidroxiapatita, y fosfatos de calcio. IRoot SP está principalmente compuesto de silicatos dicálcicos y tricálcicos y, por lo tanto, se puede clasificar como biocerámico. Como se ve a continuación, la reacción de fraguado de los silicatos de calcio da como resultado la precipitación de fosfato de calcio, que puede estimular bioactividad y crecimiento de tejidos después del contacto (25).

No obstante, la biocerámica es un campo amplio en la medicina y los cementos de calcio o selladores a base de silicato solo muestran un pequeño subconjunto de biocerámicos, ya que los biocerámicos se pueden dividir en bioinerte, bioactivo y biodegradable. Los silicatos de calcio pertenecen principalmente a biocerámicos bioactivos ya que estos son duraderos, los materiales pueden sufrir interacciones en las interfaces con el tejido circundante. Desafortunadamente, el término "biocerámico" no delimita los selladores a base de silicatos de calcio de otros biocerámicos bioactivos u otros tipos de materiales biocerámicos como selladores a base de fosfato de calcio, debido a la reacción hidráulica del fraguado, lo que significa que el silicato de calcio fragua al reaccionar con el agua proporcionada por los fluidos tisulares y luego es estable en agua o condiciones húmedas, los selladores a base de silicato de calcio también se han anunciado como selladores hidráulicos. Las propiedades biológicas de

II. INTRODUCCIÓN

los silicatos de calcio dependen de la formación de hidróxido de calcio como subproducto de esta reacción de hidratación. Por lo tanto, el término "hidráulico" es no con la suficiente precisión para describir los selladores basados en silicato de calcio como una ligera solubilidad en agua de estos es una de las principales preocupaciones de dicha clasificación (25).

Los selladores a base de silicato tricálcico introducido por Torabinejad en la década de 1990, el agregado de trióxido mineral (MTA, por sus siglas en inglés) es un cemento cerámico basado en polvos hidráulicos de silicato tricálcico y silicato dicálcico. Estos polvos cerámicos son las mismas fases cerámicas presentes en el cemento Portland, pero los productos dentales son polvos más puros y finos e incluyen excipientes radiopacos. Los cementos de silicato de calcio y el hidróxido de calcio son bioactivos; es decir, ambas cerámicas liberan iones calcio e hidróxido. Los iones inducen la formación de hidroxiapatita en su superficie cuando están presentes fluidos corporales o fluidos corporales sintéticos. ProRoot MTA Grey (Dentsply Sirona) fue el producto MTA original, comercializado desde 1997, pero solo se usó como material de o reparación de perforación radicular, no como sellador. El pH alto hace que el fosfato en los fluidos corporales precipite hidroxiapatita en la superficie. Los selladores a base de silicato tricálcico han reportado que causa la deposición de cristales similares a la apatita en los tercios apical y medio de las paredes del conducto. Si bien ProRoot MTA no es adecuado como sellador endodóntico, NeoMTA Plus (NuSmile Avalon Biomed, Houston, TX, EE. UU.) está indicada para el sellado. Ya que la introducción del producto MTA Plus, y otros selladores de silicato tricálcico comerciales en polvo se han introducido: BioRoot RCS (Septodont) y Endo CPM Sellador (EGEO, Buenos Aires, Argentina). Los selladores a base de silicato tricálcico de pasta única están ganando popularidad en la práctica clínica porque son fáciles de usar, a pesar de su alto costo. IRoot SP (Innovative Bioceramix), EndoSequence BC (Brasseler), Total Fill BC (FKG) y Edge Endo Sealer (Edge) son el mismo sellador, comercializado bajo diferentes marcas. Los cuatro materiales son del mismo fabricante (Innovative Bioceramix). El mecanismo de fraguado de los selladores a base de silicato tricálcico es la absorción de agua de túbulos dentinarios, con la formación concomitante de

II. INTRODUCCIÓN

hidroxiapatita en la superficie dentro de los conductos. EndoSequence BC Sealer es utilizado con una técnica de un solo cono, una opción viable para obturación en otros selladores de pasta única que contienen silicato tricálcico y líquidos orgánicos van apareciendo: CeraSeal (Meta Biomed), Endoseal MTA y Bio-C Sealer (Ángelus).

Se conocen tres sistemas líquidos de polvo de silicato tricálcico: NeoMTA Plus, BioRoot RCS y Endo CPM. Algunas empresas han comercializado materiales de silicato tricálcico como "biocerámicos" o "biosilicatos", pero estos términos son demasiado generales ya que muchos materiales dentales son biocerámicas. Los materiales de silicato tricálcico son distinguidos por su bioactividad; es decir, su capacidad para formar hidroxiapatita en su superficie y un efecto osteogénico (11). Algunos otros selladores disponibles en el mercado contienen silicatos de calcio incrustados en diferentes matrices. Matrices como siliconas (GuttaFlow BioSeal, Coltène Whaledent), resinas (Smartpaste Bio) o salicilatos de calcio (MTA Fillapex, Angelus) (25).

2.1.6.2. *BIO-C® SEALER*

BIO-C® SEALER es un cemento endodóntico biocerámico listo para su uso. Además de los beneficios de la formulación biocerámica como inducción de regeneración tisular, acción bactericida e inhibición de la infiltración bacteriana, presenta una gran ventaja con relación a los cementos obturadores tradicionales, no exigiendo manipulación (Figura 5). La presentación lista para uso facilita la aplicación en el conducto, simplificando este procedimiento con gran ahorro de tiempo. La jeringa de BIO-C® SEALER ha sido especialmente desarrollada para almacenar adecuadamente un material con característica biocerámica, no permitiendo el contacto del material con la humedad del ambiente. La cantidad en cada jeringa también es una característica importante, minimizando el riesgo del endurecimiento del material dentro de la jeringa durante los usos subsiguientes. Las puntas aplicadoras permiten llevar el material hasta la región más apical del conducto, y pueden ser autoclavadas antes del uso. El uso de BIO-C® SEALER en los procedimientos de obturación ha mostrado excelentes resultados. Además del sellado físico proporcionado por la expansión del cemento,

II. INTRODUCCIÓN

promueve un sellado biológico por la formación de una capa intermedia de mineralización. En casos de reabsorción interna no comunicante, el elevado pH del BIO-C® SEALER neutraliza la acidez del medio, impidiendo la progresión de la reabsorción. Composición silicato tricálcico (C₃S), silicato dicálcico (C₂S), aluminato tricálcico, óxido de calcio, óxido de zirconio, óxido de silicio, polietilenglicol, óxido de hierro. su tiempo de fraguado es 240 min (26).

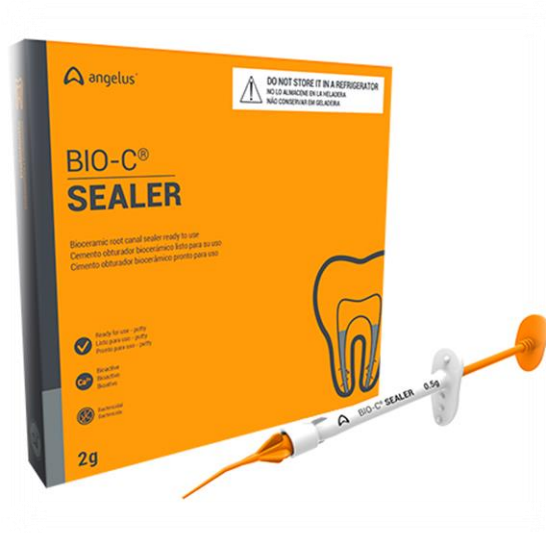


Figura 5. Cemento BIO-C® SEALER

En la figura se observa la presentación comercial del cemento sellador BIO-C® SEALER de la casa comercial Angelus (26).

2.2. TÉCNICAS DE OBTURACIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES

En la literatura se pueden encontrar diversas técnicas y sistemas para la obturación de conductos radiculares. Todos estos recursos se desarrollaron con el propósito de obturar tridimensionalmente la rica y compleja morfología interna de los conductos, que deberá ser perfectamente sellada (5).

2.2.1. Técnica de compactación lateral

Durante mucho tiempo la condensación lateral de gutapercha fría con sellador ha sido el referente con el cual se comparan otros métodos de obturación del conducto radicular (27). La compactación lateral es un método común de obturación. La técnica se puede usar en la mayoría de las situaciones clínicas y proporciona control de la longitud durante la compactación. Un inconveniente de esta técnica es que no permite rellenar las irregularidades del conducto tan bien como con la compactación vertical caliente. Esta técnica consiste en aplicar una base de sellador en el conducto (el procedimiento se puede aplicar con cualesquiera de los cementos selladores aceptados) y una punta de gutapercha principal, medida y adaptada, que a su vez se condensa lateralmente con un espaciador ahusado, para dar cabida a puntas accesorias adicionales. Después de la preparación del conducto se selecciona un cono estandarizado que tenga un diámetro acorde a la lima más grande usada en el conducto hasta la longitud de trabajo. En general, los conos estandarizados tienen menor conicidad que los convencionales, y permiten una penetración más profunda del espaciador. Una alternativa consiste en adaptar un cono convencional de conicidad apropiada cortando progresivamente pequeñas porciones de la punta. Este “cono maestro” se mide y se sujeta con unas pinzas de forma que la distancia desde la punta del cono hasta las pinzas sea igual a la longitud preparada. Se puede marcar un punto de referencia en el conducto, pinzándolo. El cono se coloca en el conducto y, si se selecciona un tamaño apropiado, se notará resistencia al desplazamiento o retroceso (*tug back*). Si el cono está suelto se puede adaptar cortando porciones de 1 mm en la punta. Si no se consigue que el cono maestro entre hasta la longitud preparada, se puede seleccionar un cono más pequeño. Existen dispositivos que cortan los conos con precisión a una longitud predeterminada. Cuando el cono se extiende más allá de la longitud preparada se debe adaptar un cono más grande, o el cono existente será acortado hasta que se note resistencia al desplazamiento en la longitud de trabajo corregida (5). El espaciador se selecciona de acuerdo con el tamaño, curvatura y longitud del conducto y debe llegar apicalmente en torno a 1 mm de la longitud de trabajo para garantizar la calidad de la obturación. Las puntas accesorias deben ser

introducidas hasta que el espaciador no pueda penetrar más de 2-3 mm en el conducto radicular. La masa final de puntas se corta a nivel del orificio coronario, con un instrumento caliente, y se efectúa la condensación vertical final para proporcionar un sellado más eficaz (28,29).

2.2.2. Compactación vertical caliente

Schilder introdujo la compactación vertical caliente como un método para rellenar el espacio radicular en tres dimensiones. Los requisitos de preparación para esta técnica incluyen obtención de un conducto en embudo con conicidad progresiva y mantener el foramen apical lo más pequeño posible. La técnica conlleva la adaptación de un cono maestro más corto que la longitud de trabajo (0.5 a 2 mm) con resistencia al desplazamiento, de ese modo se asegura que el diámetro del cono es mayor que el del conducto preparado. Son preferibles los conos convencionales que reproducen íntimamente la conicidad del conducto, puesto que permiten el desarrollo de presión hidráulica durante la compactación. Después de la adaptación del cono maestro, se extrae y se aplica cemento sellador. El cono se coloca en el conducto y se elimina la porción coronal. Se aplica calor con un espaciador o condensador caliente, que elimina porciones de la gutapercha coronal y reblandece el material que permanece en el conducto. El Touch 'n Heat (SybronEndo) El DownPak (El/Hu-Friedy, Chicago, IL) y System B (SybronEndo) son una alternativa para la aplicación de calor con un instrumento calentado a la llama, debido a que permite controlar la temperatura. Se inserta un condensador en el conducto y se condensa la gutapercha, forzando el material plastificado en sentido apical. El proceso se repite hasta que se ha rellenado la porción apical. El espacio del conducto coronal se llena en sentido retrógrado con trozos pequeños de gutapercha (5).

El método seccional consiste en colocar secciones de 3 a 4 mm de gutapercha del tamaño aproximado del conducto en el interior de la raíz, aplicar calor y condensar la masa con un condensador. Las ventajas de la compactación vertical caliente incluyen el relleno de las irregularidades del conducto y de los conductos accesorios. Los inconvenientes consisten en un ligero riesgo de fractura radicular vertical, debido a las

fuerzas de compactación, el control menor que con la compactación lateral, y el peligro de extrusión de material hacia los tejidos perirradiculares. La compactación vertical en caliente es difícil en conductos curvos, donde los condensadores rígidos no pueden penetrar hasta la profundidad necesaria. Para compensar el hecho de que los instrumentos rígidos penetren hasta 4 a 5 mm del ápice, los conductos deben ser agrandados, con una forma más cónica, en comparación con la técnica de compactación lateral. La eliminación excesiva de estructura dental debilita la raíz (5).

2.2.3 Técnica de compactación con ola continua

Una variación de la compactación vertical en caliente es la técnica de compactación con ola continua. El uso progresivo de técnicas de preparación rotatorias con instrumentos de NiTi, y la fabricación de conos estandarizados para limas de mayor conicidad, han hecho que un número mayor de clínicos usen las técnicas termoplásticas. La fabricación de conos que se ajustan a la preparación cónica permite la aplicación de mayor fuerza hidráulica durante la compactación, cuando se usan atacadores con conicidad apropiada. La técnica de compactación con ola continua emplea un transportador de calor eléctrico, la unidad System B, y atacadores de acero inoxidable con conicidades de 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 y 0.12, con un diámetro de la punta de 0.5 mm. El atacador con conicidad # 0.06 es similar al cono de gutapercha convencional fino, el atacador # 0.08 es similar al cono fino-mediano, el atacador # 0.10 es similar al cono mediano y el atacador # 0.12 es similar al cono mediano-grande. Los atacadores coinciden con los instrumentos GT Profile (DENTSPLY Tulsa Dental Specialties) y también existen conos de gutapercha Autofit (SybronEndo).

La fuente de calor eléctrica permite un programa variable de temperaturas. La temperatura recomendada para la unidad System B es de 200 °C. Un estudio realizado por Sweatman en 2001, evaluó los cambios de las temperaturas interna y externa con la unidad System B, con varios programas de temperatura de 200, 250 y 300 °C. Los autores señalaron que la temperatura externa nunca superó el aumento crítico de 10 °C con cualquier programa de temperatura o tipo de punta utilizada (30).

II. INTRODUCCIÓN

La unidad System B se ajusta a 200 °C en el modo *touch (contacto)*. El atacador se inserta en el orificio del conducto y se activa para eliminar el exceso de material coronal. La compactación se inicia colocando el atacador frío contra la gutapercha en el orificio del conducto. Se aplica presión firme y al activar el dispositivo se aplica también calor. El atacador se introduce con rapidez (1 a 2 s) hasta quedar a 3 mm del punto de encaje en el conducto. Se inactiva el calor mientras se mantiene la presión firme sobre el atacador durante 5 a 10 s. Una vez se ha enfriado la masa de gutapercha, la aplicación de calor durante 1 s. permite separar el atacador, que se extrae. Los atacadores están diseñados para calentar desde la punta hasta el vástago, lo que disminuye el riesgo de desalojar la masa compactada y evita una segunda aplicación de calor al material (5).

La confirmación de que la masa apical se encuentra todavía en el conducto se puede conseguir con atacadores manuales. Se fabrican dos instrumentos manuales con diámetros de punta de 0.4 y 0.9 mm, y 0.7 y 1.4 mm. Debe señalarse que en la técnica de onda continua, la fuente de calor se coloca sólo a 5-7 mm de la punta de la gutapercha; la porción apical de gutapercha sigue una técnica de cono individual porque no se transfiere calor en los 2-5 mm apicales de la gutapercha. En los conductos ovales, cuya configuración puede impedir la generación de fuerzas hidráulicas, se puede colocar un cono accesorio a lo largo del cono maestro antes de la compactación. En los conductos tipo II, los conos maestros se colocan en ambos conductos antes de la compactación. Se usa un atacador manual para estabilizar el cono en un conducto mientras se está obturando el otro. El espacio dejado por el atacador se puede rellenar con una técnica de inyección termoplástica (5).

2.2.4. Gutapercha basada en un transportador

En 1978, Johnson presentó un nuevo sistema de obturación consistente en unas limas de acero inoxidable recubiertas por gutapercha termoplastificada. Años más tarde se comercializaron con el nombre de Thermafil (Tulsa). Consistían en un vástago de acero inoxidable, titanio o plástico recubierto de gutapercha. La conicidad inicial era del 2%. En la actualidad, los obturadores que presentan el vástago de plástico flexible

II. INTRODUCCIÓN

poseen una conicidad del 4% (GuttaCore, Thermafil), lo mismo que otro producto similar, Soft-Core (SybronEndo), para obturar conductos preparados mediante técnicas de rotación horaria continua. Ambos vienen acompañados de un verificador del calibre apical, de las mismas dimensiones que el vástago. Este no se constituye en el material núcleo de la obturación; es un simple transportador de la gutapercha (31).

La técnica es sencilla y rápida, el procedimiento se describe a continuación (31):

1. Verificar, mediante el calibrador, el diámetro apical, lo que permite seleccionar el obturador adecuado.
2. Introducir el sellador en el conducto mediante una lima.
3. Plastificar la gutapercha del obturador en un calentador.
4. Introducir el obturador, con el tope de silicona ajustado a la longitud de trabajo, hasta alcanzar la constricción apical.
5. Seccionar el vástago del obturador, mediante instrumental rotatorio, a unos 2 mm por encima de la cámara pulpar, para facilitar la remoción del material de obturación si fuera necesario (31).

2.2.5. Técnica de cono único

Con la introducción de la técnica de preparación estandarizada se popularizó el método de relleno del conducto radicular con una sola punta de gutapercha, que abarcara la longitud total del conducto, asociada a un sellador. La teoría que sustentaba el uso de esta técnica era sencilla y atractiva. Se preparaba el conducto, dándole una forma redonda de tamaño estándar, mediante ensanchadores y, a continuación, se obtura con una punta de gutapercha de diámetro equivalente. Sin embargo, se pudo observar que pocas veces se conseguía una preparación totalmente redonda, principalmente en conductos curvos (32). Además, se necesitan cantidades sustanciales de sellador para rellenar las grietas del conducto radicular y eso daría

como resultado mayor filtración. No obstante, actualmente con la introducción de nuevas técnicas de preparación rotatoria y nuevos materiales para el sellado radicular, esa técnica es nuevamente preconizada como una alternativa para la obturación de conductos en el tratamiento (33). En una revisión de literatura Pereira y cols. concluyeron que la técnica cono único muestra como ventajas la posibilidad de una obturación más rápida del tratamiento endodóntico; Sin embargo, en cuanto a aspectos como la calidad de obturación, la infiltración marginal apical y la penetración bacteriana, los estudios demostraron que la técnica es similar o inferior a las otras técnicas (34). Somma y cols. en 2011 compararon tres técnicas de obturación: técnica de cono único, técnica de obturación con Thermafil, y técnica de onda continua, utilizando en todos los grupos el cemento AH Plus, y obtuvieron como resultados y conclusiones que no hubo ninguna diferencia entre las tres diferentes técnicas de obturación en términos de la capacidad de llenado del conducto radicular y la distribución de espacios vacíos, y que la técnica de cono único fue más eficaz en conductos redondos y estrechos (35). En 2012 Suzan Abdul cols. en un estudio *in vitro* de prueba de resistencia de adhesión de dos tipos de cementos, utilizando una técnica de cono único, concluyeron que los cementos selladores a base de silicato de calcio pueden mostrar menos resistencia al desprendimiento que un cemento a base de resina epoxi (36).

2.2.6. Técnica de cono único activada con ultrasonido (técnica de cono único modificada)

Es una modificación a la técnica de cono único, la vibración minimiza los defectos al producir una serie de impulsos de compresión rápidos que reducen la fricción superficial entre las partículas de cemento que permiten que el cemento se sostenga en una condición ideal. Sobre la base de estos principios, se aplica la vibración ultrasónica al sellador a través de un cono maestro de gutapercha, y se obtiene una mejor calidad de llenado, lo que produce menos vacíos en la masa del sellador. La distribución indirecta del sellador por ultrasonidos puede conducir a una menor sobreextensión del sellador del foramen apical en comparación con la aplicación directa de energía ultrasónica. Para la técnica, se conecta una punta ultrasónica a un

II. INTRODUCCIÓN

dispositivo ultrasónico, que se establece en el modo 2 de escariador (es decir, la potencia moderada del dispositivo), también se puede utilizar otros dispositivos para su activación, el doctor Kim y cols. utilizaron para su estudio una punta ultrasónica (StartX #3, Dentsply-Maillefer) que se conecta a un dispositivo ultrasónico (P-5 Newtron XS; Satelec, Mount Laurel, NJ), establecida en nivel #8 en el código amarillo (es decir, indicado como adecuado para endodoncia por el fabricante). Después de colocar el sellador en el conducto con un léntulo, se aplica vibración ultrasónica a unas pinzas de curación que sostiene el cono F3 GP a 18 mm de la punta, el cono recubierto con el sellador se inserta lentamente en la longitud de trabajo durante la activación ultrasónica continua (Figura 6). El tiempo de aplicación ultrasónica durante la colocación del cono de gutapercha es de 2 a 3 s. (37,38).

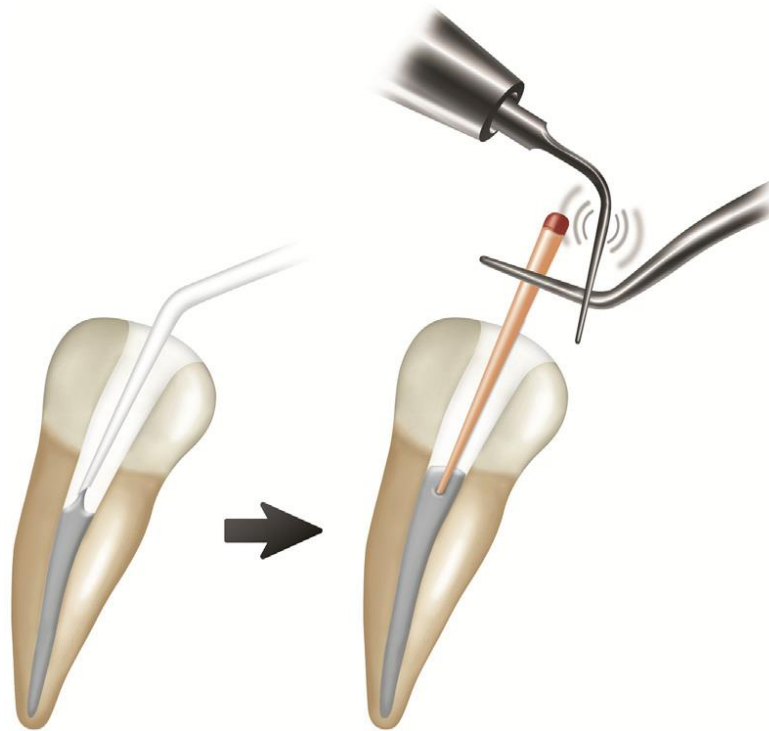


Figura 6. Activación de cono de gutapercha mediada por ultrasonido

En la figura se puede observar el llenado de cemento sellador del conducto y la activación del cono de gutapercha mediado con una punta de ultrasonido y unas pinzas de curación, con la técnica de obturación de cono único (38).

2.3. MICROFILTRACIÓN DE FLUIDOS, BACTERIAS Y SUSTANCIAS CONDUCTOS RADICULARES

El proceso de microfiltración consiste en el paso de fluidos, bacterias y sustancias a través de la obturación radicular. Como resultado de la presencia de espacios vacíos en el seno de los materiales de sellado y/o en las interfaces entre ellos o con las paredes del conducto. Los espacios se originan por una adaptación deficiente de los materiales, por la solubilidad del cemento sellador, o por la contracción del relleno radicular durante la reacción de fraguado. La calidad del sellado apical ha sido motivo de numerosas investigaciones por su implicación en la formación de nichos de proliferación bacteriana que son fuente de irritación de los tejidos de perirradiculares del diente, principalmente en la región apical (39).

2.3.1. Microfiltración apical

La microfiltración apical es el resultado de la presencia de espacios entre el material de obturación principal (gutapercha) y el cemento sellador (según la técnica de obturación) a lo largo del sistema de conducto, lo cual llevará, con el paso del tiempo y con ayuda de una restauración deficiente, al fracaso del tratamiento de conductos (13).

2.4. MÉTODOS PARA EVALUAR LA MICROFILTRACIÓN Y CALIDAD DE SELLADO DE LA OBTURACIÓN

Dentro de los métodos de laboratorio para la identificación de microfiltración se encuentran: colorantes, glucosa, trazadores de radioisótopos, transporte de líquidos y bacterias (40). La complejidad del tema ha dado lugar a un número reducido de artículos sobre "obturación y microfiltración"; sin embargo, es importante obtener un sellado hermético en conductos radiculares obturados y es necesario realizar estudios clínicos o de laboratorio para evaluar la de los materiales endodónticos. La combinación de todas las tecnologías innovadoras ha permitido a los médicos prestar la mejor atención disponible y lograr los resultados más predecibles posibles. Por lo tanto, los clínicos deben adoptar estas tecnologías y utilizarlas de la manera más

predecible y eficiente posible. Es por ello que la prevención de microfiltraciones allana el camino para resultados endodónticos más predecibles y exitosos (41).

2.4.1. Prueba de movimiento de líquidos

La prueba de movimiento de líquidos se basa en el concepto que el movimiento de los fluidos puede ser detectado si el sistema de conducto radicular no se encuentra adecuadamente sellado, esto se mide con un tubo capilar que se llena con agua destilada y se forma una burbuja de aire. En el extremo libre del capilar se conecta un manómetro de mercurio con tubo de polietileno. Este método tiene como ventaja la cuantificación de la microfiltración y permite la repetición de la medida de cada espécimen, obteniendo mediciones de la microfiltración durante periodos de tiempo prolongados (40).

2.4.2. Prueba de penetración de colorante

Ha sido el método más utilizado debido a su sensibilidad, facilidad de uso y conveniencia, aunque su validez ha sido frecuentemente cuestionada por el posible efecto de atrapamiento de burbujas de aire en el interior del conducto que pudieran impedir el ingreso de las soluciones colorantes (42). Sin embargo, Masters y cols. (43), postularon que la naturaleza porosa de la dentina deja espacios suficientes para que el aire pueda ser desplazado por el tinte, ya que en su estudio en conductos obturados solamente con gutapercha, al igual que Dickson y cols. (44), no encontraron diferencias significativas en la penetración de tinte mediante la técnica de difusión pasiva y activa (al vacío). En esta prueba el diente se encuentra inmerso en una solución inerte y las mediciones cuantitativas se hacen según el grado de penetración retrógrada observado. Se han descrito diferentes enfoques para el acceso al conducto de la raíz para visualizar la penetración del colorante, incluyendo corte longitudinal con un disco de diamante, aclaramiento, y las técnicas de corte transversal (43,44). Los métodos de valoración de la penetración del tinte utilizan diferentes colorantes como el azul de metileno, la tinta china o la fucsina básica a diferentes porcentajes y en diferentes periodos de inmersión. Wu y Wesselink en una extensa revisión de la

II. INTRODUCCIÓN

literatura, valorando las metodologías empleadas para determinar la filtración apical y coronal, concluyeron que había una diversidad muy grande en las metodologías empleadas y en los resultados obtenidos (Figura 7). Sus recomendaciones para mejorar las variaciones metodológicas hacen referencia a un mayor control en la longitud de trabajo y en el conocimiento de anatomía de los conductos radiculares, el pH de la solución de identificación y el uso de soluciones de identificación (colorantes) con el menor peso molecular posible (45).

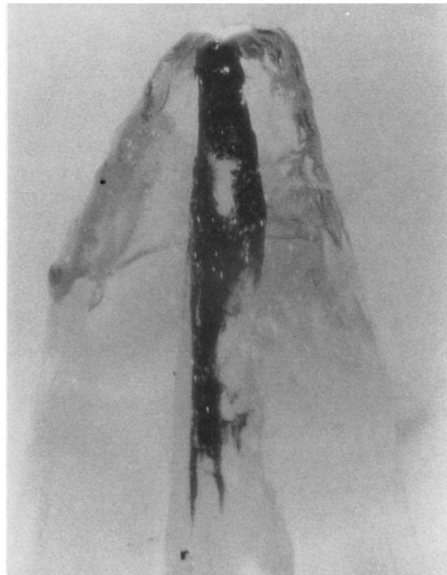


Figura 7. Prueba de microfiltración apical con tinta china.

En la figura se puede observar una microfiltración apical mediante la prueba de penetración de tinta china en un diente obturado con gutapercha y diafanizado (46).

2.4.3. Evaluación a través de imágenes de micro-CT

La imagen micro-CT se ha introducido tanto en la medicina como en la odontología, debido a que estas poseen una alta resolución a escala micrométrica o incluso manométrica y el método es aplicable tanto *in vivo* en animales pequeños como *in vitro*

II. INTRODUCCIÓN

para muestras de animales, biopsias de huesos humanos y muestras de dientes. Estudios previos en endodoncia han utilizado micro-TC para la evaluación de la anatomía del conducto radicular (Figura 8). La técnica de micro-CT permite investigar la calidad de las obturaciones de raíces utilizando una escala detallada sin destruir el objeto. Las imágenes de micro-CT pueden revelar varias áreas, istmos o fisuras inadecuadamente preparadas o insuficientemente obturadas en los conductos obturados (47).

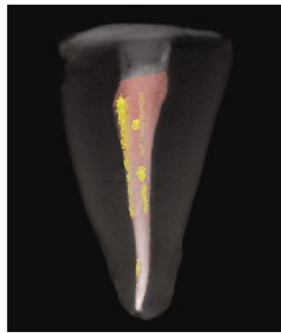


Figura 8. Imagen mediante micro-CT

En la figura se puede observar una imagen por micro-CT de la calidad de obturación de un conducto radicular obturado con gutapercha y cemento sellador.

2.4.4. Pruebas de microscopio

Esta prueba ha sido utilizada en numerosos estudios donde se observa la presencia de huecos entre el material de obturación y la pared dentinaria mediante la realización de un corte transversal siendo analizado a través de un microscopio estereoscópico (48).

El estudio de la microfiltración visto bajo el microscopio estéreo microscopio, nos proporciona ventajas para obtener unos resultados más precisos. Se necesita de un corte longitudinal o axial sobre la muestra para evaluar visualmente la adaptación del material a las paredes del conducto radicular, nos permite de una manera sencilla poder medir la cantidad o grado de filtración a través de una fotografía en magnificación, ventaja que no permite obtenerse con los otros métodos utilizados (49).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La obturación del sistema de conductos radiculares es la etapa final del tratamiento endodóntico, y es de gran importancia pues el éxito final del tratamiento está condicionado a ésta; sin embargo puede llegar a existir una filtración entre el material de obturación y las paredes del conducto que afectan de forma negativa el éxito del tratamiento endodóntico, por esta razón el éxito radica en que el material de obturación logre un buen sellado apical y llene en forma tridimensional todo el espacio del conducto. Para evitar estos problemas de llenado del sistema de conductos radiculares, se han descrito diversas técnicas de obturación para el tratamiento de conductos dentro de la literatura, y con esto surge la siguiente pregunta ¿Cuál técnica de obturación es mejor para evitar o minimizar los problemas de sellado de conductos radiculares? Son pocos los estudios en los cuales se haya estudiado la calidad de sellado tridimensional de la técnica de condensación de cono único activada con ultrasonido en comparación con la técnica de condensación de cono único convencional.

IV. JUSTIFICACIÓN

Los estudios sobre la capacidad de sellado en la obturación del conducto radicular con técnica de cono único en comparación con la técnica de cono único con activación ultrasónica, son muy pocos y no alcanzan conclusiones firmes que aboguen por una técnica o material que impida la microfiltración y espacios vacíos en la obturación. La inquietud por mejorar la calidad y hermeticidad de los tratamientos endodónticos ha llevado a la introducción de nuevas técnicas y cementos de obturación, los cuales deberían ser evaluados para comprobar el beneficio que aportan a los tratamientos de conductos radiculares. Por ello en presente estudio de investigación se compararon estas dos técnicas con dos tipos de cementos selladores. Y así obtener resultados concluyentes que orienten al clínico, a decidir que técnica y cemento de obturación utilizar para sus tratamientos de conductos que le permita realizar tratamientos más predecibles y exitosos.

V. HIPÓTESIS

5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La caracterización planteada en este trabajo de investigación nos permitirá identificar diferencias (si las hay) en la capacidad de sellado tridimensional del conducto radicular entre la técnica de obturación de cono único convencional y la técnica de cono único activada con ultrasonido.

5.2. HIPÓTESIS NULA (H0)

No habrá una diferencia significativa (con un nivel de confianza del 95%) al comparar la capacidad de sellado tridimensional del conducto radicular entre la técnica de obturación de cono único convencional y la técnica de cono único activada con ultrasonido.

5.3. HIPÓTESIS DE ALTERNATIVA (H1)

Existirá diferencia estadísticamente significativa (con un nivel de confianza del 95%) al comparar la capacidad de sellado tridimensional del conducto radicular entre la técnica de obturación de cono único convencional y la técnica de cono único activada con ultrasonido.

VI. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar la calidad de sellado tridimensional de los conductos radiculares obturados con las técnicas de obturación de cono único convencional y de cono único con activación ultrasónica, a través de microscopio estereoscópico.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar instrumentación y desinfección con el sistema Protaper Gold en 40 premolares unirradiculares extraídos.
2. Obturar los premolares con las técnicas de obturación de cono único convencional y con activación ultrasónica, empleando los cementos AH Plus Jet, y BIO-C® SEALER.
3. Realizar cortes axiales a los premolares obturados, en tres tercios (apical, medio y cervical).
4. Determinar el porcentaje de espacios vacíos dentro de los conductos radiculares obturados a través de microscopio estereoscópico.
5. Realizar análisis estadísticos de los resultados obtenidos.

VII. VARIABLES

7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

1. Tipo de técnica de obturación (técnica de cono único convencional y técnica de cono único con activación ultrasónica).
2. Tipo de cemento (AH Plus Jet y BIO-C® SEALER).
3. Tercio evaluado (apical, medio y cervical).

7.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Porcentaje del área de espacios vacíos del conducto radicular obturado.

7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES

Las diferentes técnicas de obturación se evaluaron mediante un ensayo *in vitro*. Se realizó instrumentación y desinfección de 40 premolares unirradiculares, posteriormente 20 de ellos fueron obturados con técnica de obturación de cono único convencional y estos a su vez se dividieron en 2 grupos (n=10) utilizando los cementos (AH Plus Jet y BIO-C® SEALER). El resto de órganos dentarios fueron obturados con técnica de cono único activada con ultrasonido y de igual manera fueron divididos en 2 grupos utilizando los cementos anteriormente mencionados. Se evaluó el porcentaje del área de espacios vacíos de los conductos radiculares obturados empleando un microscopio estereoscópico. Las imágenes adquiridas fueron analizadas a través de análisis de imagen con el software Motic Images 2.0. Los resultados obtenidos se analizaron empleando un análisis estadístico de Varianza (ANOVA) bidireccional y pruebas post hoc de Tukey y Bonferroni.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. TIPO DE ESTUDIO

Experimental

8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO

40 premolares unirradiculares extraídos divididos en 4 Grupos (n=10):

Grupo A: premolares con técnica obturación de cono único con el cemento AH Plus Jet.

Grupo B: premolares con técnica de obturación de cono único con el cemento BIO-C[®] SEALER.

Grupo C: premolares con técnica de obturación de cono único con activación ultrasónica con el cemento AH Plus Jet.

Grupo D: premolares con técnica de obturación de cono único con activación ultrasónica con el cemento BIO-C[®] SEALER.

8.3 MATERIALES E INSTRUMENTAL

Se emplearon 40 premolares unirradiculares humanos extraídos (Figura 9). Para las técnicas de obturación de cono único y cono único con activación ultrasónica, se emplearon los cementos selladores AH Plus Jet (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany) y BIO-C[®] SEALER (Angelus, Londrina, PR, Brasil) (Figura 10). El acceso a los conductos y la longitud de trabajo se determinó mediante introducción de limas manuales K#10 (Sybron Endo, Kerr) y limas K#15 (Sybron Endo, Kerr) para permeabilizar el conducto, se utilizó el Endo motor E-Connect S (Eighteeth), el sistema rotatorio ProTaper Gold (Dentsply Maillefer, Ballaige, Suiza) (Figura 11) para la preparación y conformación biomecánica de los conductos, se empleó el ultrasonido

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

370 Varios (NSK) para cavitar los irrigantes con puntas tipo U, las soluciones que se emplearon fueron NaOCl al 5.25%, EDTA al 17% (limpiador MD, Meta Biomed, Chungju, Corea), solución salina 0.9%, se utilizaron puntas de papel absorbente para secar los conductos (Hygenic; Coltene/Whaledent AG, Altstatten, Suiza), conos de gutapercha Protaper Gold F3 (Dentsply Maillefer, Ballaige, Suiza), para realizar la técnica de obturación de cono único con activación ultrasónica se empleó el ultrasonido 370 Varios (NSK) y la punta G6 (NSK). Fast Pack (Eighteeth) se utilizó para recortar el excedente coronal de gutapercha, y para compactar la gutapercha se utilizaron los condensadores verticales (Fanta Dental Materials Co., Ltd) y para el análisis de las muestra se utilizó un microscopio estereoscópico modelo DM 143 (Motic). Para el análisis de imágenes se utilizó software Motic Images 2.0.



Figura 9. 40 premolares unirradiculares utilizados para el estudio

En la figura se puede observar 40 premolares unirradiculares extraídos y divididos en 4 grupos que se utilizaron para este estudio.

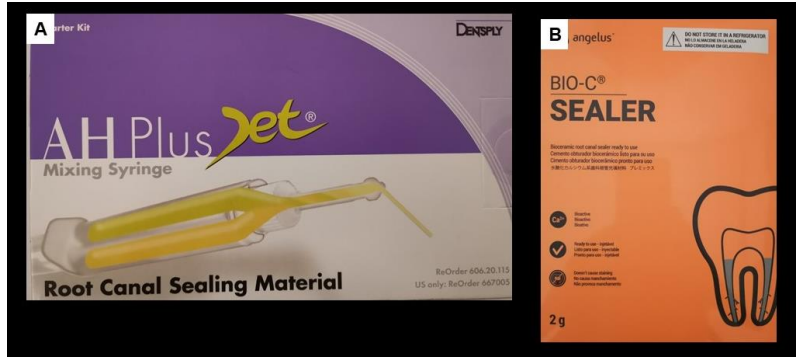


Figura 10. Cementos AH Plus Jet Y BIO-C SEALER

En la figura se puede observar las presentaciones comerciales de los cementos selladores (A) AH plus Jet y (B) la presentación comercial de BIO-C SEALER.



Figura 11. Sistema Protaper Gold

En la figura se puede observar las limas del Sistema Protaper Gold de la casa comercial Dentsply.

8.4. METODOLOGÍA

8.4.1. Preparación de la muestra

Los premolares unirradiculares fueron desinfectados por inmersión en NaOCl al 5.25% durante 30 min y almacenados en solución salina estéril hasta su uso. Para la preparación de las muestras, los premolares fueron decoronados en la unión cemento-esmalte, y cada raíz se estandarizó a 14 mm de longitud (Figura 12). Para el tratamiento de conductos, la longitud de trabajo se determinó a 0.5 mm del foramen

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

apical utilizando una lima K #10 (Figura 13) se seleccionó la técnica de crown down para instrumentar todos los conductos con el sistema rotatorio de níquel-titanio ProTaper Gold hasta un tamaño apical de 30/.09 (F3) (Figura 14). Entre cada uno de los instrumentos se irrigó con NaOCl al 5.25%. La irrigación final de las muestras se completó utilizando 2 ml de EDTA al 17% activado con ultrasonido durante 1 min, seguido de 2 ml de NaOCl al 5.25% e irrigación con 2 ml de solución salina, se secaron los conductos con puntas de papel absorbente. Para la obturación de las muestras se eligieron conos de gutapercha calibre F3 (30/.09) (Figura 15).

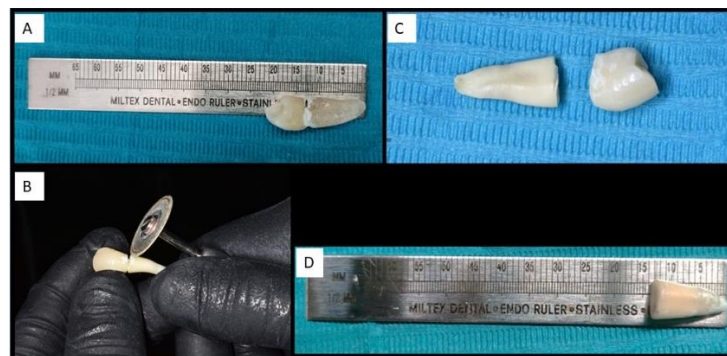


Figura 12. Decoronación de las muestras.

En la figura se observa (A) la medición de la longitud a 14 mm de los premolares con una regla milimétrica. (B) Corte de la corona con disco de diamante. (C) Pieza decoronada. (D) Medición de la pieza decoronada.

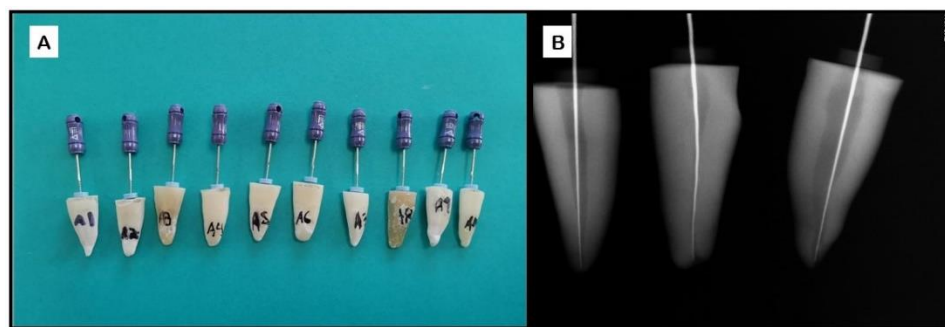


Figura 13. Conductometría.

En la figura se observa (A) premolares con lima #10 con el cual se obtuvo la conductometría. (B) Radiografía para confirmar la conductometría.

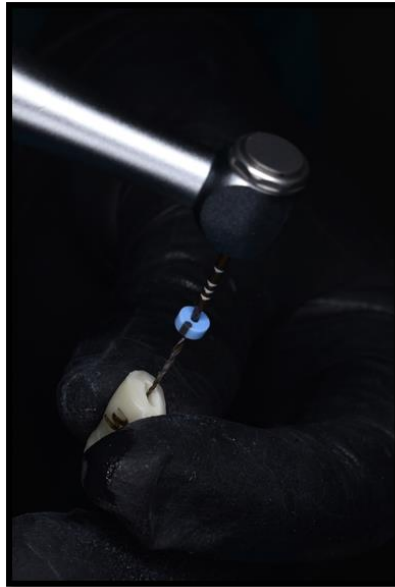


Figura 14. Instrumentación rotatoria final.

En la figura se observa la instrumentación con la lima final F3 (30/.09) de Protaper Gold.

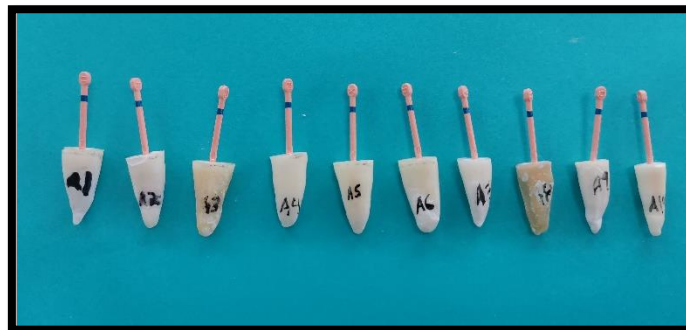


Figura 15. Prueba de conos de gutapercha F3

En la figura se observa la prueba de cono de gutapercha F3 (30/09).

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se dividieron aleatoriamente los premolares en 4 grupos (n=10)

Grupo A: premolares obturados con técnica obturación de cono único empleando cemento AH Plus Jet (Figura 16). **Grupo B:** premolares obturados con técnica de obturación de cono único empleando el cemento BIO-C® SEALER (Figura 17). **Grupo C:** premolares obturados con técnica de obturación de cono único con activación ultrasónica empleando el cemento AH Plus Jet y **Grupo D:** premolares obturados con técnica de obturación de cono único con activación ultrasónica empleando el cemento BIO-C® SEALER.

Después de la obturación, las cavidades de acceso de los premolares, se sellaron con una resina compuesta fluida, posteriormente estos se incubaron a 37 °C y 100% de humedad durante 7 días para permitir el fraguado completo del cemento sellador.



Figura 16. Obturación con cemento AH Plus Jet

En la figura se observa la colocación del cemento sellador mediante la jeringa dispensadora y una punta intraconducto del cemento AH Plus Jet.



Figura 17. Obturación con cemento BIO-C® SEALER.

En la figura se observa la colocación del cemento sellador mediante una jeringa dispensadora y una punta intraconducto del cemento BIO-C® SEALER.

8.4.2. Obturación con cono único

El cemento sellador se colocó directamente al conducto directo de una jeringa premezclada empleando una punta desechable. Los conos maestros de gutapercha (F3), se insertaron lentamente a su longitud de trabajo (Figura 18), posteriormente el excedente de gutapercha fue recortado con un transportador de calor (Fast Pack) 1 mm por debajo de la cavidad de acceso (Figura 19) y compactado verticalmente con un condensador (Figura 20).

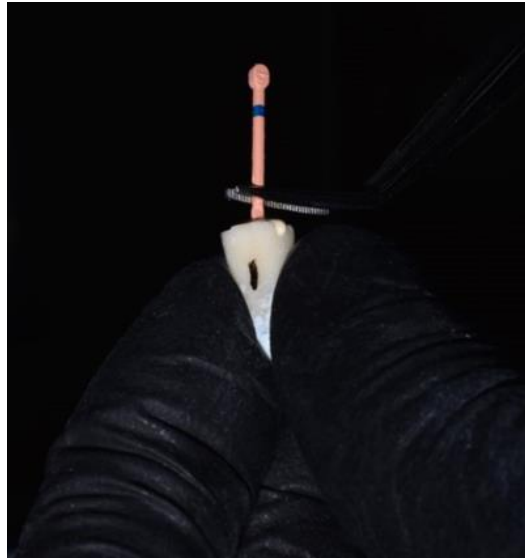


Figura 18. Técnica de obturación de cono único.

En la figura se observa la colocación del cono de gutapercha dentro del conducto empleando la técnica de cono único convencional.

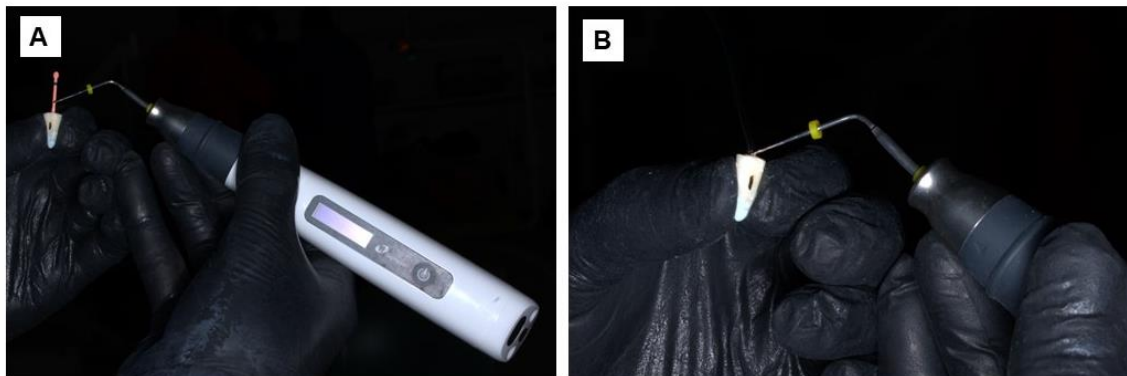


Figura 19. Recorte del exceso de gutapercha.

En la figura (A, B) se observa el recorte del excedente de gutapercha mediante el transportador de calor, fast pack de eighteeth.



Figura 20. Compactación vertical de la gutapercha

En la figura se observa la compactación vertical de la gutapercha con un atacador de la marca Eighteeth.

8.4.3. Obturación con cono único con activación ultrasónica.

Una punta ultrasónica (G6) fue conectada a un dispositivo ultrasónico a nivel de intensidad E5 (es decir, intensidad media indicado como adecuado para endodoncia por el fabricante). Después de colocar el sellador en el conducto, se aplicó vibración ultrasónica a unas pinzas de curación que sostenía el cono gutapercha a 20 mm de la punta. Luego, el cono lentamente alcanzó la longitud de trabajo durante la activación ultrasónica continua. El tiempo de aplicación ultrasónica durante la colocación del cono gutapercha fue de 2 a 3 s. El exceso de gutapercha fue recortado con un transportador de calor 1 mm por debajo de la cavidad de acceso y compactado verticalmente con un condensador (Figura 21).

Después de la obturación todos los grupos se sellaron las cavidades de acceso con una resina compuesta fluida, luego los premolares fueron colocados en tubos Eppendorf de 1.5 ml en el cual se habían previamente colocado en el fondo del tubo torundas de algodón humedecidas con solución salina. Y los dientes se mantuvieron al 100% de humedad durante 7 días a 37 °C para permitir el fraguado completo del cemento de sellador (Figura 22).



Figura 21. Técnica obturación con cono único con activación ultrasónica.

En la figura se observa la técnica empleada para activación del cono de gutapercha mediante una punta y sistema de ultrasonido varios 370 de NSK.

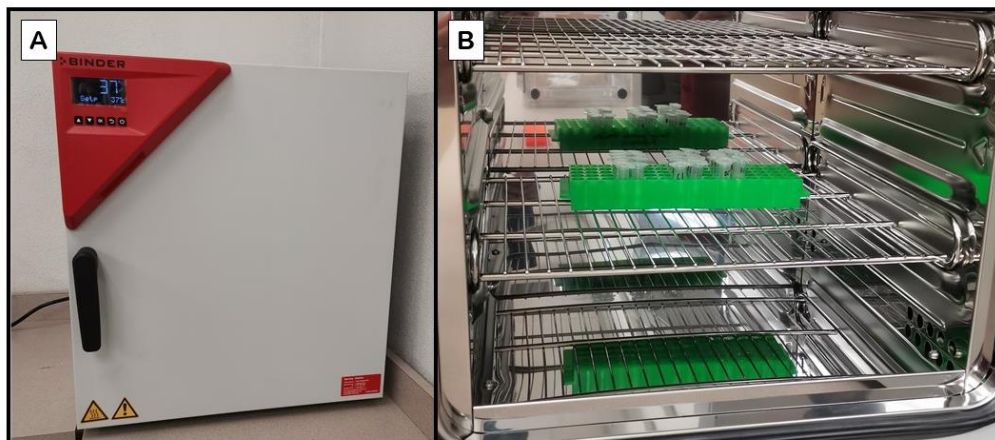


Figura 22. Incubación de las muestras para permitir el fraguado de las muestras.

En la figura (A) se observa la cámara de calor donde los premolares fueron incubados durante 7 días a 37 °C y 100% de humedad. (B) se observa los premolares en tubos eppendorf en una gradilla en el interior de la cámara de calor.

8.4.4. Evaluación de la calidad de obturación a través de microscopio estereoscópico

Los premolares fueron seccionados perpendicular al eje longitudinal de la raíz utilizando un disco de diamante de baja velocidad bajo refrigeración con agua. Tres secciones por raíz se obtuvieron a un espesor de 3 mm, y luego cada sección se asignaron como parte coronal, media o apical, respectivamente (Figura 23). Todas las secciones fueron observadas bajo un microscopio estereoscópico digital (Figura 24) a 40X, y se tomaron fotos de cada sección (Figura 25). Las imágenes digitales de cada segmento se utilizaron para estimar y medir la presencia de espacios vacíos y el área de cemento sellador, mediante el software (Motic Images Pus 2.0) (Figura 26) el cual se calibró previamente con una tablilla calibradora para microscopio. Para obtener el porcentaje de área de espacios vacíos, se dividió el área total obtenida de los espacios vacíos encontradas dentro de la obturación de cada tercio (apical, medio y cervical), entre el área total del cemento de cada tercio, y el resultante de esta división se multiplicó por 100, dando así como resultado el porcentaje de espacios vacíos de cada una de las muestras (apical, medio y cervical).

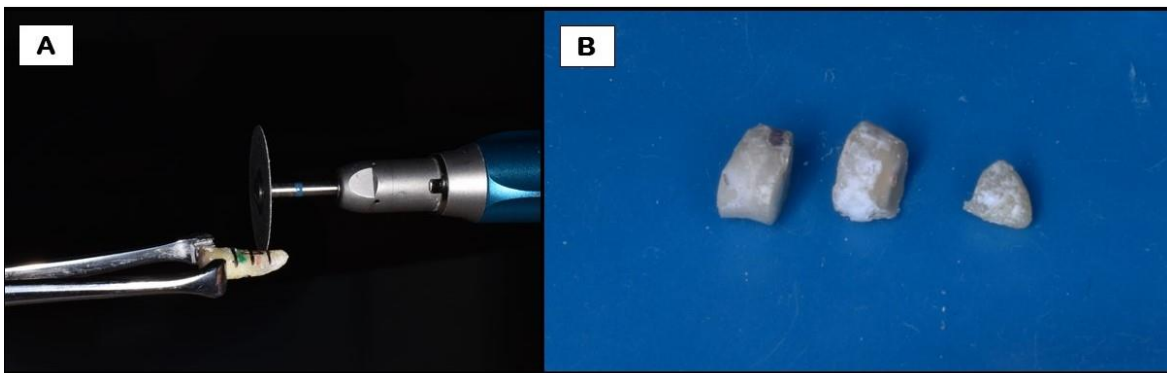


Figura 23. Las muestras seccionadas perpendicularmente a su eje longitudinal.

En la figura se observa, (A) el uso de una fresa de disco de diamante para seccionar en forma axial cada 3 mm de apical a coronal. (B) Se observa las tres partes seccionadas, una sección apical, media y coronal.



Figura 24. Microscopio estereoscópico DM143 (Motic)

En la figura se observa el microscopio estereoscópico con el cual se observaron las muestras (50).

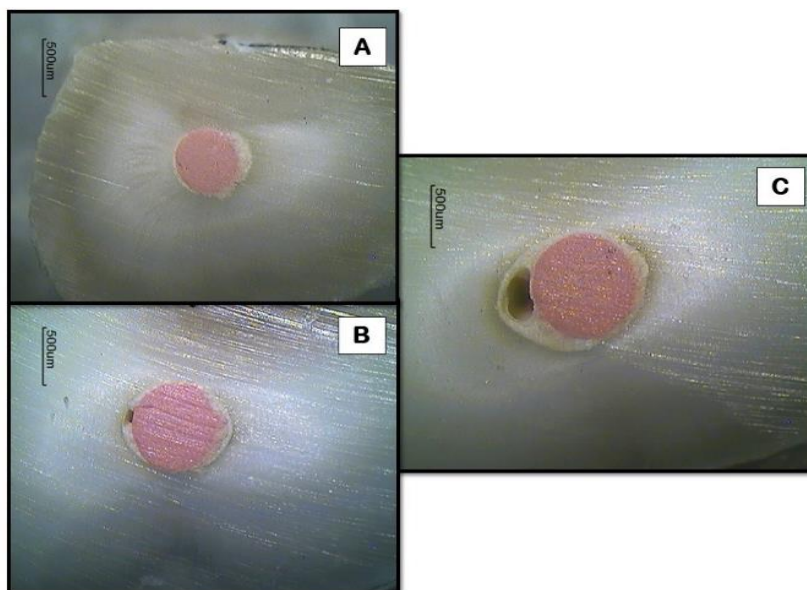


Figura 25. Cortes de premolares observados a través de microscopio estereoscópico.

En la figura se observa secciones de los premolares mediante microscopio estereoscópico a 40x, (A) tercio apical, (B) tercio medio, (C) tercio coronal.

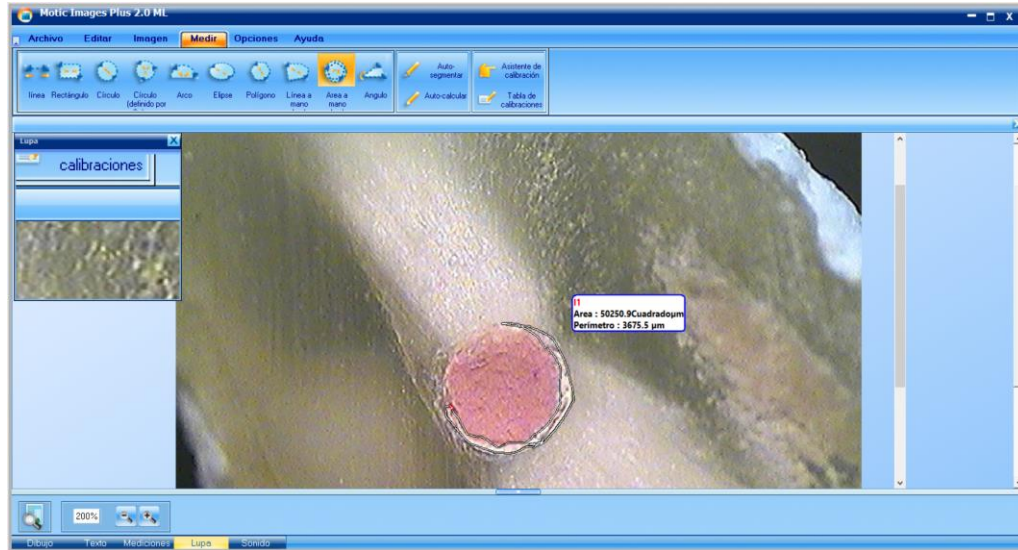


Figura 26. Software Motic Images Plus 2.0

En la figura se observa la ventana del software que se utilizó para medir los espacios vacíos del cemento sellador de los cortes de los dientes obturados.

8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los resultados se llevó a cabo empleando el método de Análisis de la Varianza (ANOVA, por sus siglas en inglés) bidireccional con post hoc Tukey y Bonferroni. La diferencia fue considerada como significativa a $p < 0.05$.

IX. RESULTADOS

9.1. Evaluación cualitativa de los espacios vacíos a través de microscopio estereoscópico

En el presente estudio se evaluó el porcentaje de espacios vacíos de la técnica de cono único y técnica de cono único activada con ultrasonido utilizando los cementos AH Plus Jet BIO-C Sealer. Se fotografió y midieron los espacios vacíos de los tres tercios (apical, medio y cervical) cada una de las muestras a través de microscopio estereoscópico a 40X y análisis por imagen con el software Motic Images Plus 2.0. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 27.

Con el software Motic Images Plus 2.0, se realizaron fotografías de las los tercios (apical, medio y cervical) obturados para posteriormente poder realizar mediciones. A partir de la Figura 27 se puede observar en el grupo de cono único con cemento AH Plus Jet con pequeños espacios vacíos en todos sus tercios; por otro lado en el grupo de cono único con cemento BIO-C Sealer se observan grandes áreas de espacios vacíos que tanto en el tercio medio como cervical; mientras en el grupo de cono único con activación ultrasónica y cemento AH Plus Jet se observa una obturación homogénea sin espacios vacíos en todos sus tercios; y por último en el grupo de cono único con activación ultrasónica y cemento BIO-C Sealer se observa una obturación homogénea con muy pequeños espacios vacíos en todos sus tercios.

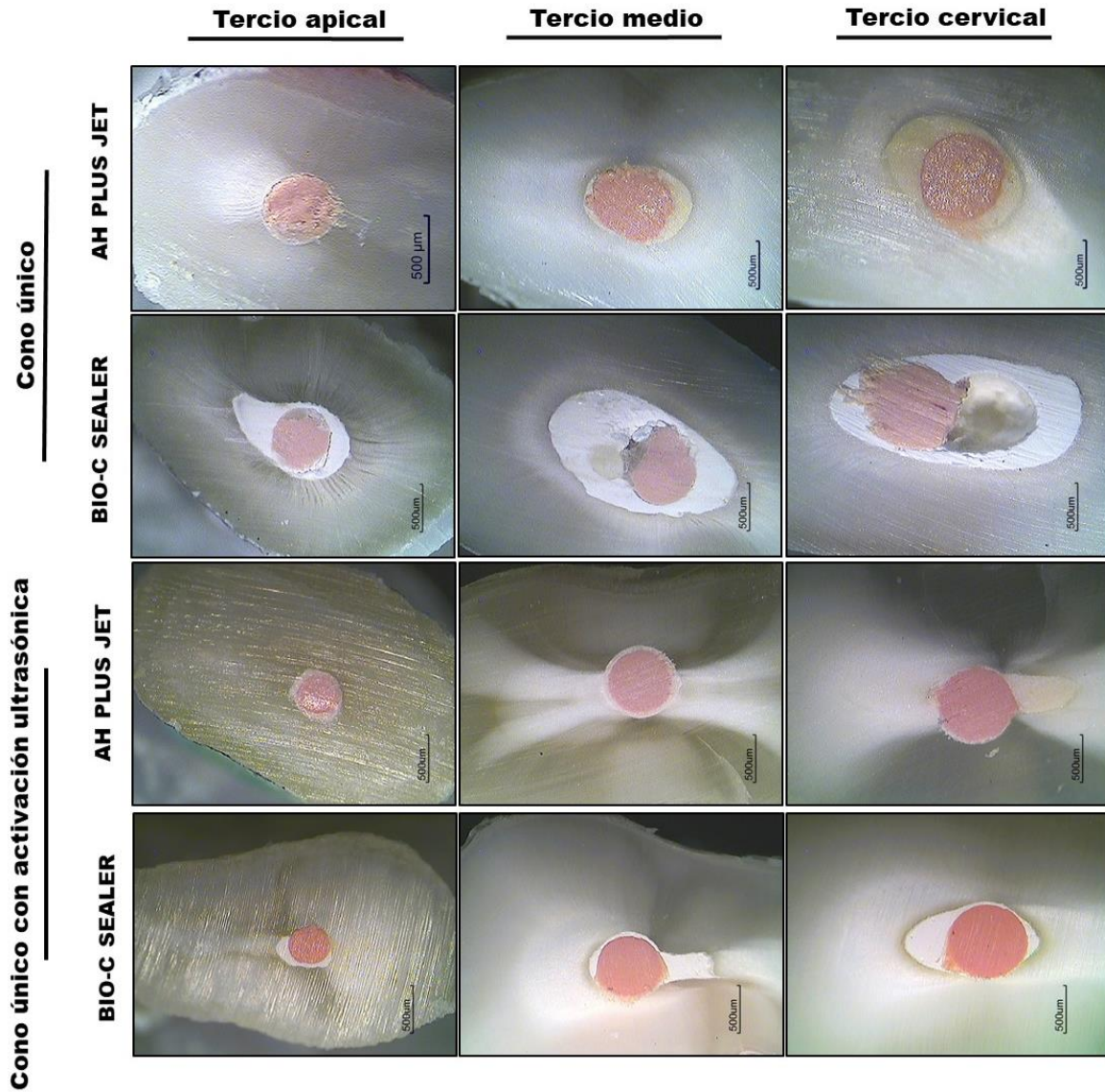


Figura 27. Cortes transversales por tercios de las muestras de cada grupo, en microscopio estereoscópico a 40X.

En la figura se puede observar los cortes transversales de las obturaciones de una muestra de cada grupo de estudio, a un aumento de 40X con microscopio estereoscópico, destacando las grandes áreas de espacios vacíos que se observan en el grupo de cono único con cemento BIO-C Sealer tanto en el tercio medio como cervical.

9.2. Evaluación cuantitativa de porcentaje de espacios vacíos

Mediante software Motic Images Plus 2.0 se obtuvieron las medidas del área de espacios vacíos de cada muestra obturada y de sus tres tercios (apical, medio y cervical) de cada grupo (A, B, C y D); posteriormente se promediaron los porcentajes de los 3 tercios de cada muestra, para obtener una sola cifra promedio por muestra. Los resultados se muestran en la Figura 28.

A partir de la Figura 28 se puede observar: la técnica de cono único con cemento AH Plus Jet tuvo un porcentaje área de espacios vacíos del 2.1%. La técnica de cono único con cemento BIO-C Sealer tuvo un 5.1% de área de espacios vacíos, siendo este el más alto. La técnica de cono único con activación ultrasónica utilizando cemento AH Plus Jet tuvo 1.4%, siendo este el más bajo de todos los grupos. La técnica de cono único con activación ultrasónica utilizando cemento BIO-C Sealer Jet tuvo 2% de área de espacios vacíos. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa para el grupo de técnica de cono único con cemento BIO-C Sealer ($p < 0.05$) con respecto a los demás grupos. Por lo anterior se confirma la hipótesis alternativa (H1).

A partir de la Figura 29 se puede observar: los porcentajes de espacios vacíos divididos por tercios, apical, medio y cervical, utilizando el cemento AH Plus Jet con la técnica de cono único (grupo A) y la técnica de cono único con activación ultrasónica (grupo C). No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tercios de cada grupo. ($p > 0.05$). Por lo anterior se confirma la hipótesis nula (H0).

A partir Figura 30 de la se puede observar: los porcentajes de espacios vacíos divididos por tercios, apical, medio y cervical, utilizando el cemento BIO-C Sealer con la técnica de cono único (grupo B) y la técnica de cono único con activación ultrasónica (grupo D). No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tercios de cada grupo. ($p > 0.05$). Por lo anterior se confirma la hipótesis nula (H0).

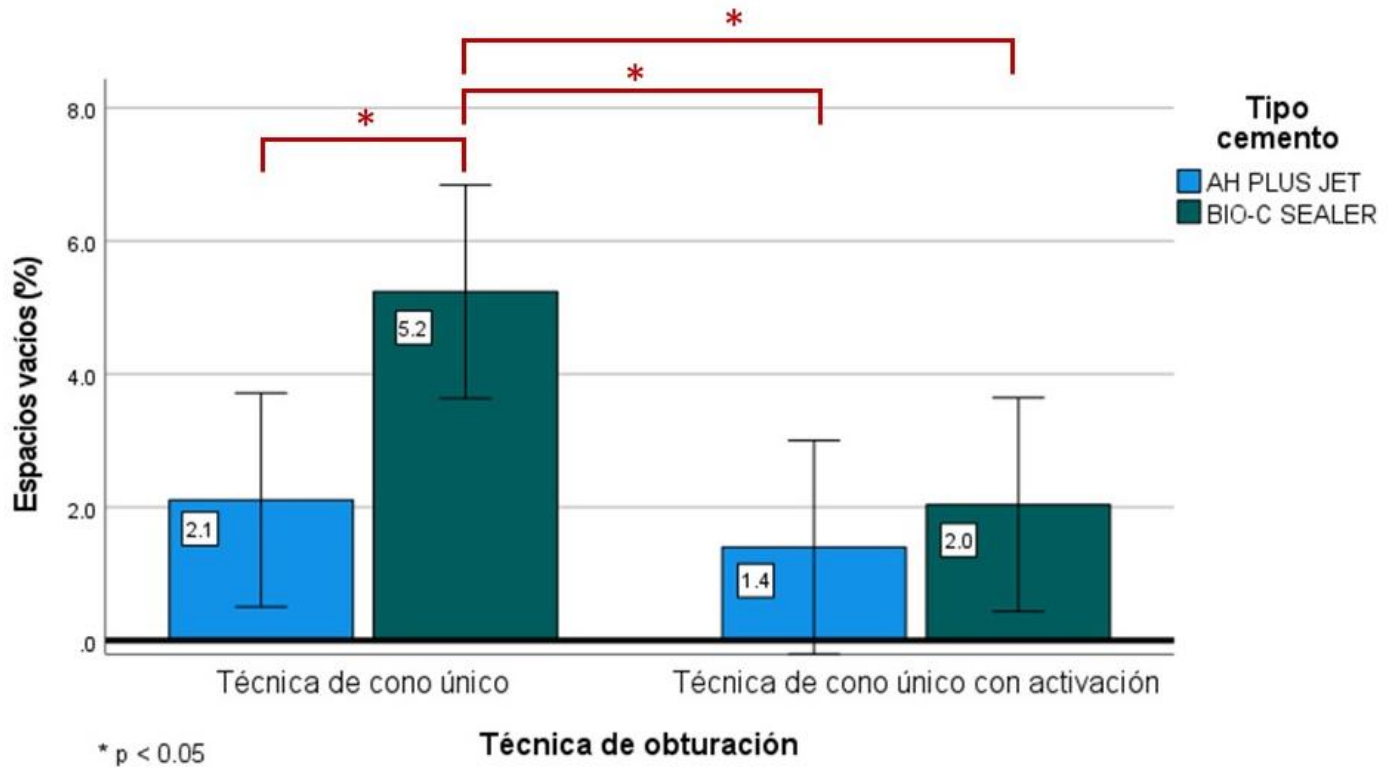


Figura 28. Gráfica de promedios de porcentajes de espacios vacíos cada uno de los grupos

Las barras representan el promedio de los resultados obtenidos ($n=10$) y las barras verticales representan la desviación estándar. Los asteriscos representan los casos en donde se encontró diferencia estadísticamente significativa ($* p < 0.05$).

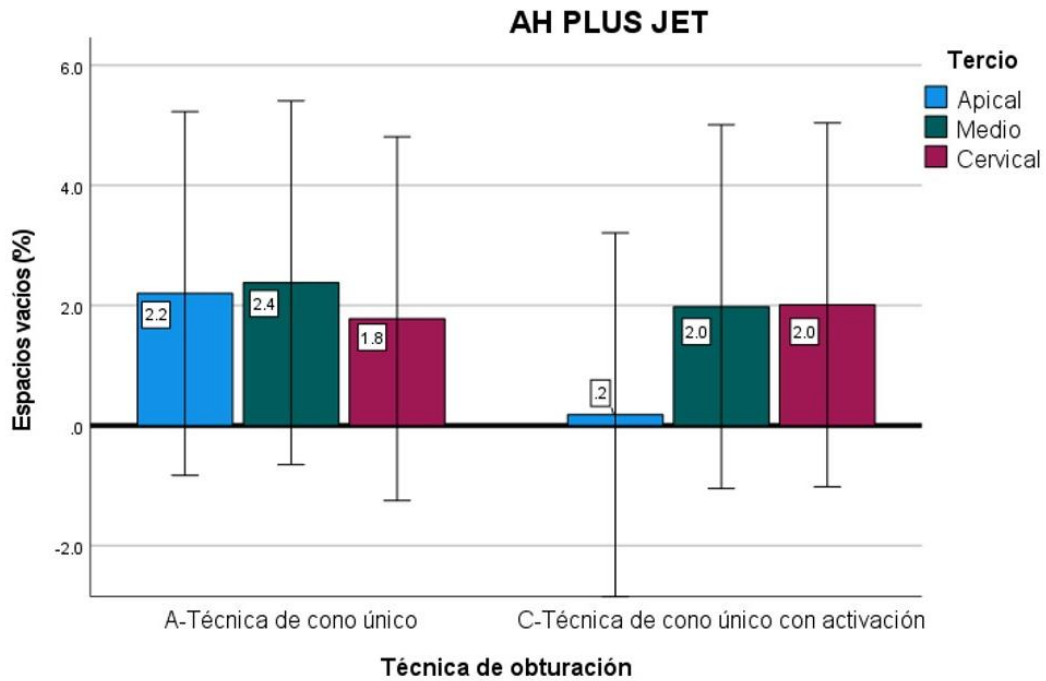


Figura 29. Gráfico por tercios de la técnica de cono único y cono único con activación ultrasónica utilizando el cemento AH plus Jet

Las barras representan el promedio de los tercios apical, medio y cervical de los resultados obtenidos (n=10) y las barras verticales representan la desviación estándar.

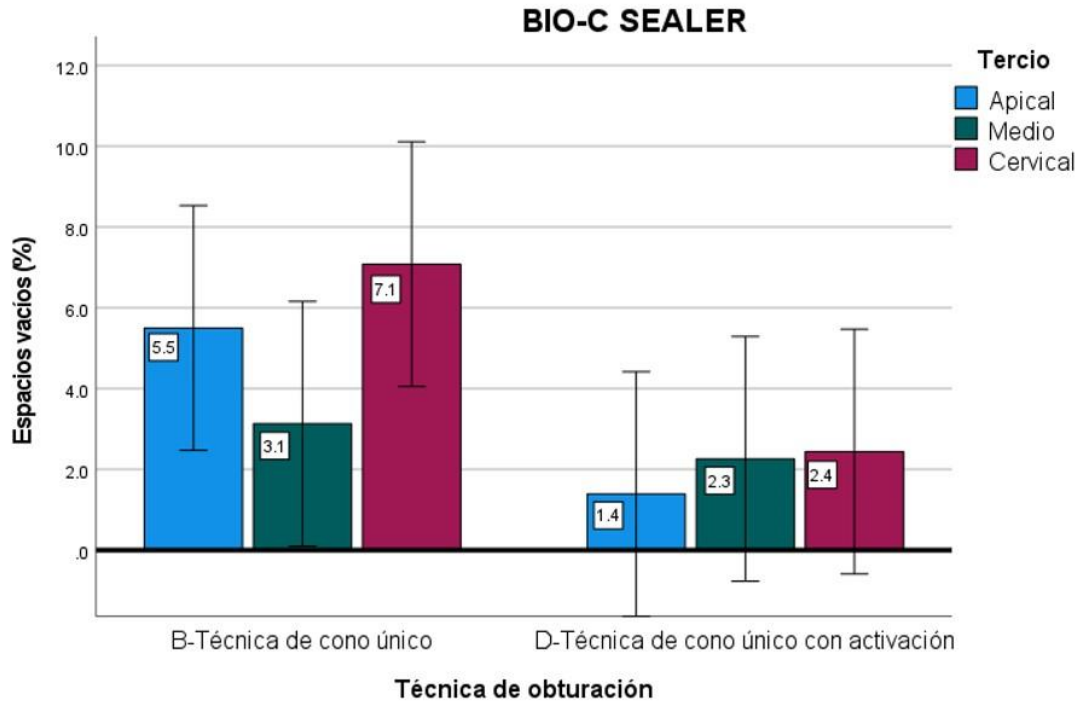


Figura 30. Gráfico por tercios de la técnica de cono único y cono único con activación ultrasónica utilizando el cemento BIO-C Sealer

Las barras representan el promedio de los tercios apical, medio y cervical de los resultados obtenidos (n=10) y las barras verticales representan la desviación estándar.

X. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, independientemente de la técnica de obturación utilizada, ya sea cono único convencional o técnica de cono único con activación, exhibieron porcentajes bajos de espacios vacíos, cuando se realiza la técnica correctamente y un cemento adecuado para dicha técnica, lo cual nos va llevar a una obturación adecuada, logrando tener tratamientos más exitosos con estas dos técnicas; lo cual concuerda con estudios clínicos como el estudio de cohorte retrospectivo realizado por Elizabeth A. Chybowski y cols. en 2018 en el cual se incluyeron los pacientes tratados en su práctica clínica entre 2009 y 2015. Todos los casos, incluidos tratamiento inicial y de retratamiento, utilizando una técnica de cono único y el cemento EndoSequence BC Sealer con un mínimo de seguimiento de 1 año. Los resultados que obtuvieron con la técnica de cono único fue una tasa de éxito de 90.9% (51).

En el presente estudio se encontraron datos relevantes acerca del comportamiento de ambos cementos con las dos diferentes técnicas de obturación para el tratamiento de conductos, si bien no hubo una diferencia significativa con la activación ultrasónica en ambos cementos, si hubo una tendencia a disminuir el porcentaje de espacios vacíos, lo cual concuerda con el estudio realizado por el doctor Jung-Ae Kim y cols. en 2017 donde compararon la técnica de compactación vertical caliente con cemento AH plus, técnica de cono único, y técnica de cono único activada con ultrasonido y cemento Endoseal MTA, en premolares maxilares con conductos acintados, evaluados mediante Micro CT y microscopio estereoscópico. En el análisis de Micro CT, no hubo diferencia significativa entre los 3 grupos experimentales. Y en el análisis estereomicroscópico, encontraron que el grupo de técnica de cono único convencional mostraba significativamente más espacios vacíos en todas las secciones del conducto radicular en comparación con la técnica de cono único activada con ultrasonido y la técnica compactación vertical caliente (38).

De igual manera, concuerda con el estudio realizado por Kalantar Motamedi y cols. en 2021 mediante un estudio de Micro CT encontraron que la técnica de obturación de cono único activada con ultrasonido dejaba menos espacios vacíos en los conductos obturados que las técnicas de condensación lateral, y la técnica de cono único convencional. Utilizaron el cemento AdSeal sealer (Meta BioMed) para todas las técnicas (37).

En este trabajo de investigación se encontró como resultado una tendencia a dejar menor porcentaje de espacios vacíos cuando se utilizó la técnica de cono único con activación ultrasónica, tanto en el cemento a base de resina como en el cemento biocerámico, lo que coincide con los estudios antes mencionados de Jung-Ae Kim y cols. en 2017 y de Kalantar Motamedi y cols. en 2021 (37,38).

XI. CONCLUSIONES

Este proyecto de investigación se evaluó la calidad de obturación de las técnicas de obturación de cono único y cono único con activación ultrasónica utilizando los cementos AH Plus Jet Y BIO-C® SEALER en premolares extraídos a través de microscopio estereoscópico y análisis de imagen.

1. La técnica de cono único con activación ultrasónica dejó menor porcentaje de espacios vacíos en la obturación del cemento sellador con respecto a la técnica de cono único convencional cuando se utilizó el cemento BIO-C® SEALER.
2. No existió una diferencia estadísticamente significativa cuando se utilizó el cemento AH Plus Jet en cuanto el área de espacios vacíos independientemente de la técnica de obturación que se haya utilizado, pero si encontró una tendencia a dejar una menor cantidad espacios vacíos con la técnica de cono único con activación ultrasónica.
3. No existió una diferencia estadísticamente significativa entre tercios (apical, medio y cervical) en ninguno de los grupos de estudio.
4. Al realizar la evaluación cualitativa se pudo observar que hay menos espacios vacíos cuando se utilizó la técnica de cono único con activación ultrasónica con los dos cementos estudiados.
5. Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar el porcentaje de espacios vacíos entre grupo de técnica de cono único y cemento BIO-C® SEALER con el grupo de técnica de cono único y cemento AH Plus Jet presentado porcentajes de espacios vacíos de 5.2% y 2.1%, respectivamente.
6. Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar el porcentaje de espacios vacíos entre grupo de técnica de cono único y cemento BIO-C® SEALER con el grupo de técnica de cono único con activación ultrasónica y cemento AH

XI.CONSLUSIONES

Plus Jet presentado porcentajes de espacios vacíos de 5.2% y 1.4%, respectivamente.

7. Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar el porcentaje de espacios vacíos entre grupo de técnica de cono único y cemento BIO-C® SEALER con el grupo de técnica de cono único con activación ultrasónica y cemento BIO-C® SEALER presentado porcentajes de espacios vacíos de 5.2% y 1.4%, respectivamente.
8. No existió diferencia estadísticamente significativa al comparar el porcentaje de espacios vacíos entre los cementos (AH Plus Jet y BIO-C® SEALER) cuando se utilizó la técnica de cono único con activación, presentado porcentajes de espacios vacíos de 1.4% y 2.0%, respectivamente.
9. Al comparar los porcentajes de espacios vacíos, sin activación y con activación, los valores fueron de 2.1% y 1.4% respectivamente, al usar el cemento AH Plus Jet.
10. Al comparar los porcentajes de espacios vacíos, sin activación y con activación, los valores fueron de 5.2% y 2% respectivamente, al usar el cemento BIO-C Sealer.
11. Con base a lo anterior se comprueba la Hipótesis Alternativa (H1) de este proyecto.

XII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar premolares o dientes unirradiculares de un solo conducto con anatomía acintada.
- Se recomienda evaluar las técnicas de cono único y cono único con activación ultrasónica empleando premolares o dientes unirradiculares con conductos curvos.
- Se recomienda analizar las obturaciones con Microtomografía computarizada (Micro-CT).

XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of Endodontists. Glossary of endodontic terms. Am Assoc Endodontists Chicago. 2020;10:43.
2. Ove A. Peters P. Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review. J Endod. 2004;115–38.
3. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. Dent Clin North Am. 1974;269–96.
4. Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la pulpa. Edición 10. Editorial Elsevier España. 2011. 452–453 p.
5. Johnson WT. Capítulo 10: Obturación del sistema de conductos radiculares limpios y conformados. En: Cohen Vías de la Pulpa. 10a ed. Elsevier; p. 349–87.
6. Collado-González M, Tomás-Catalá CJ, Oñate-Sánchez RE, Moraleda JM, Rodríguez-Lozano FJ. Cytotoxicity of GuttaFlow Bioseal, GuttaFlow2, MTA Fillapex, and AH Plus on Human Periodontal Ligament Stem Cells. J Endod. 2017;43(5):816–22.
7. Racciatt G. Agentes selladores en endodoncia. Mater Lett. 2008;62:3545–3548.
8. Goldberg F; Soares I; Endodoncia técnicas y fundamentos. Editorial medica panamericana. 2003. p. 330.
9. Obturación del sistema de conductos radiculares [Internet]. [citado el 2 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/80256222-Obturacion-del-sistema-de-conductos-radiculares.html>
10. Al-Khatib ZZ, Baum RH, Morse DR, Yesilsoy C, Bhambhani S, Furst ML. The antimicrobial effect of various endodontic sealers. Oral Surgery, Oral Med Oral

- Pathol. 1990;70(6):784–90.
11. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dent Mater J.* 2020;39(5):703–20.
 12. Hovland E, Dumsha T. Leakage evaluation in vitro of the root canal sealer cement Sealapex. *Int Endod J.* 1985;18(3):179–82.
 13. Bernman LH, Hergreaves KM. *Cohen's Pathways of the Pulp.* 12 Edition. *Cohen's Pathway of The Pulp.* Elsevier; 2020.
 14. Leonardo MR. Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. *Oral Surg.* 1999;88(2):221–5.
 15. AH Plus Jet [Internet]. [citado el 2 de septiembre de 2021]. Disponible en: www.maillefer.com/content/uploads/2015/07/AH-Plus-Jet-Brochure.pdf?clen%3D494301%26chunk%3Dtrue&rlz=1C1CHBF_enMX881US881&oq=www.maillefer.com/content/uploads/2015/07/AH-Plus-Jet-Brochure.pdf
 16. AH Plus [Internet]. [citado el 2 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.dentsplysirona.com/es-ib/productos/endodoncia/obturacion.html/Endodoncia/Obturaci%25252525252525c3%25252525252525b3n/Selladores/AH-Plus-AH-Plus-Jet/p/DET-60620110/c/1000311.html>
 17. Langeland K, Olsson B, Pascon EA. Biological evaluation of Hydron. *J Endod.* 1981;7(5):196–204.
 18. Bergmans L, Moisiadis P, De Munck J, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Effect of polymerization shrinkage on the sealing capacity of resin fillers for endodontic use. *J Adhes Dent.* 2005;7(4):321–9.

19. Zmener O, Pameijer CH. Clinical and radiographic evaluation of a resin-based root canal sealer: 10-year recall data. *Int J Dent*. 2012;2012:763248.
20. Shipper G, Ørstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod*. mayo de 2004;30(5):342–7.
21. Watson TF, Atmeh AR, Sajini S, Cook RJ, Festy F. Present and future of glass-ionomers and calcium-silicate cements as bioactive materials in dentistry: Biophotonics-based interfacial analyses in health and disease. *Dent Mater* [Internet]. 2014;30(1):50–61. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2013.08.202>
22. Najar AL, Saquy PC, Vansan LP, Sousa-Neto MD. Adhesion of a glass-ionomer root canal sealer to human dentine. *Aust Endod J*. 2003;29(1):20–2.
23. Accardo C, Himel VT, Lallier TE. A novel GuttaFlow sealer supports cell survival and attachment. *J Endod* [Internet]. 2014;40(2):231–4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.08.029>
24. Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Properties of a novel polysiloxane-guttapercha calcium silicate-bioglass-containing root canal sealer. *Dent Mater* [Internet]. 2016;32(5):e113–26. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2016.03.001>
25. Donnermeyer D, Bürklein S, Dammaschke T, Schäfer E. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology* [Internet]. 2019;107(4):421–36. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10266-018-0400-3>
26. Angelus. Bio-C Sealer [Internet]. [citado el 2 de septiembre de 2021]. p. 6–7. Disponible en: <https://angelus.ind.br/produto/bio-c-sealer/?lang=es>
27. Gilhooly RMP, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PMH. Comparison of lateral

- condensation and thermomechanically compacted warm α -phase gutta-percha with a single cone for obturating curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;91(1):89–94.
28. Baumgardner KR, Taylor J, Walton R. Canal adaptation and coronal leakage: lateral condensation compared to Thermafil. *J Am Dent Assoc [Internet].* 1995;126(3):351–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.1995.0180>
 29. Allison DA, Weber CR, Walton RE. The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal obturation. *J Endod.* 1979;5(10):298–304.
 30. Sweatman TL, Baumgartner JC, Sakaguchi RL. Radicular temperatures associated with thermoplasticized gutta-percha. *J Endod.* agosto de 2001;27(8):512–5.
 31. Canalda C. *Endodoncia Técnicas Clínicas y Bases Científicas.* 3ra ed. Vol. 53, *Journal of Chemical Information and Modeling.* Elsevier; 2014.
 32. Junqmman CL, Uchin RA. Effect of instrumentation shape of the root canal. 1976;1(2):66–9.
 33. Beatty RG. The effect of standard or serial preparation on single cone obturations. *Int Endod J.* 1987;20(6):276–81.
 34. Pereira AC, Nishiyama CK, Pinto L de C. Single-cone obturation technique: a literature review. *RSBO.* 2012;9(4):442–7.
 35. Somma F, Cretella G, Carotenuto M, Pecci R, Bedini R, De Biasi M, et al. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2011;44(4):362–9.
 36. Monticelli F, Sadek FT, Schuster GS, Volkmann KR, Looney SW, Ferrari M, et al. Efficacy of Two Contemporary Single-cone Filling Techniques in Preventing

- Bacterial Leakage. *J Endod.* 2007;33(3):310–3.
37. Kalantar Motamedi MR, Mortezaei A, Zare Jahromi M, Gilbert BE. Micro-CT Evaluation of Four Root Canal Obturation Techniques. *Scanning.* 2021;2021.
 38. Kim JA, Hwang YC, Rosa V, Yu MK, Lee KW, Min KS. Root Canal Filling Quality of a Premixed Calcium Silicate Endodontic Sealer Applied Using Gutta-percha Cone-mediated Ultrasonic Activation. *J Endod* [Internet]. 2018;44(1):133–8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.07.023>
 39. Pitt Ford TR, Rowe AHR. A new root canal sealer based on calcium hydroxide. *J Endod.* 1989;15(7):286–9.
 40. Vasiliadis L, Kodonas K, Economides N, Gogos C, Stavrianos C. Short- and long-term sealing ability of Gutta-flow and AH-Plus using an ex vivo fluid transport model. *Int Endod J.* 2010;43(5):377–81.
 41. Jafari F, Jafari S. Importance and methodologies of endodontic microleakage studies: A systematic review. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(6):e812–9.
 42. Goldman M, Simmonds S, Rush R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1989;67(3):327–32.
 43. Masters J, Higa R, Torabinejad M. Effects of vacuuming on dye penetration patterns in root canals and glass tubes. *J Endod.* 1995;21(6):332–4.
 44. Dickson SS, Peters DD. Leakage evaluation with and without vacuum of two gutta-percha fill techniques. *J Endod.* 1993;19(8):398–403.
 45. Wu W. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J.* 1993;26(1):37–43.
 46. Smith MA, Steiman HR. An In Vitro Evaluation of Microleakage of Two New and Two Old Root Canal Sealers. 2001;20(1):18–21.

47. Moeller L, Wenzel A, Wegge-Larsen AM, Ding M, Kirkevang LL. Quality of root fillings performed with two root filling techniques. An in vitro study using micro-CT. *Acta Odontol Scand.* 2013;71(3–4):689–96.
48. Herbert J, Bruder M, Braunsteiner J, Altenburger MJ, Wrbas KT. Apical Quality and Adaptation of Resilon, EndoREZ, and Guttaflow Root Canal Fillings in Combination with a Noncompaction Technique. *J Endod* [Internet]. 2009;35(2):261–4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2008.11.007>
49. Alarcón B, Pinzon C, Plata M, Villegas A, Chamorro V. Microfiltración apical de dos técnicas de obturación: (guttaflow®), (e & q Plus®) en dientes unirradiculares bajo el estereomicroscopio. *J Odontológico Col* [Internet]. 2009;2(4):4–19. Disponible en: <http://www.journalodontologicocolegial.com/index.php/joc/article/view/60>
50. Motic [Internet]. [citado el 22 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://moticeurope.com/en/dm-143-fbagg.html>
51. Chybowski EA, Glickman GN, Patel Y, Fleury A, Solomon E, He J. Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. *J Endod* [Internet]. 2018;44(6):941–5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.02.019>