



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

**MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA CON OPCIÓN TERMINAL EN
ENDODONCIA**

**“MICROFILTRACIÓN APICAL IN VITRO DE TRES CEMENTOS SELLADORES
(AH PLUS, ENDOSEQUENCE BC SEALER Y ACROSEAL) AL OBTURAR CON
EL SISTEMA GUTTACORE”**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
ESTOMATOLÓGICAS CON OPCIÓN TERMINAL EN ENDODONCIA**

**PRESENTA:
L.E. BENJAMÍN SÁNCHEZ NOLASCO
ID: 215450002**

**DIRECTOR DE TESIS:
D.C. BRENDA ERÉNDIDA CASTILLO SILVA
ID: NSS526469**

**DIRECTOR DISCIPLINARIO:
E.E. ALEJANDRO GERARDO MARTINEZ GUERRERO
ID: 100526940**

**ASESOR:
M. E. ALFONSO ANDRADE MELÉNDEZ**

**DIRECTOR METODOLÓGICO:
M.S.P ROSENDO GERARDO CARRASCO GUTIÉRREZ
ID: 100008655**

PUEBLA, PUE. JUNIO 2017

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por darme la oportunidad de llegar a esta etapa de mi vida y poder cumplir uno de mis sueños.

A mis padres ya que sin ustedes esto no hubiera sido posible, gracias por todo su apoyo incondicional, sus palabras de apoyo y por siempre darme lo necesario para ser cada día mejor persona y mejor profesionista, lo que hoy soy es gracias a ustedes, los quiero mucho.

A mis profesores del posgrado Dr. Alfonso A., Dra Brenda, Dra. Brisa, Dr. Alex, Dr. Alfonso A.M., Dr. Rodolfo, Dr. Pablo, Dr. Paco, Dra. Susy, Dra. Lety, Dra Adriana, gracias por todo lo que me enseñaron durante el posgrado, el endodoncista que soy y que llegare a ser es gracias a su enseñanza y su amistad, al Dr. Rosendo Carrasco, por su paciencia, consejos y ayuda durante la elaboración de la parte estadística de esta investigación.

A mi familia, amigos y equipo de trabajo, por todo su apoyo incondicional y sus palabras durante esta etapa.

A mis hermanos del posgrado Marleny y Juan Carlos, gracias por su amistad, compañerismo, consejos, todo lo que nos toco vivir durante dos años cuatro meses que sin duda han sido los mejores de mi vida.

A las personas que directa o indirectamente se vieron involucradas durante mi posgrado y la elaboración de mi tesis, gracias por estar ahí.

Un agradecimiento especial al Dr. Alfonso Andrade Ramos por permitirme pertenecer a la segunda generación del posgrado en Endodoncia de la BUAP, a la Dra Brenda Castillo por toda su sabiduría, consejos, apoyo y disponibilidad durante la elaboración de esta tesis, Mto. Eric Reyes Cervantes e Ileri por su ayuda con el análisis de las muestras en el CUVyTT, Dr. Alejandro Podolsky por la facilidad y ayuda con el Thermaprep, Fanny y Deny Nolasco, Samuel Nolasco y Ricardo Altieri gracias gracias por todas sus palabras de apoyo, sus buenos deseos y por estar siempre presentes en los éxitos y en las caídas.

Erika Rojas, gracias por todo tu apoyo, cariño y siempre estar en las buenas, en las malas y en las regulares también.

GRACIAS TOTALES !!!

ÍNDICE

	Pag.
1.- Introducción	1
2.- Antecedentes	4
2.1.- Generales	4
2.2.- Específicos	4
3.- Planteamiento del Problema	24
4.- Pregunta de Investigación	24
5.- Justificación	24
6.- Objetivos	25
6.1.- General	25
6.2.- Específicos	25
7.- Hipótesis	26
7.1.- Hipótesis de Investigación	26
7.2.- Hipótesis Nula	26
8.- Materiales y Métodos	26
8.1.- Diseño de Estudio	26
8.2.- Ubicación Espacio-Temporal	26
8.3.- Estrategia de Trabajo	27
8.4.- Muestreo	27
8.5.- Definición de la Unidad de Población	27
8.6.- Selección de la Muestra	27
8.7.- Criterios de Selección	28
8.8.- Criterios de Inclusión	28
8.9.- Criterios de Exclusión	28
8.10.- Criterios de Eliminación	29
9.- Variables	30
10.- Método de Recolección de Datos	31
10.1.- Fuentes de Información	31
11.- Técnica y Procedimiento	31
11.1.- Análisis de datos	46
12.- Diseño Estadístico	47

13.- Logística	47
13.1.- Recursos Humanos	47
13.2.- Recursos Materiales	47
13.3.- Recursos Financieros	49
13.4.- Bioética	49
14.- Resultados	50
15.- Discusión	68
16.- Conclusión	73
17.- Bibliografía	75

ABSTRACT

Objective: the objective of the present study was to evaluate the sealing of the root canals with the GuttaCore system (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) comparing AH Plus sealers (based on epoxy resin, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), Acroseal (epoxy resin with calcium hydroxide, Septodont) and Endosequence BC Sealer. Brasseler, USA Savannah, GA) by means of immersion and centrifugation technique with silver nitrate, the analysis will be performed with Scanning Electron Microscope (MEB), to quantify the filtration in root canals in microns.

Materials and Methods: 32 freshly extracted multi-root dental organs, to obtain a total of 96 roots, to form 4 groups:

G1 - Seal with GuttaCore blue stem (0.30 / 07) and cement sealant AH Plus. (10 teeth = 30 roots)

G2 - Will seal with GuttaCore blue stem (0.30 / 07) and sealant cement Endosequence BC Sealer. (10 teeth = 30 roots)

G3 - Seal with GuttaCore blue stem (0.30 / 07) and Acroseal sealant cement. (10 teeth = 30 roots)

CONTROL GROUP

G4 - Will be sealed with GuttaCore blue stem (0.30 / 07) without cement sealer. (2 teeth = 6 roots)

The teeth were sectioned longitudinally, microfiltration was observed in the cervical, middle and apical thirds under Scanning Electron Microscope (SEM) at magnification of 1000x, it was scored by a scale and three blind observers.

Results: Statistical analysis of the samples studied under the SEM indicates that the group 3: Guttacore-filled teeth and Acroseal sealant cement obtained the best result with respect to the smaller apical microfiltration. Groups 2 Teeth sealed with Guttacore and Endosequence BC Sealer and Group 4 Teeth sealed with Guttacore without sealant cement, showed to be the groups with greater apical microfiltration.

Conclusion: The degree of apical microfiltration of GuttaCore with the Acroseal sealant cement is less than the degree of microfiltration with the AH Plus and Endosequence BC Sealer sealants.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo del presente estudio es evaluar la obturación y sellado de los conductos radiculares con el sistema GuttaCore (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) comparando los cementos selladores AH Plus (a base de resina epoxi. Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), Acroseal (resina epoxi con hidróxido de calcio. Septodont) y Endosequence BC Sealer. Brasseler, USA Savannah, GA) mediante una técnica de filtración por medio de inmersión y centrifugado con nitrato de plata, el análisis se realizará con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB), para cuantificar en micras la filtración en los conductos radiculares.

Materiales y métodos: 32 órganos dentarios recién extraídos multirradiculares, para obtener un total de 96 raíces, para conformar 4 grupos:

G1 – Se obturaran con GuttaCore vástago azul (0.30/07) y cemento sellador AH Plus. (10 dientes = 30 raíces)

G2 – Se obturaran con GuttaCore vástago azul (0.30/07) y cemento sellador Endosequence BC Sealer. (10 dientes = 30 raíces)

G3 - Se obturaran con GuttaCore vástago azul (0.30/07) y cemento sellador Acroseal. (10 dientes = 30 raíces)

GRUPO CONTROL

G4 - Se obturaran con GuttaCore vástago azul (0.30/07) sin cemento sellador. (2 dientes = 6 raíces)

Los dientes se seccionaron de forma longitudinal, se observó la microfiltración en los tercios cervical, medio y apical bajo Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) a magnificación de 1000x, se calificó mediante una escala y tres observadores en ciego

Resultados: El análisis estadístico de las muestras estudiadas bajo el MEB indica que el grupo 3: Dientes obturados con Guttacore y cemento sellador Acroseal obtuvo el mejor resultado con respecto a la menor microfiltración apical. Los Grupos 2 Dientes obturados con Guttacore y Endosequence BC Sealer y el Grupo 4 Dientes obturados con Guttacore sin cemento sellador, mostraron ser los grupos con mayor microfiltración apical.

Conclusión: El grado de microfiltración apical de GuttaCore con el cemento sellador Acroseal es menor en comparación con los cementos selladores AH Plus y Endosequence BC Sealer.

1.- INTRODUCCIÓN

La endodoncia es la rama de la estomatología encargada de prevenir y eliminar los problemas de origen pulpar como puede ser una periodontitis apical, abscesos apicales, resorciones internas y externas y osteítis condensante, esto se elimina por medio del acceso cameral, instrumentación mecánica, irrigación, activación del irrigante, medicación intraconducto y obturación del sistema de conductos radiculares ^(1,2).

La obturación es la última etapa del tratamiento endodóntico y tiene valor fundamental en el éxito a mediano y largo plazo, por lo que su objetivo final es la obturación completa del sistema de conductos radiculares para lograr la preservación del diente como una unidad funcional sana.

Las características ideales de la obturación del sistema de conductos radiculares son las siguientes: Debe de realizarse de forma tridimensional para lograr prevenir la microfiltración hacia los tejidos periapicales del contenido del sistema de conducto radicular y también en sentido contrario. Utilizar la mínima cantidad de cemento sellador, el cual debe ser biológicamente compatible al igual que el material de relleno sólido, y químicamente compatibles entre sí para establecer una unión de los mismos y un sellado adecuado. Radiográficamente el relleno debe extenderse lo más cerca posible de la unión cemento dentina y observarse bien obturado sin espacios dentro del conducto radicular ⁽¹⁾.

El conducto obturado debe reflejar una conformación que se aproxime a la morfología radicular, debe mostrar una preparación continua en forma de embudo y ser estrecho en el ápice, sin excesiva eliminación de estructura dentinaria en cualquier nivel del sistema del conducto radicular. Esta obturación del conducto radicular persigue los siguientes objetivos: eliminar el paso de microorganismos y sustancias tóxicas desde el conducto a los tejidos periapicales ya que actúan como un irritante inflamatorio; evitar la entrada de sangre, bacterias o exudado

desde los espacios periapicales al interior del conducto; eliminar todo espacio vacío que evite la colonización por microorganismos procedentes de la región apical; y facilitar la cicatrización y reparación del tejido conjuntivo.

Es por eso la importancia de evaluar que los diferentes sistemas de obturación. Cumplan con estas características para el éxito de los tratamientos de endodoncia ^(3,4). Con el paso de los años, se han empleado diferentes técnicas y cementos selladores diseñados con diversos compuestos, como hidróxido de calcio, óxido de zinc y eugenol, ionómero de vidrio, resina epoxi y recientemente materiales biocerámicos, siempre se ha buscado el cemento ideal y que sea compatible con el material de obturación ayudando a la curación de los tejidos periapicales evitando toxicidad.

Todo esto ha creado un interés en desarrollar materiales y técnicas para poder obturar de una manera correcta, fácil y eficiente los conductos radiculares, ofreciendo éxito a largo plazo.

No se han registrado estudios que determinen la microfiltración en dientes obturados con GuttaCore (Dentsply, Maillefer Ballaigues, Switzerland) como técnica de obturación con los cementos Endosequence BC Sealer y Acroseal (Septodont, France) ^(5,6).

El objetivo del presente estudio es evaluar la microfiltración de los conductos radiculares con el sistema GuttaCore (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) comparando los cementos selladores AH Plus (a base de resina epoxi. Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), Acroseal (resina epoxi con hidróxido de calcio. Septodont) y Endosequence BC Sealer. Brasseler, USA Savannah, GA) mediante una técnica de filtración por medio de inmersión y centrifugado con nitrato de plata, el análisis se realizará con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB), para cuantificar en micras la filtración en los conductos radiculares.

Los resultados del presente estudio ayudaran a mejorar los tratamientos de endodoncia ofreciendo éxito a largo plazo al seleccionar adecuadamente el cemento endodóntico, así como facilitar la remoción de GuttaCore en caso de ser necesario, evitando la realización de una cirugía periapical o la extracción del órgano dentario.

2.- ANTECEDENTES

2.1.- ANTECEDENTES GENERALES

El objetivo final del tratamiento endodóntico es lograr un sellado hermético, de manera que no se filtren bacterias dentro o fuera del conducto radicular e impedir su desarrollo, sin irritar los tejidos periodontales, dejando al órgano dentario en el estado más inerte posible para el organismo ⁽⁷⁾.

GUTAPERCHA

La gutapercha es el material más utilizado para la obturación en la actualidad, es un polímero orgánico natural que proviene de un árbol de la familia de las Sapotáceas.

La forma más usada son los conos de gutapercha, existe en dos fases, alfa y beta, en la fase beta es decir sin calentar, el material es una masa sólida que puede condensarse, al ser calentado, cambia a fase alfa, en esta fase es flexible y pegajosa y puede fluir bajo presión. Un inconveniente de la fase alfa es que encoge al fraguar ^(2,8).

El contenido de la gutapercha es de 20% gutapercha, 65% óxido de zinc, 10% de sustancias radiopacas y 5% de plastificadores ^(1,2,9). La forma alfa de la gutapercha se da cuando es calentada por encima de los 65°C, si se enfría lentamente la forma alfa cristaliza conduciendo a la forma beta, la gutapercha alfa sufre menor contracción cuando es calentada y luego enfriada, por lo que tiene más estabilidad dimensional y es la que se utiliza en las técnicas termoplásticas ^(2,5,9).

La gutapercha posee ciertas ventajas y desventajas como son:

Ventajas: maleable, fácil de retirar, baja toxicidad, es plastificable con el calor o algunas soluciones químicas, no decolora, y tiene alta plasticidad.

Desventajas: no se adhiere a la dentina, tiene alto desplazamiento, no produce un sellado hermético, tiene poca rigidez, necesita de un cemento para poder adherirse (2,5,9).

Cuando las radiografías empezaron a utilizarse en endodoncia, los profesionales comenzaron a darse cuenta de que los conos de gutapercha no se adaptaban a la morfología radicular, cuyas raíces rara vez eran tubulares, lo que les llevó a plantearse la posibilidad de acompañar el material de obturación con algún tipo de cemento que tuviera la capacidad de rellenar esos espacios que se creaban entre las puntas y las paredes del conducto radicular (5,10).

CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS

Los cementos son un grupo de productos con una gran variedad de aplicaciones clínicas en odontología. La función cementante propiamente dicha es servir como agente de unión entre dos superficies. Cada cemento posee características que los diferencian uno de otro, pero todos ellos deben cumplir una serie de características ideales, como son:

Propiedades biológicas: biocompatible, no tóxico, inhibición de bacterias o de su crecimiento, buen sellado en la interfase diente cemento y gutapercha. Propiedades físico-mecánicas: Resistencia a la solubilidad, deformación elástica ser radiopaco y de bajo costo.

Por el momento se están haciendo una gran cantidad de investigaciones para encontrar el cemento que cumpla todos estos requisitos, por lo que es preciso conocer las características de los cementos que están disponibles en el mercado, para poder seleccionar el más adecuado (11,12).

En el mercado encontramos una gran variedad de cementos, ya sea a base de resinas, a base de hidróxido de calcio, a base de óxido de zinc y eugenol, a base de ionómero de vidrio y una reciente aparición los cementos biocerámicos. Esto conlleva al uso de varias técnicas de obturación con diferentes materiales para asegurar mejoras en la calidad del sellado mediante la evaluación de la microfiltración apical ⁽¹³⁾.

Los cementos selladores tienen como finalidad ocupar los espacios entre la gutapercha y las paredes del conducto radicular, como también los que existan entre los propios conos de gutapercha ^(14,15).

Esta sustancia facilita la obtención de un sellado impermeable, los selladores suelen penetrar a través de los conductos laterales y accesorios, y pueden ayudar a controlar los microorganismos, si quedan algunos de estos en las paredes o los túbulos del conducto radicular. También actúan como lubricantes para facilitar el asiento del material de relleno central durante la compactación ^(14,15).

Desafortunadamente, el sistema de conductos radiculares puede ser muy complejo, con gran cantidad de conductos accesorios lo que hace muy difícil su preparación y su obturación. Muchos estudios, han demostrado la permeabilidad que existe en el espacio que queda entre la dentina y la obturación por medio de colorantes, métodos electroquímicos y microscopio de barrido, haciendo posible la visualización de la microfiltración que existe clínicamente ^(1,5).

Grossman determinó 10 requisitos que debe de cumplir un material de obturación para ser el ideal:

1. Debe poder introducirse con facilidad en el conducto.
2. Debe de sellar el conducto radicular en las direcciones laterales y apical.
3. No debe contraerse después de ser colocado.

4. Debe ser impermeable.
5. Bacteriostático
6. Radiopaco
7. No pigmentar al diente
8. No irritar tejidos periapicales
9. Debe ser estéril, o poder esterilizarse con facilidad y rapidez
10. Debe poder retirarse con facilidad del conducto si fuese necesario.^(2,15,)

CEMENTO ENDODONTICO A BASE DE RESINA EPOXI

Estos cementos resinosos están hechos con resina epoxi que es un polímero, estos materiales fueron introducidos en endodoncia por Schroeder, demostrando un buen sellado apical, presentan una fluidez precisa, baja concentración y baja solubilidad, asegurando un sellado inmejorable es permanente, el cemento a base de resina epoxi mas popular y más utilizado es el cemento AH Plus ⁽¹⁶⁾.

AH PLUS

El cemento endodóntico AH Plus es fabricado por la casa comercial Dentsply Maillefer en Suiza, este cemento ha obtenido buenos resultados, evitando el fracaso endodóntico, su uso garantiza poca o nula microfiltración en los conductos radiculares ^(2,3).

Tiene propiedades físicas y químicas dando una buena respuesta y adaptación biológica, además de lograr un mejor sellado apical, presenta mayor radiopacidad, una mejor adhesión a la dentina, tiene mejor estabilidad dimensional que otros cementos selladores, es biocompatible, se adapta adecuadamente a los sistemas de conductos, presenta buena fluidez y tensión superficial, tiene baja solubilidad, es viscoso y nos ofrece un muy buen tiempo de trabajo ^(17,18,19,20).

El AH Plus, es un cemento sellador que permite un sellado permanente, siendo biocompatible, también es más fácil de eliminar en los re-tratamientos, su

forma de preparación es fácil y rápida, ofrece menos complicaciones post-operatorias, con menor inflamación crónica (32,37).

El fraguado de este cemento se da por la temperatura del cuerpo humano. El AH Plus se puede utilizar con todas las técnicas conocidas de obturación inclusive con las técnicas más modernas y actuales ofreciendo una buena obturación de los conductos radiculares (17,18,19,20).

Estudios han encontrado que el tiempo de trabajo de este cemento es de hasta cuatro horas, el tiempo de fraguado es de hasta ocho horas a una temperatura de 37°C, su fluidez alcanza hasta los 36 mm, el espesor de la capa es de 26micras, puede llegar a presentar una contracción de 1.76% Y una solubilidad de 0.31% después de una semana (17,18,19,20).

El AH Plus está compuesto por dos pastas (tubos), en los cuales encontramos: (20)

TUBO A	TUBO B
25-50% de resina epoxi de Bisfenol A	Dibenzil-dinamina
Resina epoxi de Bisfenol b	Aminoadamantano
Tungstenato de calcio	Tricilo- decano-díamina
10-25% de óxido de zirconio	Tungstenato de calcio
Sílice	Sílice
Óxido de hierro	Aceite de silicona

CEMENTO ENDODONTICO A BASE DE SILICATO DE CALCIO

Durante las ultimas dos décadas, una serie de importantes avances se han hecho en el campo de los materiales bioactivos utilizados para el tratamiento endodóntico, materiales también llamados biocerámicos, con naturaleza biocompatible y excelentes propiedades físico-químicas (21).

Los biocerámicos son un subtipo importante de material biocompatible. Están específicamente diseñados para ser utilizados en la fabricación de implantes quirúrgicos, prótesis y órganos artificiales. Pueden funcionar como cementos, materiales de reparación, selladores de conductos radiculares y materiales de relleno (15,22).

Fueron introducidos en endodoncia en la década de 1990, primero como materiales de obturación retrógrada y después como cementos de reparación y como selladores de conductos radiculares (15,22,61).

Estos materiales se clasifican en:

- **Bioinerte:** ya que no interactúa con los sistemas biológicos.
- **Bioactivo:** porque este puede ser durable en los tejidos y puede tener interacciones con los tejidos.
- **Biodegradable:** ya que puede ser soluble o reabsorbible (23,62).

ENDOSEQUENCE BC SEALER

Es un sellador endodóntico biocerámico pre-mezclado que contiene óxido de circonio, silicato tricálcico, silicato dicálcico, sílice coloidal, silicatos de calcio, fosfato de calcio fosfato monobásico e hidróxido de calcio. El óxido de circonio se añade para incrementar la radio opacidad del sellador (15).

Se considera un material insoluble, radiopaco, libre de aluminio en su composición, necesita agua para fraguar, por sus propiedades mecánicas se puede considerar un material pseudoplástico, su tiempo de trabajo es de 1.40 minutos, debido a que el fraguado comienza con el contacto por medio de la humedad presente en los túbulos dentinarios, el tiempo de fraguado puede variar de 4 horas en un entorno húmedo a 72 horas en un entorno seco, tiene una fluidez de 20mm (similar al AH Plus), tiene buena estabilidad dimensional, sufre una ligera expansión a los 30 segundos al estar en contacto con humedad, ofrece muy buena radiopacidad (10,13,16,17,18,24,25).

El sellador, en combinación con gutapercha, aumenta los valores de la fuerza de adhesión (19,26). Endosequence BC Sealer es un sellador con características alcalinas, al inicio del fraguado tiene un pH superior a 12, manteniéndose hasta por 5 semanas (15,20,26).

Posee un potente efecto antibacteriano, erradicando todas las bacterias en 2 minutos al estar en contacto y manteniendo este efecto 3 a 7 días después. La capacidad antibacteriana puede ser una combinación del alto pH, de su capacidad hidrofílica y de la difusión activa del hidróxido de calcio (15,16,19, 21).

Este material está indicado para utilizarse con la técnica de obturación de cono único, ya que sus propiedades físicas y químicas se pueden ver alteradas por los cambios de temperatura. (21)

CEMENTO ENDODONTICO A BASE DE RESINA EPOXI E HIDRÓXIDO DE CALCIO

ACROSEAL

Acroseal es un producto fabricado por la casa comercial Septodont en Francia, este material sella los conductos de manera permanente y minimiza los riesgos de fracaso en endodoncia, este cemento ayuda a curar los tejidos periapicales por su capacidad de sellado, por sus componentes de hidróxido de calcio y la matriz epóxica crean un alto pH durante la obturación, mejorando la cicatrización(27).

Se adhiere a las paredes de los conductos radiculares y a la gutapercha, es insoluble en agua proporcionando una obturación a prueba de fugas, posee baja viscosidad que permite que fluya fácilmente en conductos accesorios, este material es libre de eugenol ayudando a la fácil preparación y colocación de un futuro endoposte (27,28).

La avanzada química especial de su matriz epoxi contiene hidróxido de

calcio y provoca un alto pH intraconducto durante la obturación final, mejorando sensiblemente la cicatrización periapical, ya que este cemento nos ofrece un pH alcalino, así ayuda a la cicatrización mas rápido y la eliminación de las bacterias (27). Existe información limitada sobre la capacidad antibacteriana de Acroseal contra algunos de los microorganismos predominantes clínicamente relevantes incluyendo *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans* (23,26).

Los iones de calcio que son liberados por el cemento gracias a su porción de hidróxido de calcio, pueden reaccionar con el dióxido de carbono y reducir la fuente de respiración de las bacterias anaerobias (3).

En sus características encontramos: presenta cero solubilidad en agua, se adhiere a las paredes del conducto y puntas de gutapercha, altamente biocompatible, baja viscosidad, no contiene eugenol, realiza una polimerización química, es radiopaco (30,31).

Entre sus beneficios encontramos: es un material insoluble, ofrece un menor riesgo de reinfección, se puede utilizar con todas las técnicas de obturación de gutapercha, frías o calientes, puede obturar conductos accesorios de modo que exista menor riesgo de reinfección, crea un alto pH intraconducto durante la obturación final que ayuda a mejorar la cicatrización periapical, compatibilidad mejorada con las modernas técnicas adhesivas restaurativas, reducida contracción, permite una fácil remoción en caso de retratamiento (12,31).

La presentación la podemos encontrar en dos tubos (pasta A y pasta B), o premezclado en una jeringa de fácil inyección, sus componentes son:

BASE	CATALIZADOR
Ácido glicirrético (enoxolona) (antiinflamatorio)	Hidróxido de calcio (32%)
Metenamina (anti-aséptico)	DGEBA (resina epóxica)
Excipiente radiopaco	Excipiente radiopaco

A pesar de ser un cemento que tiene varios años en el mercado, pocos endodoncistas están familiarizados con este cemento, existe pocos reportes e investigaciones sobre este cemento endodóntico.

OBTURACIÓN EN ENDODONCIA

El objetivo de la obturación según Walton y Torabinejad, es la creación de un sellado hermético contra los líquidos en toda la longitud del sistema endodóntico desde coronal hasta apical, creando un sellado hermético (2).

En 1994, la Sociedad Europea de Endodoncia emitió un informe determinando las directrices cualitativas del tratamiento endodóntico, que refiere los siguientes objetivos de la obturación de los conductos radiculares: Prevención del paso de microorganismo y líquidos a lo largo del conducto radicular, un relleno completo del sistema de conductos, para bloquear el ápice, túbulos dentinarios y conductos accesorios (2,4,5,9).

La obturación de conductos radiculares pretende un doble objetivo: técnico y biológico.

Técnico: Consiste en rellenar, de la manera más hermética posible, la totalidad del sistema de conductos radiculares con un material que sea estable y que se mantenga de forma permanente dentro de él, sin sobrepasar sus límites, obteniendo un correcto sellado de manera coronal apical y de forma lateral (20,29).

Biológico: El material ideal debe favorecer la reparación del tejido periapical y la aposición de cemento en las zonas reabsorbidas del ápice a causa de patologías (20,29)

Hoy en día, se pueden emplear diferentes técnicas para obturar el sistema de conductos radiculares, y se suelen clasificar basándose en dos parámetros: la dirección de la condensación (lateral o vertical) y la temperatura con la que se trabaje la gutapercha (fría o caliente); podemos clasificar las técnicas de obturación como: (2,4,5,9)

Técnicas en frío:

- Condensación lateral de la gutapercha.
- Gutapercha reblandecida con solventes

Técnicas en caliente:

- Condensación vertical (Shilder).
- Onda continua (System B, Calamus, B&L, Obtura)
- Compactación termo-mecánica: Microseal System.
- Gutapercha inyectada: Obtura, Ultrafil.
- Vástago revestido de gutapercha: Thermafil, Softcore, GuttaCore (2,4,5,9).

En esta investigación se emplea la técnica caliente con un vástago revestido de gutapercha que es el GuttaCore.

THERMAFIL

Thermafil es el antecesor de GuttaCore (fabricado por Dentsply Tulsa), fue introducido como un material de obturación de gutapercha con un núcleo sólido fabricado originalmente con un núcleo metálico y una cobertura de gutapercha, el portador se calentaba en el fuego (32). Tuvo una gran aceptación por la facilidad de la colocación y flexibilidad de la gutapercha, su principal desventaja era para la posterior rehabilitación por la dificultad de colocar un poste al momento de intentar desobturar y preparar el espacio para un endoposte (33,34,35).

Sin embargo, como con cualquier otra técnica o material, su uso provocó numerosos problemas que incluyeron la posible extrusión del material hacia el periápice, imposibilidad de retirar el soporte en conductos demasiados curvos, incorrecta adaptación de la gutapercha en el conducto radicular, posibilidad de una perforación radicular durante la preparación para la colocación de endopostes o en la desobturación del conducto radicular (33,34,35).

Con el objetivo de eliminar estos problemas se desarrollaron los obturadores centrales que proporcionan una mejor técnica de obturación. Se trata

de un núcleo compuesto de elastómeros termoestables de gutapercha en fase beta que son los que forman ahora el vástago, este se encuentra recubierto de gutapercha en fase alfa, este obturador es llamado GuttaCore, también fabricado por Dentsply Tulsa ⁽³⁶⁾.

GUTTACORE

Es el primer obturador creado con un núcleo de gutapercha entrelazado (elastómeros termoestables), haciendo que la gutapercha sea más resistente, sin modificar sus propiedades ⁽³⁷⁾.

Durante la obturación con cualquier técnica, se emplean vectores de fuerza hidráulica permitiendo que el material de obturación pueda fluir en todas las direcciones posibles dentro del conducto radicular, GuttaCore utiliza una fuerza suavizada por la fluidez del material dentro del conducto permitiendo que el material se desplace en todas las direcciones en una forma homogénea brindando una obturación tridimensional obturando el conducto principal, conductos laterales y accesorios, a comparación de las técnicas de compactación lateral o vertical que pueden desplazar la gutapercha solo en una o dos direcciones de una forma no homogénea e impredecible ^(38,39).

Para obtener una correcta obturación radicular, el conducto debe estar perfectamente instrumentado previamente y desinfectado para maximizar la fuerza hidráulica permitiendo que fluya la gutapercha en los conductos con la colocación de GuttaCore, evitando posibles obstáculos que impidan el correcto desplazamiento del material de obturación a todos los espacios que se encuentran en los conductos radiculares ⁽⁴⁰⁾.

Para el uso de GuttaCore se debe tomar en cuenta que: Antes de la obturación, los conductos radiculares deben ser instrumentados como mínimo a un calibre 25/.06 o más si es posible, para proporcionar el espacio suficiente para el GuttaCore, facilitando así su colocación sin complejidad ⁽⁴¹⁾.

GuttaCore está diseñado para obturar los sistemas de conductos radiculares que han sido instrumentados con alguno de los sistemas rotatorios de la casa Dentsply Sirona, como son: Protaper Universal, Protaper Next, Wave One y Wave One Gold, el obturador central de GuttaCore es del mismo tamaño en apical que la última lima rotatoria utilizada, para la correcta elección del obturador, el sistema GuttaCore posee verificadores (calibradores) que ayudan a determinar el obturador a utilizar debido a que estos verificadores corresponden a la última lima del sistema rotatorio utilizada, permitiéndonos un correcto ajuste del obturador colocándolo 1mm corto de la longitud de trabajo para evitar posibles extrusiones (36,40,41).

Por el avance químico de polímeros que presenta GuttaCore ha permitido otorgarle al obturador la fuerza suficiente para ser colocado en conductos severamente curvos o conductos que son difíciles de alcanzar. Al igual que con todos los procedimientos de obturación con gutapercha, es esencial el uso de un cemento sellador, sin embargo, su ubicación es un poco diferente que con otras técnicas de obturación, con GuttaCore, el cemento sellador se coloca en la entrada de los conductos radiculares y sus excesos deben ser eliminados ya que el cemento, será llevado a la zona apical del conducto con una mínima o nula extrusión (42).

La desventaja que presenta en frío el GuttaCore es que no se puede curvar, se requiere de un calentamiento mínimo para permitir el flujo y adaptación a las paredes del conducto previamente preparado, esto se logra por medio del horno Thermaprep (Dentsply Tulsa) (41,42).

El horno Thermaprep está diseñado para proporcionar el reblandecimiento del material, manteniendo la integridad y la fortaleza central; este horno ofrece calor en tres dimensiones que permiten un mejor reblandecimiento del material para generar una obturación tridimensional, con este horno se pueden calentar

dos obturadores al mismo tiempo, el horno permite calentar los obturadores entre 20 y 49 segundos dependiendo del tamaño del obturador, brinda la correcta temperatura en todo el obturador, al estar listo el obturador el horno emite un sonido que indica que se ha calentado por completo y está listo para utilizarse, al retirar el obturador del Thermaprep, contamos con 90 segundos para poder colocarlo dentro de los conductos radiculares (41,42).

Una vez listo el obturador, el operador debe colocarlo con un movimiento lento y mantenerlo firme empujándolo hasta la longitud de trabajo determinada, para cortar el mango excedente se puede realizar dando ciertos giros al vástago o con un instrumento afilado se puede cortar el mango, o con un movimiento de palanca de lado a lado hasta que se libera o simplemente con una fresa, una vez retirado, se puede compactar brindando un mejor llenado del conducto radicular.

Con lo reportado en las investigaciones de GuttaCore nos ofrece:

- Obturación tridimensional homogénea de alta calidad
- Ahorro de tiempo por su fácil colocación y rápido calentamiento
- Biocompatibilidad
- Excelente radiopacidad
- Facilidad de crear espacio para un endoposte
- Fácil retratamiento (36,38,39,40)

En las desventajas de GuttaCore aún faltan estudios acerca de su comportamiento a largo plazo, permitiendo así abrir una línea de investigación sobre las desventajas e inconvenientes de usar GuttaCore (36).

FRACASOS EN EL TRATAMIENTO POR MICROFILTRACIÓN APICAL

Uno de los factores que se evalúa en el sellado apical son los residuos irritantes que se encuentran en los conductos radiculares como son las bacterias que no se eliminan por completo durante la conformación de los conductos (1,3,4,5).

Walton y Torabinejad mencionan que si se sellan los irritantes al momento de la obturación puede evitarse el escape de estos irritantes hacia los tejidos, así las bacterias selladas en el conducto pierden su viabilidad por falta de sustrato, hay bacterias que a pesar de estar muertas pueden ser antígenos que producen inflamación periapical.

Actualmente la manera convencional de llevar a cabo una obturación radicular es con gutapercha y cemento, si el tratamiento convencional fracasa, se debe de repetir el tratamiento, pero si tampoco se obtiene éxito, se debe realizar una cirugía periapical en donde se buscara el sellado apical mediante una retro-obturación (1,3,4,5).

Existen dos caminos por los cuales puede ocurrir la microfiltración a nivel apical, la primera es una filtración a lo largo de la interfase del material de obturación y la pared del conducto radicular. La segunda se presenta cuando solamente se ha realizado una cirugía periapical donde fluyen y penetran los fluidos y las sustancias a lo largo de los túbulos dentinarios que quedan expuestos al realizar el biselado del ápice (1,3,4,5).

El tercio apical, es una estructura anatómica compleja, en la que, debido a múltiples factores, resulta difícil la correcta desinfección y obturación; entre ellos, se encuentran:

- Longitud de trabajo
- Diámetro apical
- Conductos ovalados
- Curvaturas apicales
- Conductos laterales (1,3,4,5).

MEDICIÓN DE LA FILTRACIÓN

Para estudiar la filtración en endodoncia, existen diferentes métodos; cada uno de ellos presenta ventajas e inconvenientes. En muchos estudios se separa la raíz de la corona, se limpia y obtura la raíz de forma similar a como se realiza a nivel clínico, y se someten las muestras a los marcadores como son colorantes, bacterias, isótopos, entre otros; que serán los que muestren los espacios sin obturar en el interior del conducto ⁽⁴³⁾.

Los distintos tipos de marcadores son una de las variables que sirven para establecer una clasificación de los diferentes métodos que estudian la microfiltración como es:

- Tintes
- Electroquímicos
- Radioisótopos
- Con bacterias y/o sus metabolitos ^(38,39).

Estos últimos sistemas son más representativos, pero son más complejos de realizar. En aquellos donde se emplean isótopos requieren aparatología muy específica, e incluso pueden resultar peligrosos. Esto además conlleva que sea difícil de comparar los resultados de esos estudios ^(38,39).

La gran mayoría de los estudios se realizan con fluidos que filtran a través del conducto y el marcador más utilizado suele ser un colorante. Estos estudios son los más empleados para comparar las distintas técnicas de obturación, los diferentes selladores y obturaciones provisionales o definitivas ^(38,39). Los estudios sobre filtración, se pueden realizar “in vitro” o “in vivo”, ya que son fiables, reproducibles, sencillos y baratos.

El nitrato de plata es una sal inorgánica mixta, es ampliamente utilizado para detectar la presencia de cloruro en otras soluciones. Cuando el nitrato de plata es diluido en agua, este reaccionara oxidándose, si el nitrato entra en

contacto con bacterias o tejido este provoca su destrucción por acción química, el nitrato de plata también puede oscurecerse al entrar en contacto con la luz, el tamaño de las partículas del nitrato de plata es de 5nm a 100nm, mientras que el tamaño promedio de una bacteria es de 0.5um a 5um (una micra son 100 nanómetros, es decir la partícula del nitrato de plata es mas pequeña que una bacteria). Actualmente en odontología existen pocos estudios reportados que utilicen el nitrato de plata como técnica de medición para la microfiltración (33,34).

Es por eso que en esta investigación se decide ocupar el nitrato de plata, debido a que al no ser una tinción es difícil de retirarlo al lavar las muestras, al oscurecer los espacios dentro del conducto radicular se podrá observar si existió una mala instrumentación o una mala desinfección que se ve reflejada en la obturación radicular causando espacios generando microfiltraciones.

MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

Es un instrumento que permite observar y obtener imágenes de la materia y forma de que están compuestos los materiales. Nos permite obtener imágenes tridimensionales que se forman por líneas y puntos de electrones secundarios (escaneo). Estas imágenes se forman por medio del cátodo que se encuentra en el microscopio electrónico de barrido, el cátodo al calentarse emite una fuente de electrones primarios, los cuales se desplazan de manera rectilínea hasta alcanzar la muestra a examinar, penetran en la materia de la muestra y los electrones secundarios son los que van a dar la proyección de la imagen en blanco y negro, estas imágenes tienen un efecto 3D, permite realizar fotografías con amplios aumentos, desde 3x hasta 150.000x (64,65).

Las imágenes que proporciona el MEB ayudan en la investigación a determinar la extensión de la penetración del nitrato de plata, ya que penetrara en espacios que se encuentran sin obturar donde no pudo entrar la gutapercha o el cemento sellador, estos espacios se notan con mayor resolución y se puede realizar la medida cuantificando las áreas donde se encuentran estos espacios

midiéndose en micras y obteniendo la cantidad y tamaño de los espacios donde se encuentra la microfiltración, el MEB ofrece imágenes que pueden evaluarse cualitativa o cuantitativamente. (64,65).

En este estudio, el uso del MEB permitirá evaluar la calidad de obturación de los conductos radiculares y medir en micras los espacios donde se encuentre la microfiltración dentro de los conductos radiculares.

2.2- ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

La función de la obturación es llenar el espacio del conducto radicular y eliminar las vías de entrada entre el conducto y el periodonto. Cuando una obturación es adecuada esta debe presentar buena condensación, sellar los espacios que conducen al periodonto y adaptarse a las paredes de los conductos instrumentados (15).

Johnson en 1978 propuso el uso de un soporte de metal recubierto con una capa de gutapercha, que al calentarse permite una mejor obturación radicular, llamándolo Thermafil. Posteriormente Gutmann et al, encontraron que una obturación exitosa debe presentar un sellado hermético (5, 32, 32).

Sundqvist, menciona que un sellado hermético previene el ingreso de las bacterias y de sus productos hacia los tejidos periapicales previniendo así la periodontitis apical (20).

Gutmann et al, en 1993 concluyeron que el uso de la técnica de obturación termoplastificada con un vástago recubierto de Gutapercha en pruebas ex vivo fue adecuado (35).

Thermafil fue modificado en el año 2013 creando GuttaCore, que es un sistema con un núcleo central, elaborado por un reticulado o entrelazado fuerte de

elastómeros termoestables de gutapercha, permitiendo que esta sea más resistente sin modificar sus propiedades, creada por la marca Dentsply Tulsa Dental Specialties (37).

Saunders, reportó evidencia histológica de la reabsorción del cemento extruido por la obturación realizada con GuttaCore (32).

Barkhordar et al., encontraron que los aumentos de temperatura en los tejidos periapicales al momento de obturar con GuttaCore, aumenta de 1.98 a 3.02°C (38).

Manuele Mancini, encontró que es fácil de retratar, eliminar y preparar espacio para poste, cuando se obtura con GuttaCore ya que solo se tarda de 25 a 35 segundos en desobturar los conductos con un sistema rotatorio (36).

Gade y colaboradores en 2015, encontraron que al utilizar una técnica de obturación termoplastificada, la adhesión del Endosequence fue más alta que con AH Plus. (11)

Se ha demostrado que el aumento de extensión y capacidad de fluir de la gutapercha termoplastificada hacia los conductos laterales e irregularidades varían directamente con la velocidad de inserción de los obturadores de GuttaCore, reproduciendo la anatomía interna compleja del conducto (38).

GuttaCore es el único sistema que posee un núcleo de gutapercha reticulada rígida, que sirve como soporte, tiene un recubrimiento de gutapercha en fase alfa. El fabricante indica que el núcleo no se ve afectado por el calor del horno y facilita la preparación de espacio para endoposte (28).

Rubach y Mitchell, detectaron conductos laterales en el 45% de los 74 dientes que estudiaron, la mayoría de ellos ubicados en el tercio apical de las

raíces. De Deus, encontró conductos laterales en el 27.4% de 1.140 dientes observados: 17% se localizaron en el tercio apical, 8.8% en el tercio medio y 1.6% en el tercio coronal. La presencia de conductos accesorios y laterales permite el paso a las bacterias y productos de degradación de tejidos entre el espacio del conducto radicular y el tejido periodontal ⁽⁵⁴⁾.

Clark y ElDeeb, informaron que existe una mayor incidencia de conductos laterales obturados utilizando Thermafil o GuttaCore en comparación con la compactación lateral ⁽³³⁾.

La correcta obturación radicular tiene como objetivo compactar mayor cantidad de gutapercha en el conducto con una mínima cantidad de sellador, porque la mayoría de los selladores se contraen y se disuelven con el tiempo, mientras que la gutapercha es estable dimensionalmente. GuttaCore es capaz de obturar conductos con preparaciones cónicas y con irregularidades ⁽²⁸⁾.

Kim menciona que la mayoría de los cementos endodónticos presentan contracción durante el fraguado, creando espacios que son vías potenciales para la microfiltración bacteriana ⁽⁸⁾.

Aproximadamente el 60% de los fracasos endodónticos se han atribuido a una obturación inadecuada del sistema radicular. ⁽²⁶⁾

Strindberg, consideró que la causa más común de fracaso en un tratamiento de conductos se debía a la filtración de fluidos a nivel apical en un conducto defectuosamente obturado ⁽³⁹⁾.

Ingle, ha reportado que la mayoría de los fracasos de los tratamientos de conductos se debe por un sellado incompleto entre la dentina y el material de obturación, esta es la razón de que se debe utilizar materiales que logren un sellado hermético. ^(2,9)

Harthy y Adenubi, coincidieron en sus estudios al afirmar que el número de tratamientos de conductos fracasados era mayor cuando se detectaban espacios en la parte apical de la preparación, principalmente entre la pared del conducto y el material de relleno (6).

Hovland y Dumsha, consideraban que la microfiltración puede producirse en las interfaces cemento-dentina y cemento-gutapercha, por la disolución del cemento, de esta manera mencionan que uno de los puntos críticos de la microfiltración se encuentra en el cemento endodóntico (6).

Giménez Oddoni, recomienda los estudios “in vitro” por su sencillez en el uso, facilidad de reproducción, ya que es un sistema ampliamente difundido por muchos autores, lo que favorece la posibilidad de realizar comparaciones.

Duggan, menciona las ventajas de los estudios “in vitro”, como la sencillez y el mayor control de las variables. Dentro de los estudios “in vitro”, los que emplean colorantes son los más frecuentes en la literatura sobre filtración en endodoncia.

El Journal of Endodontics, en el 2007, realizó una mención que las pruebas “in vitro” pueden ser útiles a la hora de aplicar sus conclusiones a nivel clínico. En el año 2008 se realizó la estandarización de la investigación sobre la filtración con colorantes (3).

3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de que en el mercado dental existen diferentes cementos selladores para endodoncia, anteriormente los más utilizados eran los cementos a base de hidróxido de calcio, por su capacidad de rápida eliminación de la infección, en la actualidad se utilizan los cementos a base de resina epoxi, los cuáles ofrecen un buen sellado y adaptabilidad del material de obturación con la dentina.

En la búsqueda del cemento ideal se puede encontrar en el mercado un cemento con la combinación de hidróxido de calcio y resina epoxi que es Acroseal (Septodont, France) y el biocerámico Endosequence BC Sealer (Brasseler, USA Savannah, GA). Es necesario evaluar la microfiltración apical presentada con estos cementos para seleccionar el material ideal y lograr una correcta obturación con el sistema GutaCore, aumentando el éxito de los tratamientos a largo plazo.

4.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál cemento presenta menor filtración apical al obturar con el sistema GuttaCore?

5.- JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existen pocos estudios que se encarguen de evaluar la microfiltración apical con cementos a base de hidróxido de calcio combinados con resina epoxi, es necesario la evaluación de este cemento, para determinar si posee las características ideales como cemento sellador que evite la microfiltración apical.

Actualmente no se han reportado estudios concluyentes que evalúen la microfiltración apical de GuttaCore con los tres cementos mencionados (AH Plus,

Endosequence BC Sealer y Acroseal) por medio de la tinción con nitrato de plata, visto al microscopio electrónico de barrido y/o microscopio óptico. Los resultados de esta investigación permitirán identificar las cualidades y deficiencias de estos cementos, permitiendo al endodoncista tomar la mejor decisión al seleccionar el cemento de obturación ideal para realizar una obturación eficaz obteniendo éxito a largo plazo.

6.- OBJETIVOS

6.1.- OBJETIVO GENERAL

Comparar la microfiltración apical de 3 cementos selladores (AH Plus, Endosequence BC Sealer y Acroseal) al obturar con el sistema GuttaCore.

6.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar microfiltración con el marcador de nitrato de plata en el grupo GuttaCore (Dentsply) con AH Plus (Dentsply) como cemento sellador.

Evaluar microfiltración con el marcador de nitrato de plata en el grupo GuttaCore (Dentsply) con Endosequence BC Sealer (Brasseler) .

Evaluar de la microfiltración con el marcador de nitrato de plata en el grupo GuttaCore (Dentsply) con Acroseal (Septodont).

Comparar la microfiltración en los tercios medio, cervical y en la entrada del conducto en los diferentes grupos.

Cuantificar la microfiltración en micras en conductos radiculares con el Microscopio Electrónico de Barrido.

Comparar la microfiltración por tercios entre los diferentes grupos de estudio y el grupo control.

Identificar el cemento sellador que presenta menor filtración apical al obturar con el sistema GuttaCore.

7.- HIPÓTESIS

7.1.- HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN (HI)

El grado de microfiltración apical de GuttaCore con el cemento sellador Acroseal es menor al grado de microfiltración con los cementos selladores AH Plus y Endosequence BC Sealer.

7.2.- HIPÓTESIS NULA

GuttaCore con el cemento sellador Acroseal no logra mejorar o igualar el grado de microfiltración que ofrece GuttaCore con AH Plus y GuttaCore con Endosequence BC Sealer.

8.- MATERIALES Y MÉTODOS

8.1.- DISEÑO DEL ESTUDIO

Prospectivo, Transversal, Analítico, experimental, *ex vivo*, *in vitro*, Triple ciego.

8.2.- UBICACIÓN ESPACIO – TEMPORAL

La investigación se realizó en el posgrado de Endodoncia de la BUAP, Laboratorio de Biomateriales dentales, Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido, Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología en C.U., Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

8.3.- ESTRATEGIAS DE TRABAJO

Se realizó la búsqueda de información para la investigación en libros, artículos, revistas, páginas de internet y revistas indizadas con factor de impacto, los órganos dentarios se obtuvieron de las clínicas de licenciatura de la FEBUAP y en consultorios particulares, para la instrumentación se utilizaron limas rotatorias Protaper Next (Dentsply, Maillefer), se utilizó radiovisiógrafo de marca Fona para observar la correcta instrumentación y obturación, para la obturación se utilizó los cementos mencionados y el horno Thermaprep para el GuttaCore (Dentsply, Maillefer), la recortadora Voulier del laboratorio de materiales dentales de la FEBUAP. el microscopio que se encuentra en la clínica del posgrado de Endodoncia, para observar donde se encuentran las microfiltraciones y posteriormente estas fueran medidas en micras con el microscopio electrónico de barrido que se encuentra en C.U. en el Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología (CUVyTT).

8.4.- MUESTREO

No probabilístico por conveniencia que cumplan con los criterios de inclusión.

8.5.- DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE POBLACIÓN

Órganos dentarios recién extraídos, dientes permanentes, multirradiculares, libres de fracturas, fisuras, restauraciones o tratamiento de endodoncia, donados por alumnos de la FEBUAP, de consultorios y clínicas dentales particulares.

8.6.- SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Se seleccionaron 32 órganos dentarios recién extraídos multirradiculares, para obtener un total de 96 raíces, de acuerdo a las referencias revisadas los dientes se mantuvieron almacenados en agua destilada para su conservación hasta la

finalización del estudio, se colocaron en la incubadora del laboratorio de Biomateriales dentales de la facultad de Estomatología de la BUAP, a 100% de humedad a 37°C para evitar su descomposición, las muestras se distribuyeron aleatoriamente en los diferentes grupos de estudio.

- 10 órganos dentarios se instrumentaron y se obturaron con GuttaCore y cemento sellador AH plus.
- 10 órganos dentarios se instrumentaron y se obturaron con GuttaCore y cemento sellador Endosequence BC Sealer.
- 10 órganos dentarios se instrumentaron y se obturaron con GuttaCore y cemento sellador Acroseal.
- 2 órganos dentarios se instrumentaron y se obturaron con GuttaCore, sin cemento sellador, estos órganos dentarios funcionaron como grupo control.

8.7.- CRITERIOS DE SELECCIÓN

8.8.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Dientes multirradiculares permanentes.
- Dientes con raíces completas.
- Formación radicular completa.
- Libres de sarro dental.
- Sin patología aparente a la inspección clínica.

8.9.- CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Dientes con ápices inmaduros.
- Dientes con fracturas o fisuras radiculares.
- Dientes unirradiculares.
- Dientes con tratamiento de conductos.

- Dientes con raíces fusionadas

8.10.- CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Dientes con apicectomía
- Dientes con resorción interna o externa.
- Terceros molares
- Dientes supernumerarios

9.- VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala	Análisis Estadístico
Microfiltración Apical (Dependiente)	Ingreso de fluidos orales y/o bacterias en el conducto radicular y el material de obturación.	Penetración del nitrato de plata visto en el Microscopio Electrónico de Barrido, se medirá en micras	Cuantitativa de razón	Estadística descriptiva ANOVA Kappa Se realizará una evaluación observacional de triple ciego.
Sellado Apical (Dependiente)	Cierre que evita que sustancias y/o bacterias puedan atravesar del conducto radicular a los tejidos periapicales y viceversa.	0 – Sin penetración de tinción 1- Penetración del nitrato de plata en la entrada de los conductos 2-Penetración del nitrato de plata en el tercio cervical 3-Penetración del nitrato de plata en el tercio medio 4- Penetración del nitrato de plata en el tercio apical	Cualitativa ordinal	
Técnica (Independiente)	Procedimiento empleado para realizar la obturación del conducto radicular.	GuttaCore	Cualitativa Nominal Dicotómica	
Material (Independiente)	Conjunto de elementos e instrumentos encargados de realizar el tratamiento de	Cementos Selladores Endodónticos	Cualitativa Nominal	

10.- MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos obtenidos se recolectaron en tablas de Excel las cuales llevaron los datos del órgano dentario (pieza muerta) que se utilizó, longitudes de trabajo, lima final hasta que se instrumentó, vástago de GuttaCore con el que se obturó, cemento que se utilizó para la obturación, grados de microfiltración que se observa en cada raíz.

10.1.- FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información utilizadas en la investigación fueron de tipo secundarias

11.- TÉCNICA Y PROCEDIMIENTO

Se seleccionaron 32 dientes multirradiculares superiores e inferiores de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión mencionados anteriormente.

Se realizara limpieza de los dientes con una gasa húmeda con NaOCl.

(Imagen No. 1)



Imagen No. 1, Obtención de las muestras

Los dientes se recolectaron en frascos de plástico con suero fisiológico inmediatamente después de que fueron extraídos. Los dientes fueron decoronados a la altura de la unión cemento-esmalte con disco de diamante y abundante irrigación con agua, a una longitud estandarizada de 15mm. (Imagen No. 2 y 3)



Imagen No. 2
Selección de la muestra



Imagen No. 3
Decoronación de las muestras

Se realizó tratamiento de conductos convencional, se determinó la longitud de trabajo con una lima manual tipo K #10 (Imagen No. 4), se verificó la longitud de trabajo mediante una radiografía digital (Imagen No. 5), posteriormente se inició la instrumentación rotatoria con una lima ProGlider (Dentsply,Maillefer).

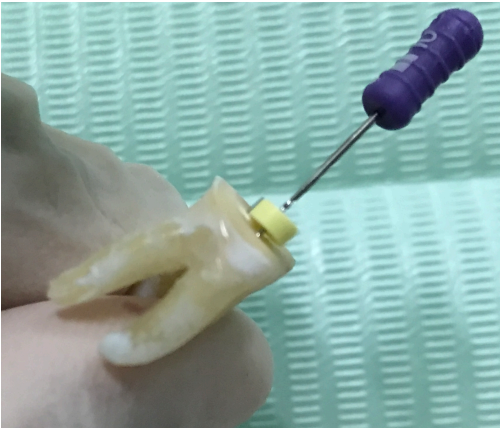


Imagen No. 4
Longitud de Trabajo

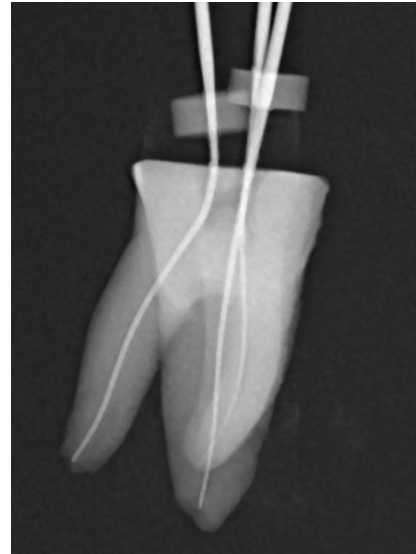


Imagen No. 5
Conductometría Radiografía Digital

Se continuó con la instrumentación con el sistema rotatorio de NiTi Protaper Next (Dentsply, Maillefer) hasta la lima X3 (0.30/07), la instrumentación se realizó de acuerdo a las instrucciones del fabricante con el motor rotatorio Elements de Sybron Endo a 350 rpm, se mantuvo la permeabilidad apical con una lima K#10 entre cada instrumento rotatorio. (Imagen No. 6)



Imagen No.6, Sistema Rotatorio Protaper Next (Dentsply, Maillefer)

El protocolo de irrigación consistió en 5ml de hipoclorito de sodio (NaOCl) a su máxima concentración (5.25%), se realizó irrigación en cada cambio de instrumento con una jeringa hipodérmica y una aguja de salida lateral de calibre #27, seguido de una irrigación de 5ml con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17%, se ocupo irrigación ultrasónica como irrigación final con NaOCl al 5.25% y EDTA al 17%, se activó con punta ultrasónica en 3 ciclos de 20 segundos cada uno.

Los conductos se secaron con puntas de papel de Protaper Next (0.30/07).

Se introdujo el calibrador del sistema GuttaCore a cada uno de los conductos a 1mm corto de la longitud de trabajo, para asegurar que el obturador GuttaCore ajuste y genere una correcta obturación sin causar sobreobturación, y fue verificado con una radiografía digital. (Imagen No. 7 y 8)



Imagen No. 7
Colocación del Calibrador

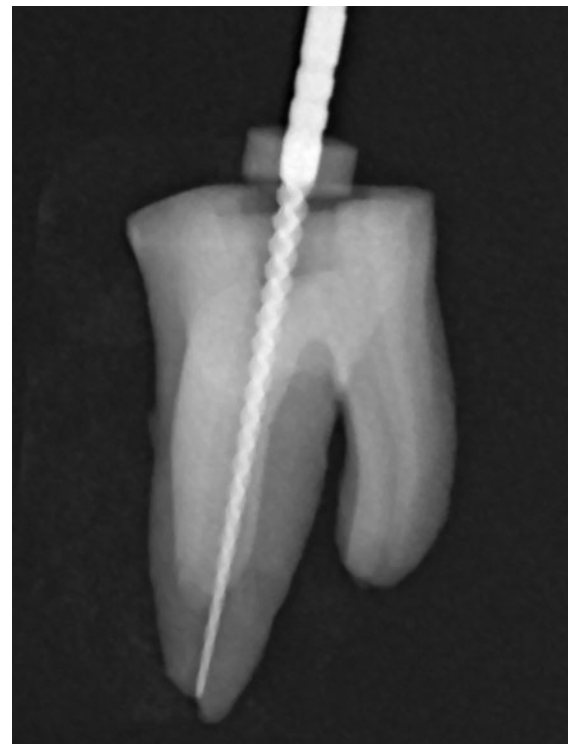


Imagen No. 8
Verificación del Calibrador

Los órganos dentarios se dividieron en 3 grupos al azar:

G1 – Se obturaron con GuttaCore vástago azul (0.30/07) y cemento sellador AH Plus. (10 dientes = 30 raíces)

G2 – Se obturaron con GuttaCore vástago azul (0.30/07) y cemento sellador Endosequence BC Sealer. (10 dientes = 30 raíces)

G3 - Se obturaron con GuttaCore vástago azul (0.30/07) y cemento sellador Acroseal. (10 dientes = 30 raíces)

GRUPO CONTROL

G4 - Se obturaron con GuttaCore vástago azul (0.30/07) sin cemento sellador. (2 dientes = 6 raíces)

Los cementos selladores se manipularon de acuerdo a las instrucciones del fabricante, en este estudio se emplearon los cementos AH Plus (Dentsply, Maillefer, Switzerland) (Imagen No. 9), Endosequence BC Sealer (Brasseler, USA Savannah, GA) (imagen No. 10), Acroseal (Septodont, France) (Imagen No. 11)



Imagen No. 9, Cemento Endodontico AH PLUS



Imagen No.12, Horno Thermaprep

Se retira del Thermaprep y se coloca dentro de los conductos radiculares realizando ligera presión hacia apical hasta llegar a la longitud de trabajo, se realizó presión digital por tres segundos y se retiró el excedente en la porción coronaria, con un giro del vástago y se realizó la condensación con un condensador de Schilder #9 ½. (Imagen No. 13)



Imagen No.13, Obturación con Guttacore

Se tomaron radiografías digitales con el radiovisiógrafo Fona, para determinar la correcta longitud de trabajo y la obturación. (Imágenes 14 y 15)



Imagen No.14
Radiografía de Obturación



Imagen No. 15
Radiografía de Obturación

Los accesos coronales se sellaron con el material de restauración temporal Cavit, las raíces fueron recubiertas con una doble capa de barniz de uñas transparente, para proteger las muestras.

Los dientes se almacenaron en viales de plástico con agua destilada y se colocaron en la incubadora del laboratorio de Biomateriales dentales de la facultad de Estomatología de la BUAP, a 100% de humedad a 37°C por 7 días. (Imágenes 16 y 17)

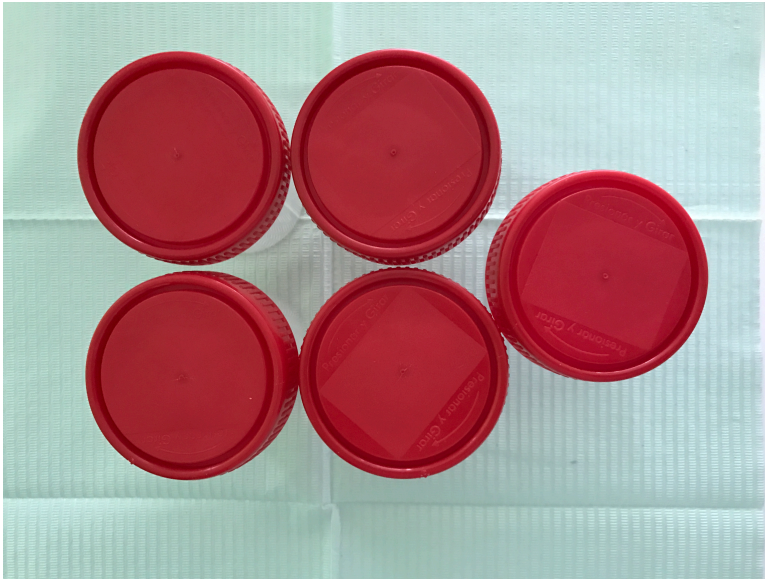


Imagen No.16, Viales de plástico



Imagen No.17, Incubadora

Se retiraron los dientes de los viales de plástico y las raíces de cada diente fueron separadas con un disco de diamante de baja velocidad con abundante irrigación.

Se colocaron en tubos Vacutainer de plástico que contendrán nitrato de plata al 10% (Imagen No.18), se colocaron en la centrifugadora durante 10 minutos a 3500 rpm (Imagen No.19), los dientes permanecieron en el nitrato de plata durante 72 horas, posteriormente se lavaron abundantemente con agua y finalmente se secaron con aire de la jeringa triple.

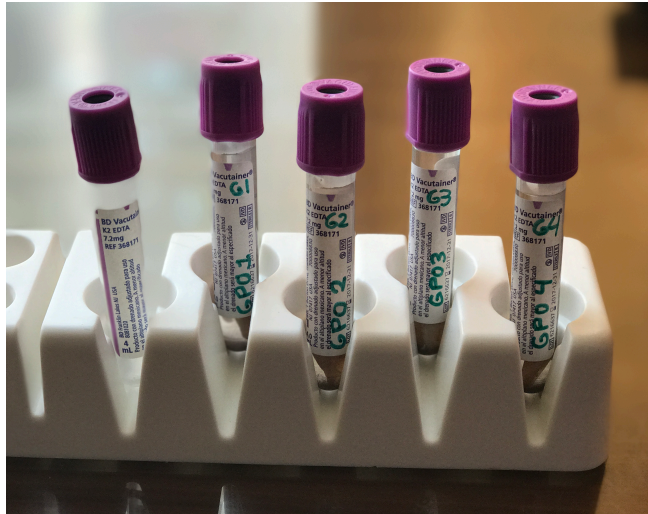
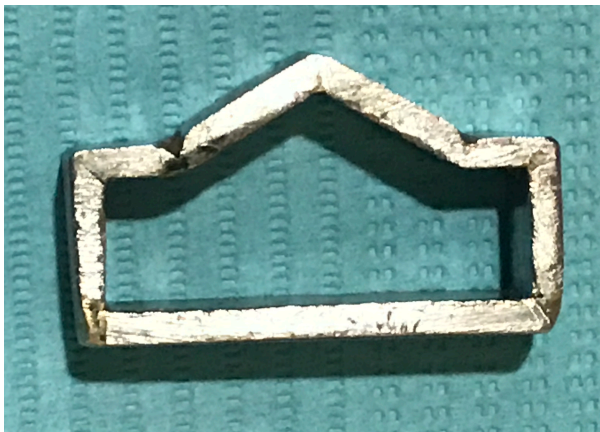


Imagen No.18, Tubos Vacutainer

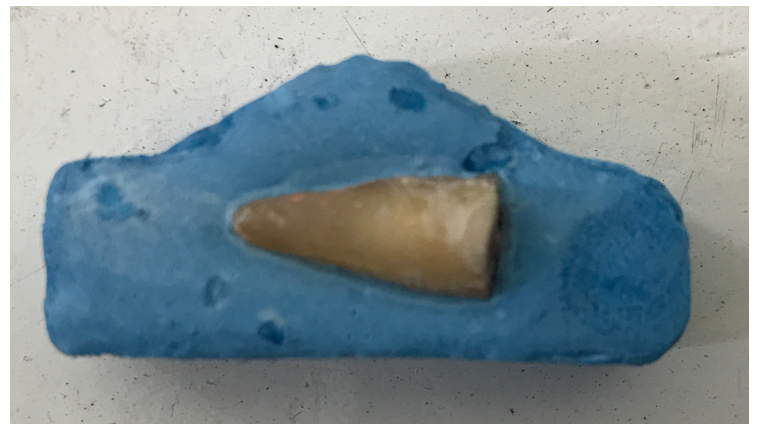


Imagen No.19, Centrifugadora

Las raíces fueron embebidas en el modelo para la recortadora IsoMed con yeso piedra color azul, se colocaron en forma horizontal para el correcto montaje en la recortadora Buehler IsoMed con un disco de corte de calibre de 0.3mm del laboratorio de biomateriales dentales de la Facultad de Estomatología BUAP, los cortes se realizaron en sentido longitudinal. (Imágenes 20, 21, 22 y 23)



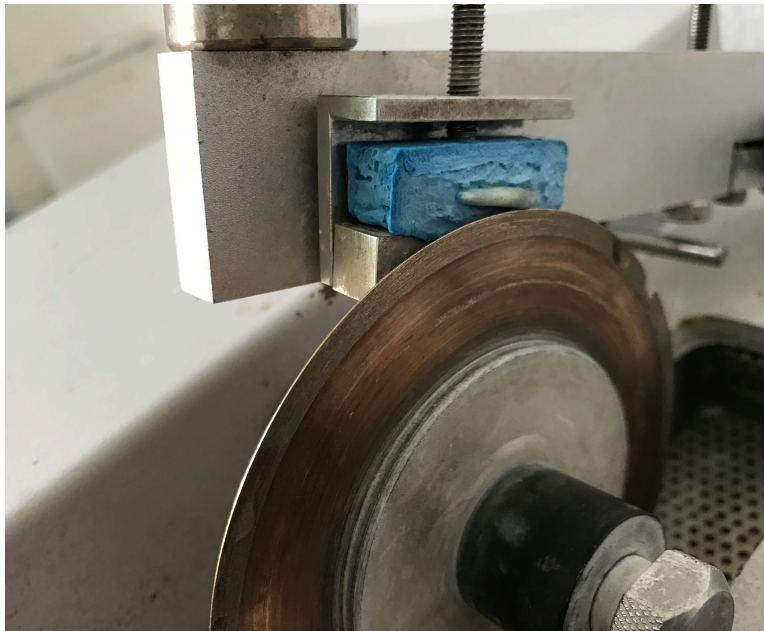
**Imagen No.20
Modelo Para Recortadora**



**Imagen No.21
Raíz Embebida en Yeso**



Imagen No.22, Recortadora de Baja Velocidad Buehler IsoMed



**Imagen No.23
Montaje para corte longitudinal de especímenes en recortadora.**

Para conformar el **Grupo 1** se incluyeron 30 raíces obturadas con GuttaCore y cemento sellador AH Plus, estas raíces fueron seccionadas longitudinalmente. El **Grupo 2** esta compuesto de 30 raíces obturadas con GuttaCore y cemento sellador Endosequence BC Sealer, las raíces fueron seccionadas longitudinalmente. El **Grupo 3** consta de 30 raíces obturadas con GuttaCore y cemento sellador Acroseal, las raíces se seccionaron longitudinalmente. El **Grupo 4 (grupo Control)** consta de 6 raíces obturadas con GuttaCore sin cemento sellador.

Las muestras recibieron un baño con solución salina estéril por un minuto para poder eliminar restos orgánicos e inorgánicos que se puedan encontrar después de los cortes. (Imagen No.24)



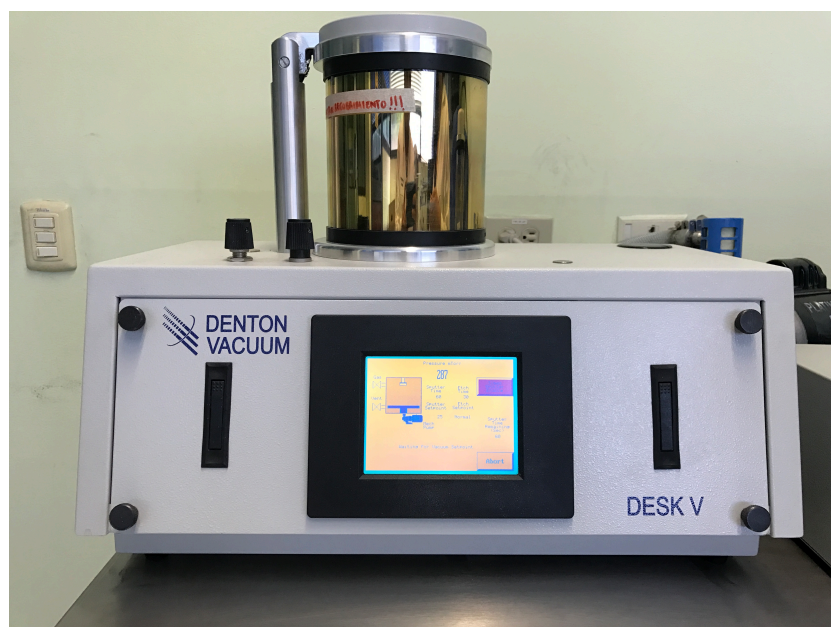
Imagen No.24, Muestras después de ser recortadas

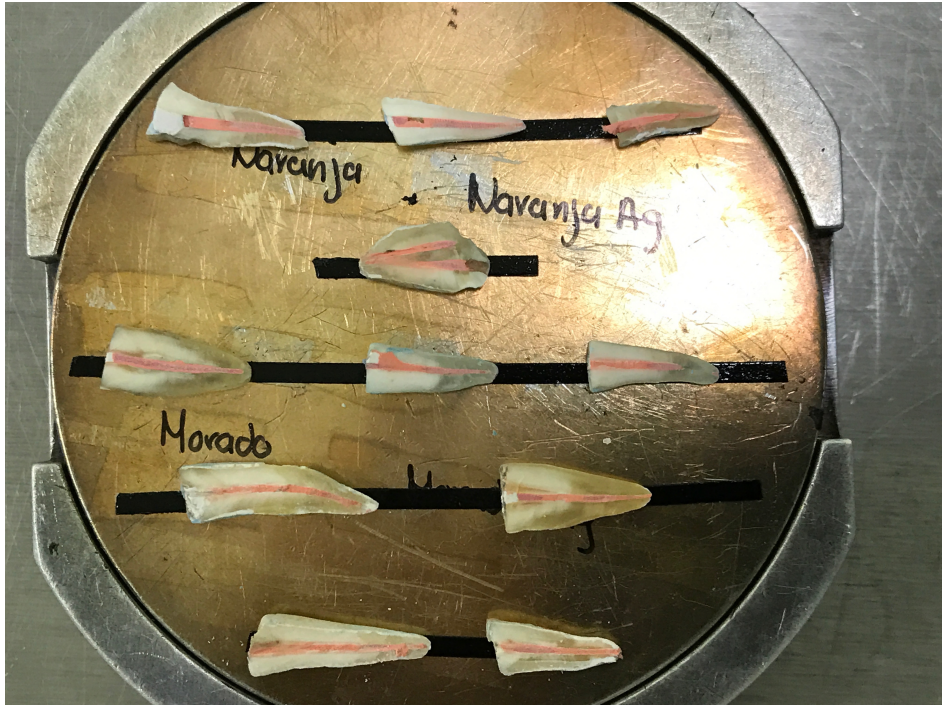
Las muestras fueron preparadas y analizadas en el laboratorio de Microscopía de Barrido del Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología BUAP (CUVyTT). (Imagen No. 25)



Imagen No. 25
Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología (CUVyTT)

Se prepararon las muestras para montaje en microscopio electrónico de barrido con un recubrimiento externo de oro con el equipo Denton Vacuum Desk V, para obtener unas imágenes con mejor calidad. (Imagen No.26)

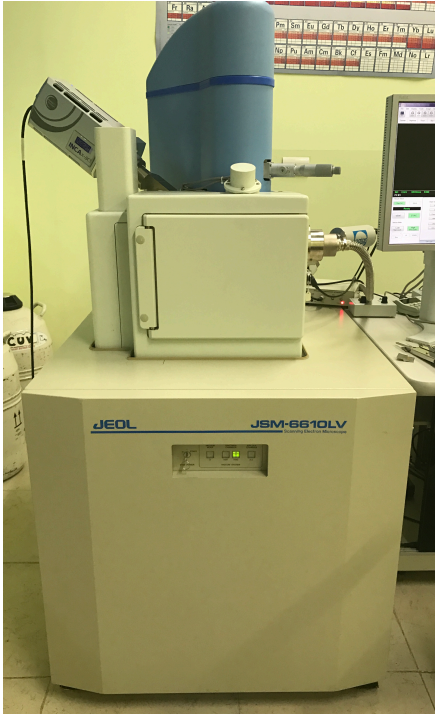




Las muestras se montaron en la plataforma interior de la cámara de vacío del microscopio electrónico de barrido.

(Imagen No.27)

Imagen No. 27, Plataforma de la cámara del MEB con muestras



Microscopio Electrónico de Barrido en CUVYTT

Con el análisis de las muestras bajo el microscopio electrónico de barrido se obtuvieron 96 microfotografías de los conductos radiculares obturados, vistos a una magnificación de 100X y 1000X. (Imágenes 28 Y 29)

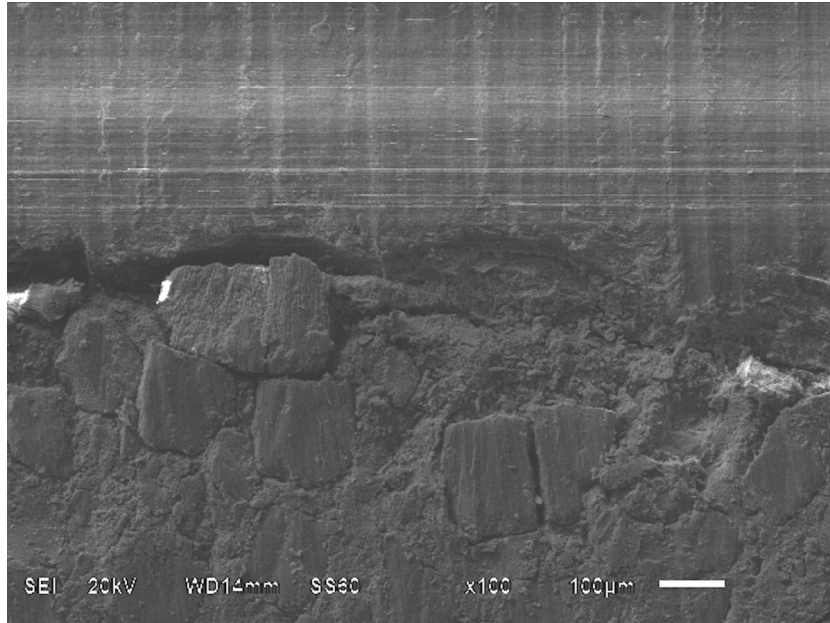


Imagen No. 28, Imagen obtenida del MEB a 100X de magnificación

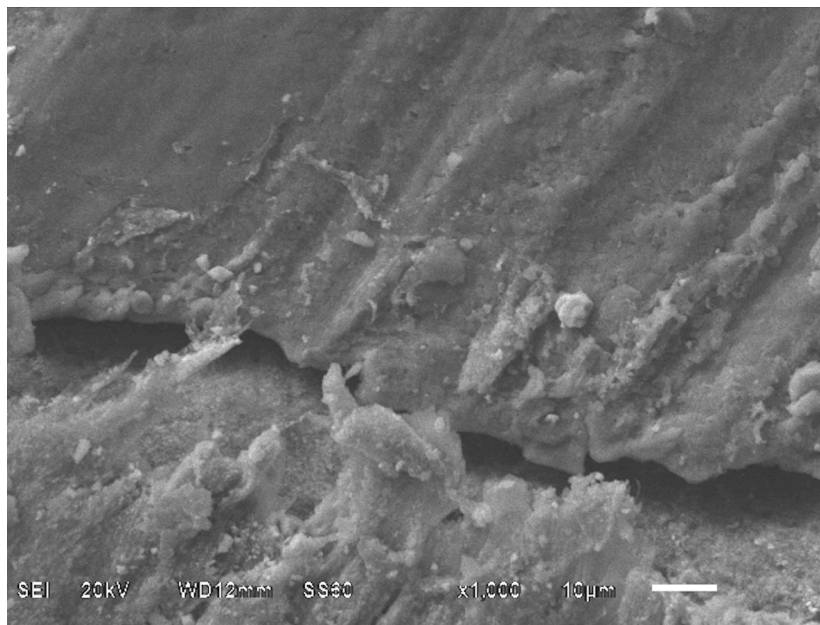


Imagen No. 29, Imagen obtenida del MEB a 1000X de magnificación

Las imágenes fueron analizadas por tres expertos en endodoncia de manera independiente en ciego para evaluar el grado de microfiltración que se pudiera encontrar en las muestras con los diferentes cementos selladores. Los observadores no tuvieron información para determinar la técnica o el cemento sellador que se utilizó en cada una de las muestras.

11.1.- Análisis de Datos

Evaluación cualitativa:

La evaluación por observadores de las fotografías de las muestras se realizó empleando la siguiente escala:

0	Sin penetración del nitrato de plata	No se observa presencia de tinción dentro del conducto radicular
1	Penetración del nitrato de plata en la entrada del conducto	Se observa tinción alrededor o en la entrada del conducto
2	Penetración del nitrato de plata en el tercio cervical	Se observa tinción dentro del conducto radicular en la porción cervical
3	Penetración del nitrato de plata en el tercio medio	Se observa tinción dentro del conducto radicular en la porción media
4	Penetración del nitrato de plata en el tercio apical	Se observa tinción dentro del conducto radicular en la porción apical

Evaluación cuantitativa:

La microfiltración en las imágenes del MEB, fueron medidas en micras.

12.- DISEÑO ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS Statistics versión 22.0 y Statgraphics Centurión. Para las variables numéricas, se utilizaron medidas de tendencia central y de dispersión. Para las variables categóricas, se utilizaron porcentajes y gráficas correspondientes. Para determinar las diferencias entre los grupos, se utilizó la prueba estadística ANOVA y para medir la concordancia entre los observadores independientes se utilizó kappa de Cohen.

13.- LOGÍSTICA

13.1.- RECURSOS HUMANOS

Investigador: Benjamín Sánchez Nolasco

Director de Tesis: Brenda Eréndida Castillo Silva

Director disciplinario: Alejandro Gerardo Martínez Guerrero

Director metodológico: Rosendo Carrasco Gutiérrez

Asesor: Alfonso Andrade Meléndez

13.2.- RECURSOS MATERIALES

- Dientes multirradiculares superiores e inferiores
- Gasas
- Frascos de plástico
- Suero fisiológico
- Pinzas de curación
- Pieza de mano de alta velocidad Kavo
- Guantes
- Lentes de protección
- Campos
- Cubrebocas

- Cámara fotográfica Canon Rebel T3i
- Radiovisiógrafo Fona
- Barniz de uñas transparente
- Cemento sellador endodóntico AH Plus
- Cemento sellador endodóntico Endosequence BC Sealer.
- Cemento sellador endodóntico Acroseal
- Horno Thermaprep
- GuttaCore X3 Azul
- Calibrador de GuttaCore X3
- Instrumentos rotatorios Proglider y Protaper Next
- Instrumentos endodónticos manuales #8, #9, #10
- Nitrato de plata
- Tubos Vacutainer de plástico
- Centrifugadora
- Recortadora Buehler IsoMed
- Jeringas desechables de 10mL.
- Aguja de irrigación endodóntica Endo-Eze de salida lateral de calibre #27
- Cavit
- Vasos desechables
- NaOCl al 5.25%
- EDTA 17%.
- Solución salina
- Disco de diamante
- Fresas de bola de carburo #2, 3, 4P
- Motor rotatorio endodóntico Elements de Sybron Endo.
- Motor de ultrasonido Satelec P5 Booster
- Punta de ultrasonido (chuck) para la irrigación ultrasónica
- Touch and heat de SybronEndo Modelo 5004, Condensadores de Schilder
- Microscopio electrónico de barrido modelo JEOL® modelo JSM-6610LV
- Laptop MacBook Air, Paquete estadístico SPSS versión 22 y Statgraphic

13.3.- RECURSOS FINANCIEROS

Todos los recursos financieros fueron subsidiados por el investigador
Beca CONACYT CVU: 663453

13.4.- BIOÉTICA

Esta investigación se realizó conforme a los principios éticos del Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas en colaboración con la Organización Mundial de la Salud: CIOMS/OMS (2002), y a parámetros de investigación médica manifestados por la Asociación Médica Mundial (World Medical Association: WMA por sus siglas en inglés), WMA (2009), así como también se apega a la Ley General de Salud. La presente investigación no representa un riesgo, motivo por el cual no es requerido un dictamen por parte de la secretaria de enseñanza de la FEBUAP. (agregar clave de aceptación de cife)

El estudio se sometió a evaluación al comité del CIFE de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, obteniendo la aceptación con el siguiente código de registro: FESIEP/026/2017/CIFE

14.- RESULTADOS

RESUMEN ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS DE MEB

El análisis estadístico de las muestras estudiadas bajo el MEB indicó que el grupo 3 (Guttacore y Acroseal) obtuvo la menor microfiltración apical, seguido del Grupo 1 (Guttacore y AH Plus), el Grupo 2 (Guttacore y Endosequence BC Sealer) y finalmente el Grupo 4 (Guttacore sin cemento) que presentó la mayor microfiltración en tercio apical.

En tercio medio el grupo 1 (Guttacore y AH Plus) obtuvo la menor microfiltración, seguido del Grupo 3 (Guttacore y Acroseal), el Grupo 2 (Guttacore y Endosequence BC Sealer) y finalmente el Grupo 4 (Guttacore sin cemento) que presentó la mayor microfiltración.

En tercio cervical el grupo 1 (Guttacore y AH Plus) obtuvo la menor microfiltración, seguido del Grupo 2 (Guttacore y Endosequence BC Sealer), el Grupo 4 (Guttacore sin cemento) y finalmente el Grupo 3 (Guttacore y Acrosel) que presentó la mayor microfiltración, como se puede observar en la tabla 1.

**TABLA No. 1 MICROFILTRACIÓN EN TERCIO CERVICAL, MEDIO Y APICAL
EN LOS DIFERENTES GRUPOS (MICRAS)**

	N	Media (μm)	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	
					Límite inferior	Límite superior			
Cervical	AH PLUS	30	4.3310	5.13374	.93729	2.4140	6.2480	.00	15.94
	ENDOSEQUENCE	30	16.6090	13.88986	2.53593	11.4224	21.7956	.00	48.33
	ACROSEAL	30	18.0597	10.32705	1.88545	14.2035	21.9158	.00	42.62
	SIN CEMENTO	6	16.7533	5.89183	2.40533	10.5702	22.9364	6.00	22.22
	Total	96	13.2345	11.75098	1.19933	10.8535	15.6154	.00	48.33
Medio	AH PLUS	30	3.1267	4.37424	.79862	1.4933	4.7600	.00	15.94
	ENDOSEQUENCE	30	6.4343	5.04415	.92093	4.5508	8.3179	.00	14.40
	ACROSEAL	30	6.1020	5.22399	.95377	4.1513	8.0527	.00	23.11
	SIN CEMENTO	6	9.6500	3.82923	1.56328	5.6315	13.6685	5.80	14.40
	Total	96	5.4978	5.09577	.52008	4.4653	6.5303	.00	23.11
Apical	AH PLUS	30	3.1907	4.18151	.76344	1.6293	4.7521	.00	12.32
	ENDOSEQUENCE	30	7.5147	5.39573	.98512	5.4999	9.5295	.00	18.80
	ACROSEAL	30	.6323	1.69094	.30872	.0009	1.2637	.00	8.12
	SIN CEMENTO	6	8.3850	3.84200	1.56849	4.3531	12.4169	3.70	12.21
	Total	96	4.0671	4.97732	.50800	3.0586	5.0756	.00	18.80

De acuerdo a la prueba ANOVA el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, esto indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las variables con un nivel del 95.0% de confianza (Tabla No. 2).

TABLA No. 2 DIFERENCIA DE MICROFILTRACIÓN ENTRE LOS GRUPOS DE ESTUDIO DEPENDIENDO DEL TERCIO EVALUADO

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Cervical	Entre grupos	3492.547	3	1164.182	11.127	.000
	Dentro de grupos	9625.575	92	104.626		
	Total	13118.122	95			
Medio	Entre grupos	309.377	3	103.126	4.398	.006
	Dentro de grupos	2157.475	92	23.451		
	Total	2466.852	95			
Apical	Entre grupos	845.410	3	281.803	17.191	.000
	Dentro de grupos	1508.091	92	16.392		
	Total	2353.501	95			

De acuerdo a la prueba estadística de Post Hoc, el tercio cervical con el cemento AH Plus (Grupo 1), existe una diferencia significativa con respecto a los otros tres grupos, Endosequence BC Sealer (Grupo 2) únicamente presenta diferencia significativa con AH Plus (Grupo 1), Acroseal (Grupo 3) presenta diferencia estadísticamente significativa con respecto a AH Plus (Grupo 1); mientras que el grupo control (Grupo 4) presenta una diferencia estadísticamente significativa contra AH Plus (Grupo 1).

En tercio medio el cemento AH Plus (Grupo 1) presenta una diferencia significativa con respecto a los grupos de Endosequence BC Sealer (Grupo 2) y el grupo control (Grupo 4); Endosequence BC Sealer (Grupo 2) únicamente presenta diferencia significativa con AH Plus (Grupo 1); Acroseal (Grupo 3) no presentó diferencia estadísticamente significativa con respecto a los otros tres grupos; el grupo control (Grupo 4) presenta una diferencia estadísticamente significativa con AH Plus (Grupo 1).

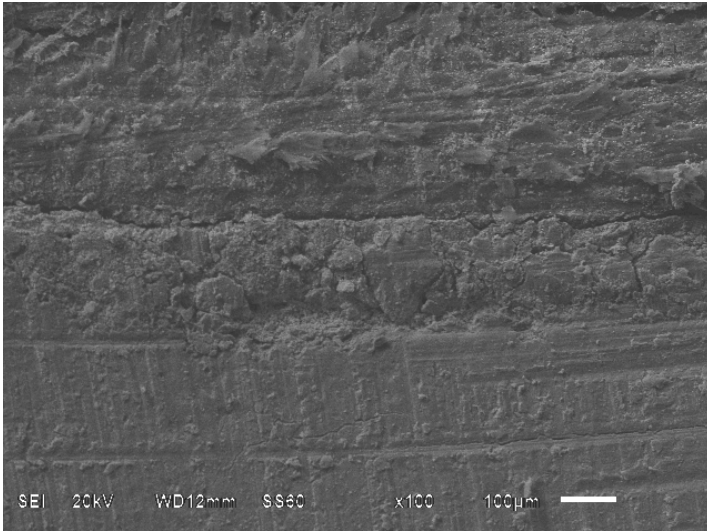
En tercio apical el cemento AH Plus (Grupo 1) presenta una diferencia significativa con respecto a los grupos de Endosequence BC Sealer (Grupo 2) y el grupo control (Grupo 4); Endosequence BC Sealer (Grupo 2) presenta diferencia significativa con AH Plus (Grupo 1) y con Acroseal (Grupo 3); Acroseal (Grupo 3) presentó diferencia estadísticamente significativa con Endosequence BC Sealer (Grupo 2) y el grupo control (Grupo 4); el grupo control (Grupo 4) presenta una diferencia estadísticamente significativa con AH Plus (Grupo 1) y Acroseal (Grupo 3).

**TABLA No.3 COMPARACIÓN ENTRE LOS CEMENTOS SELLADORES, EN
LOS DIFERENTES TERCIOS**

Variable dependiente	GRUPO	VERSUS	Sig.
Cervical	AH PLUS	ENDOSEQUENCE	.000
		ACROSEAL	.000
		SIN CEMENTO	.039
	ENDOSEQUENCE	AH PLUS	.000
		ACROSEAL	.947
		SIN CEMENTO	1.000
	ACROSEAL	AH PLUS	.000
		ENDOSEQUENCE	.947
		SIN CEMENTO	.992
	SIN CEMENTO	AH PLUS	.039
		ENDOSEQUENCE	1.000
		ACROSEAL	.992
Medio	AH PLUS	ENDOSEQUENCE	.047
		ACROSEAL	.088
		SIN CEMENTO	.017
	ENDOSEQUENCE	AH PLUS	.047
		ACROSEAL	.993
		SIN CEMENTO	.451
	ACROSEAL	AH PLUS	.088
		ENDOSEQUENCE	.993
		SIN CEMENTO	.363
	SIN CEMENTO	AH PLUS	.017
		ENDOSEQUENCE	.451
		ACROSEAL	.363
Apical	AH PLUS	ENDOSEQUENCE	.000
		ACROSEAL	.075
		SIN CEMENTO	.026
	ENDOSEQUENCE	AH PLUS	.000
		ACROSEAL	.000
		SIN CEMENTO	.963
	ACROSEAL	AH PLUS	.075
		ENDOSEQUENCE	.000
		SIN CEMENTO	.000
	SIN CEMENTO	AH PLUS	.026
		ENDOSEQUENCE	.963
		ACROSEAL	.000

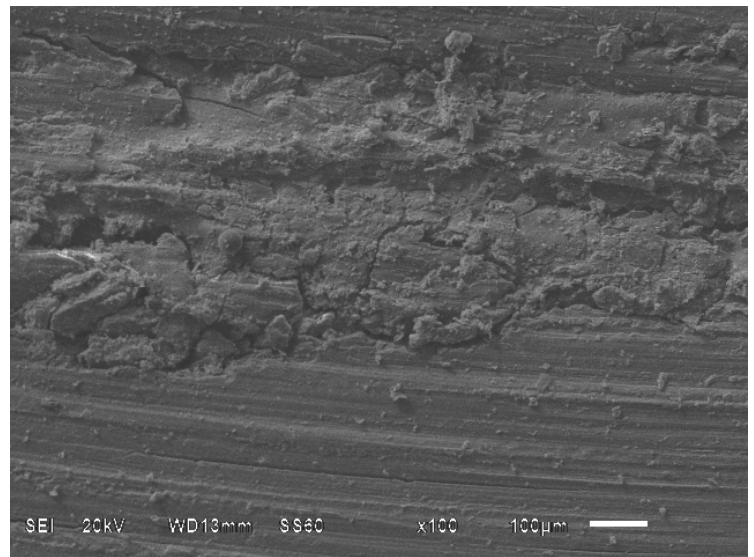
*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05, prueba estadística de Post Hoc

El análisis cuantitativo de las imágenes obtenidas por el MEB demostró que existen diferentes niveles de microfiltración en los tres tercios del conducto radicular, a continuación se muestran imágenes obtenidas con el MEB a 100X y 1000X de magnificación. del grupo 1, dientes obturados con Guttacore y AH Plus.

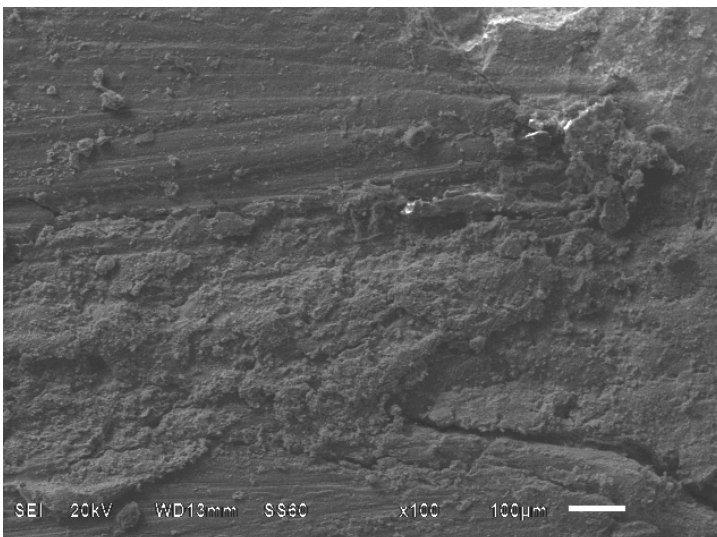


**Imagen No.30,
Tercio Cervical a 100x vista con MEB**

**Imagen No.31,
Tercio Medio a 100x vista con MEB**



**Imagen No.32,
Tercio Apical a 100x vista con MEB**



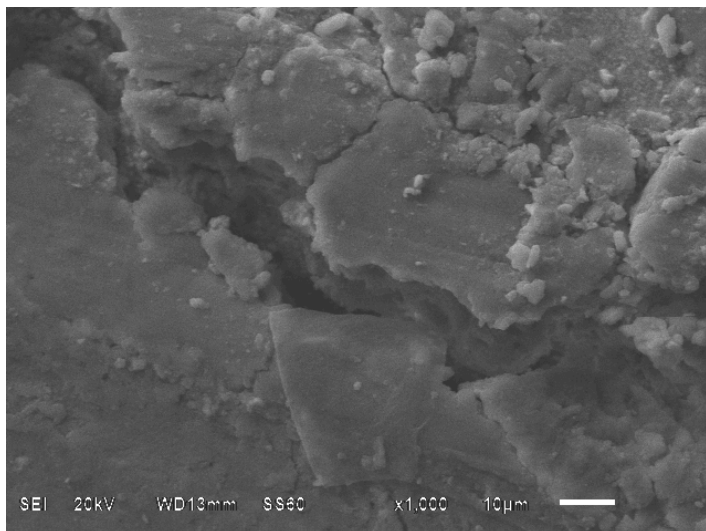


Imagen No.33
Tercio Cervical a 1000x vista con
MEB

Imagen No.34,
Tercio Medio a 1000x vista con MEB

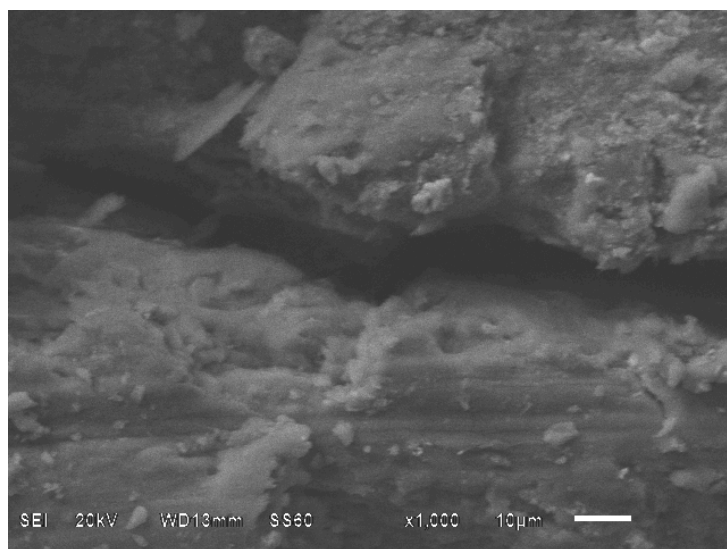
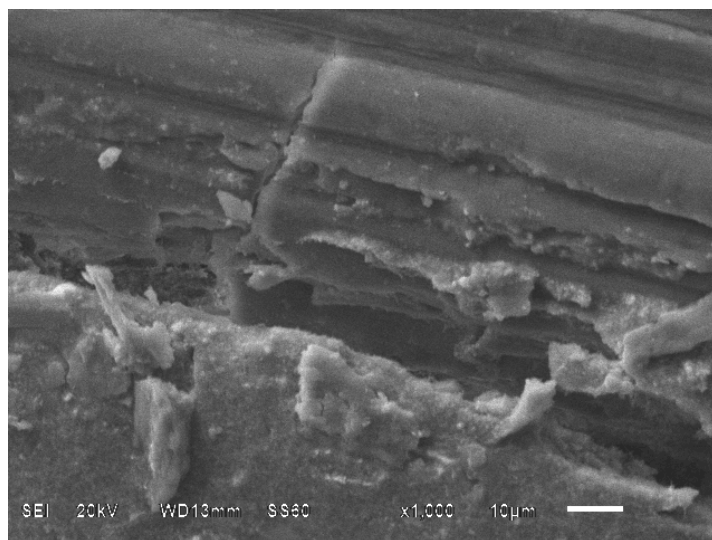


Imagen No.35,
Tercio Apical a 1000x vista con MEB

Imágenes del grupo 2, dientes obturados con Guttacore y Endosequence BC Sealer, obtenidas con el MEB a 100X y 1000X de magnificación (donde se aprecia el cambio del cemento, dando la apariencia de consistencia arenosa o de granos de azúcar)

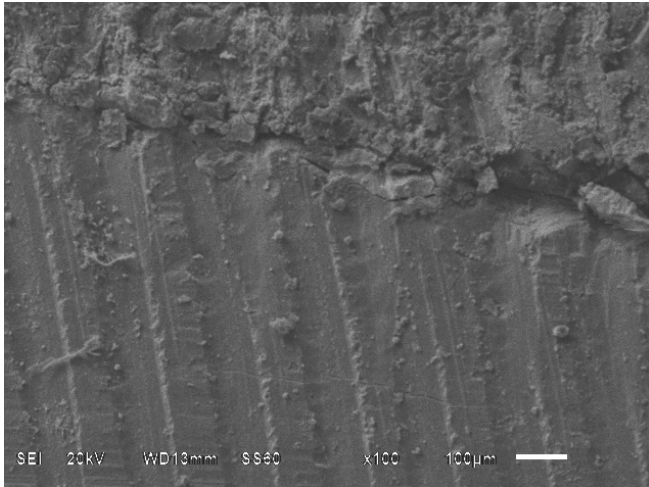


Imagen No.36
Tercio Cervical a 100x vista con MEB

Imagen No.37
Tercio Medio a 100x vista con MEB

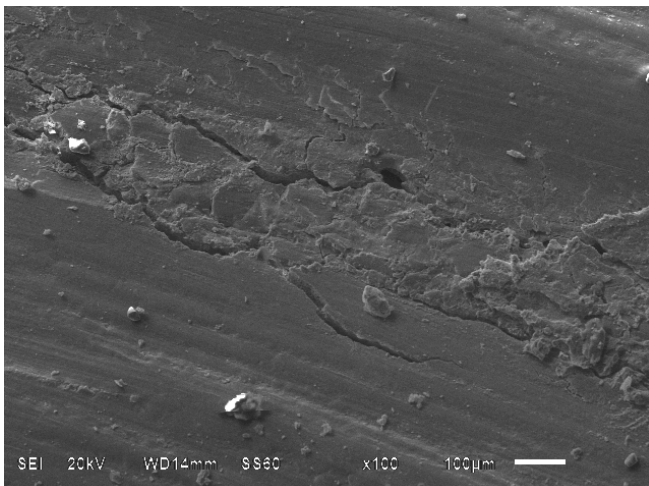
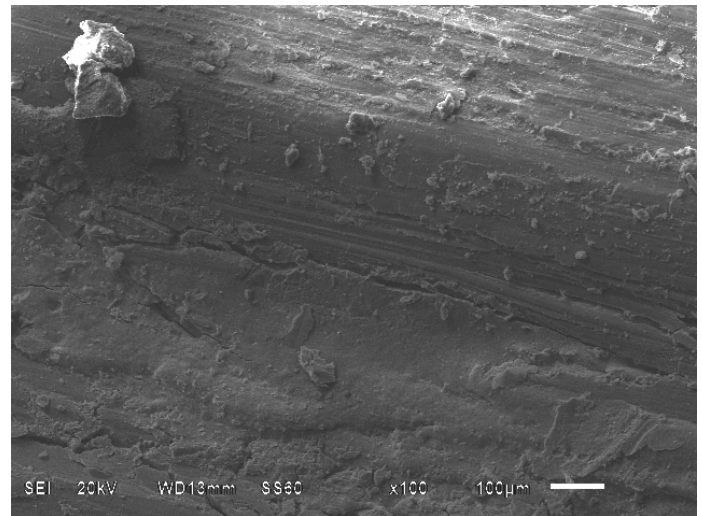


Imagen No.38
Tercio Apical a 100x vista con MEB

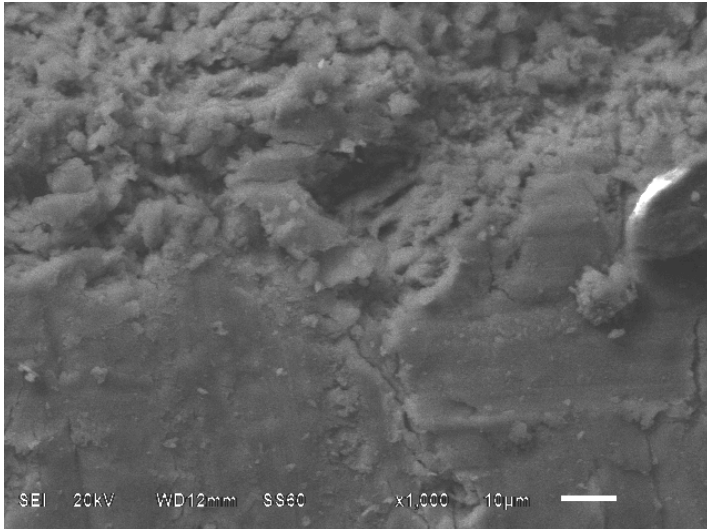


Imagen No.39
Tercio Cervical a 1000x vista con MEB

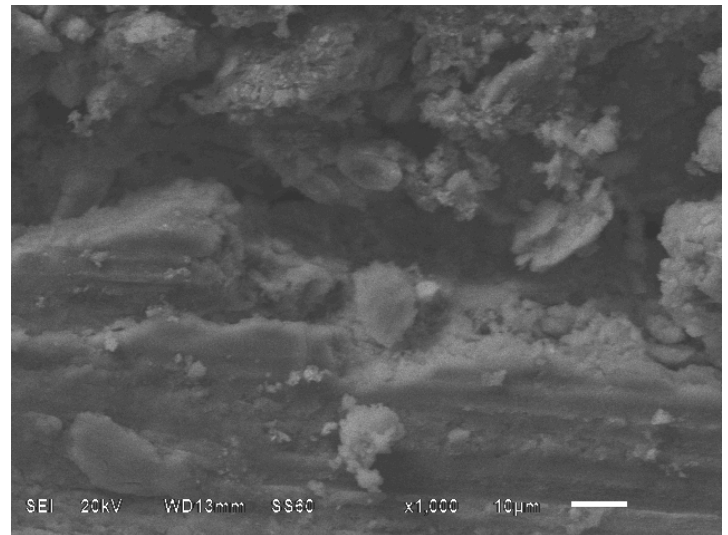


Imagen No.40,
Tercio Medio a 1000x vista con MEB

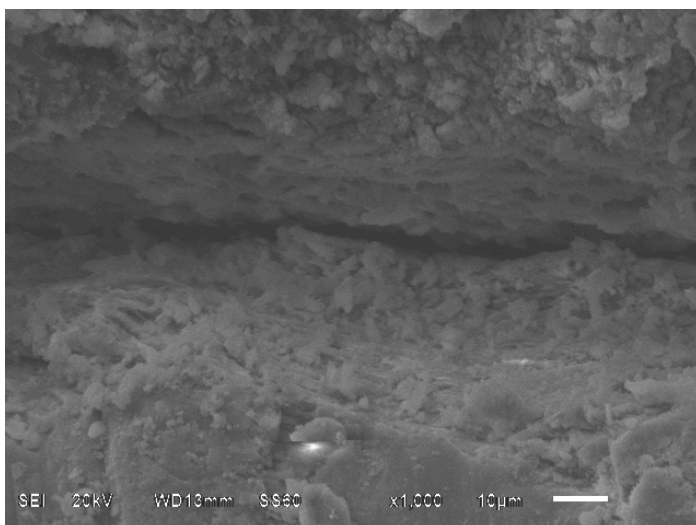


Imagen No.41,
Tercio Apical a 1000x vista con MEB

Apreciación de las imágenes del grupo 3, dientes obturados con Guttacore y Acroseal, obtenidas con el MEB a 100X y 1000X de magnificación.

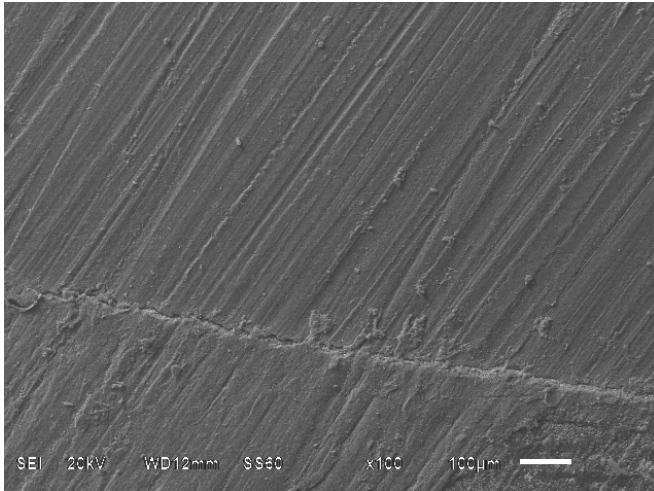


Imagen No.42
Tercio Cervical a 100x vista con
MEB

Imagen No.43,
Tercio Medio a 100x vista con MEB

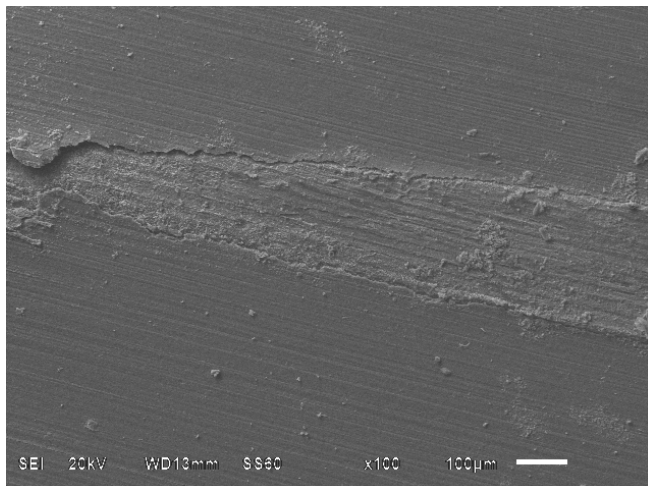
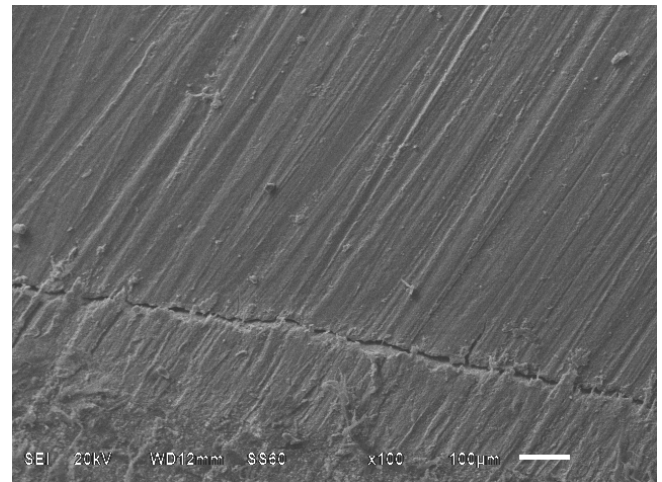


Imagen No.44
Tercio Apical a 100x vista con
MEB

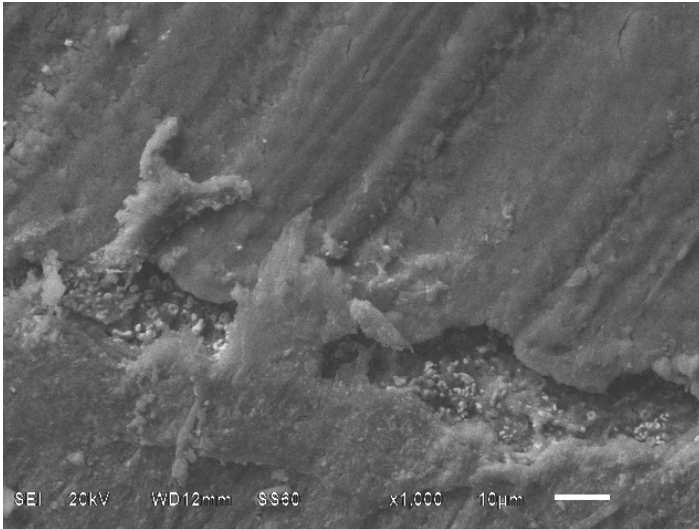


Imagen No.45
Tercio Cervical a 1000x vista
con MEB

Imagen No.46,
Tercio Medio a 1000x vista con MEB

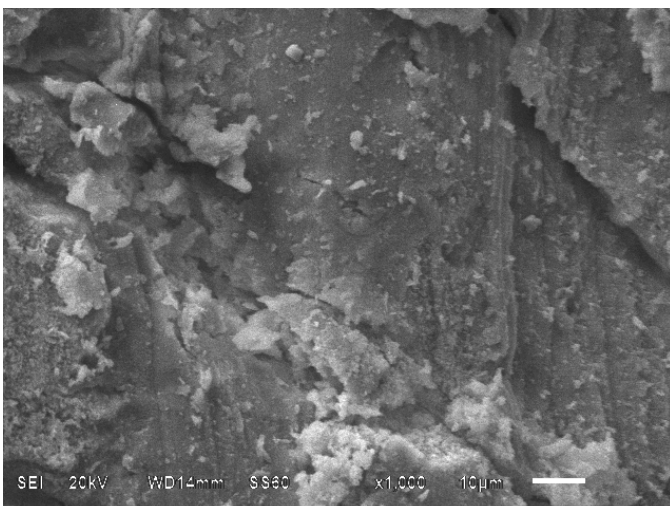
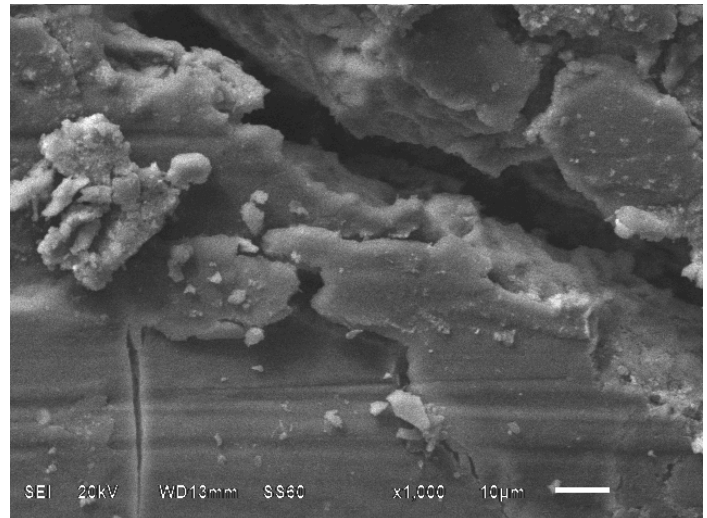


Imagen No.47,
Tercio Apical a 1000x vista con
MEB

Imágenes del grupo 4, dientes obturados con Guttacore sin cemento sellador, obtenidas con el MEB a 100X y 1000X de magnificación.

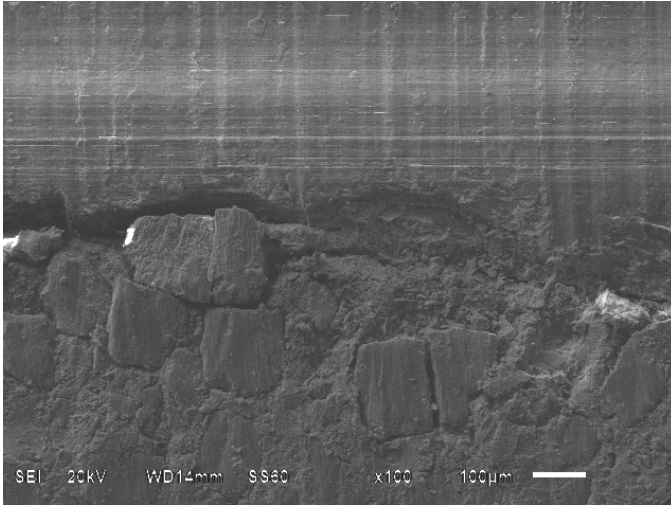


Imagen No.48
Tercio Cervical a 100x vista
con MEB

Imagen No.49,
Tercio Medio a 100x vista con MEB

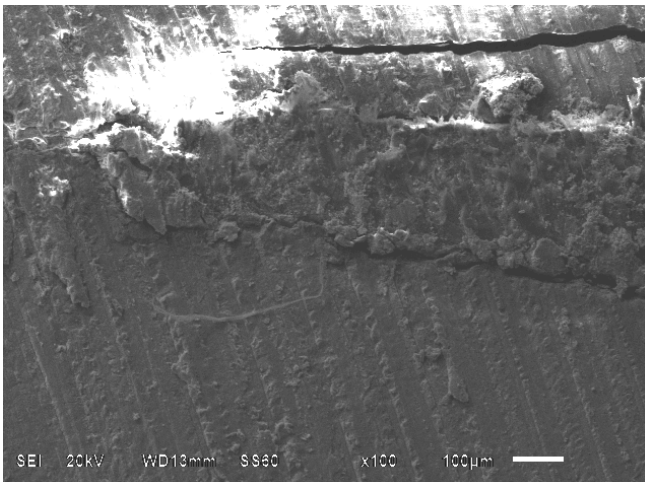
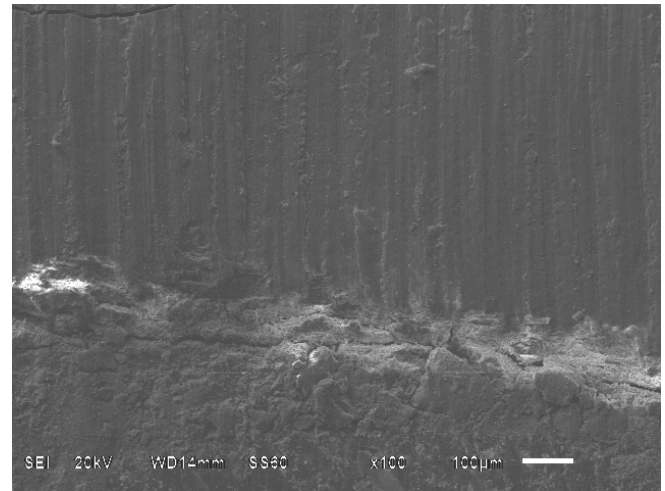


Imagen No.50
Tercio Apical a 100x vista con
MEB

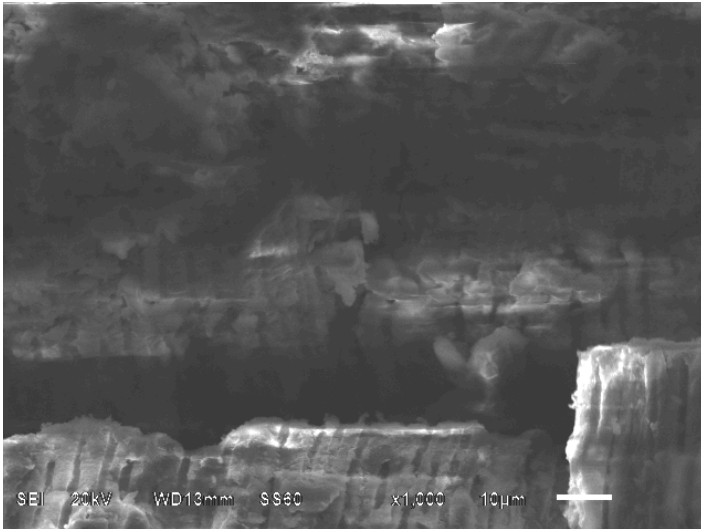


Imagen No.51
Tercio Cervical a 1000x vista
con MEB

Imagen No.52,
Tercio Medio a 1000x vista con MEB

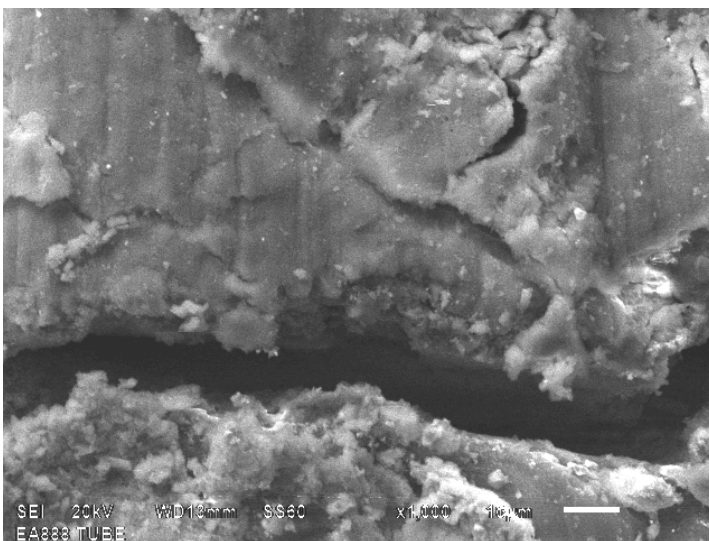
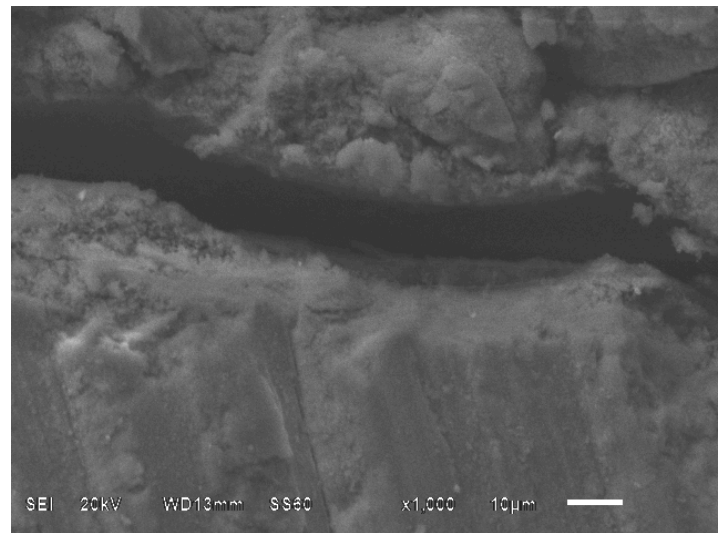
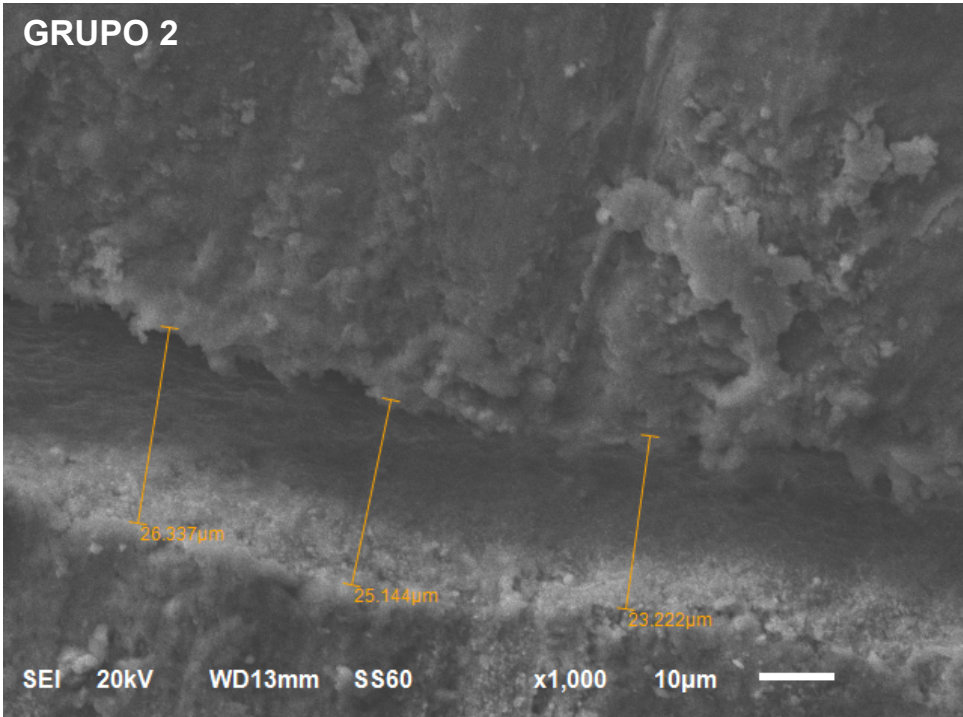
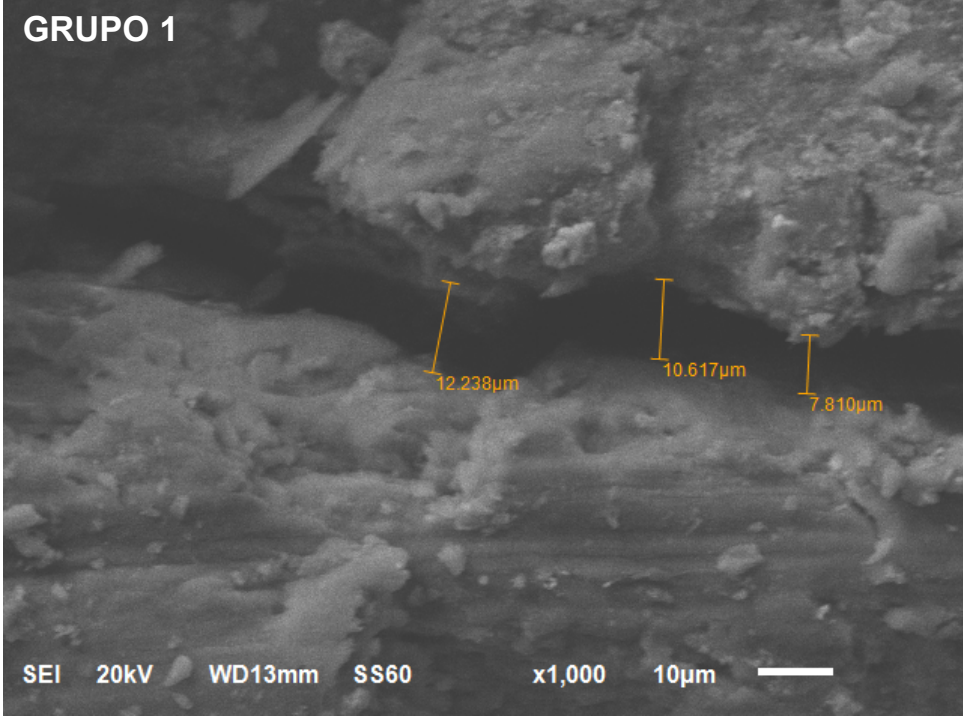
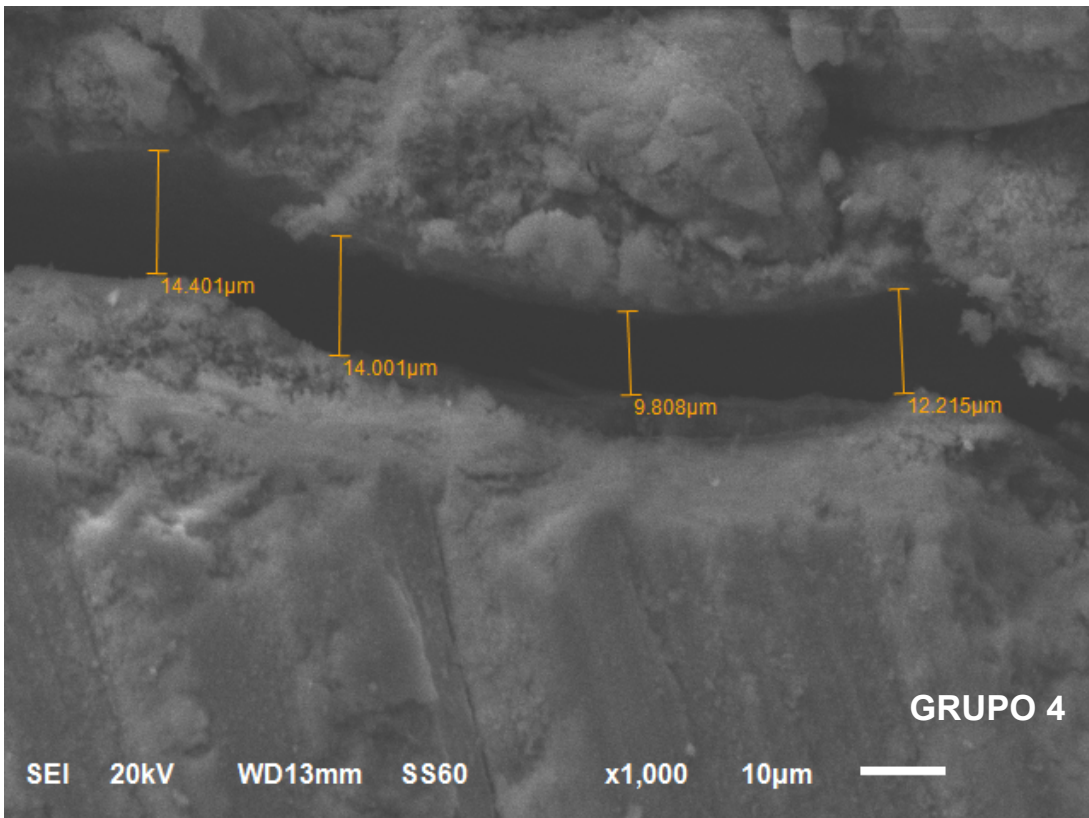
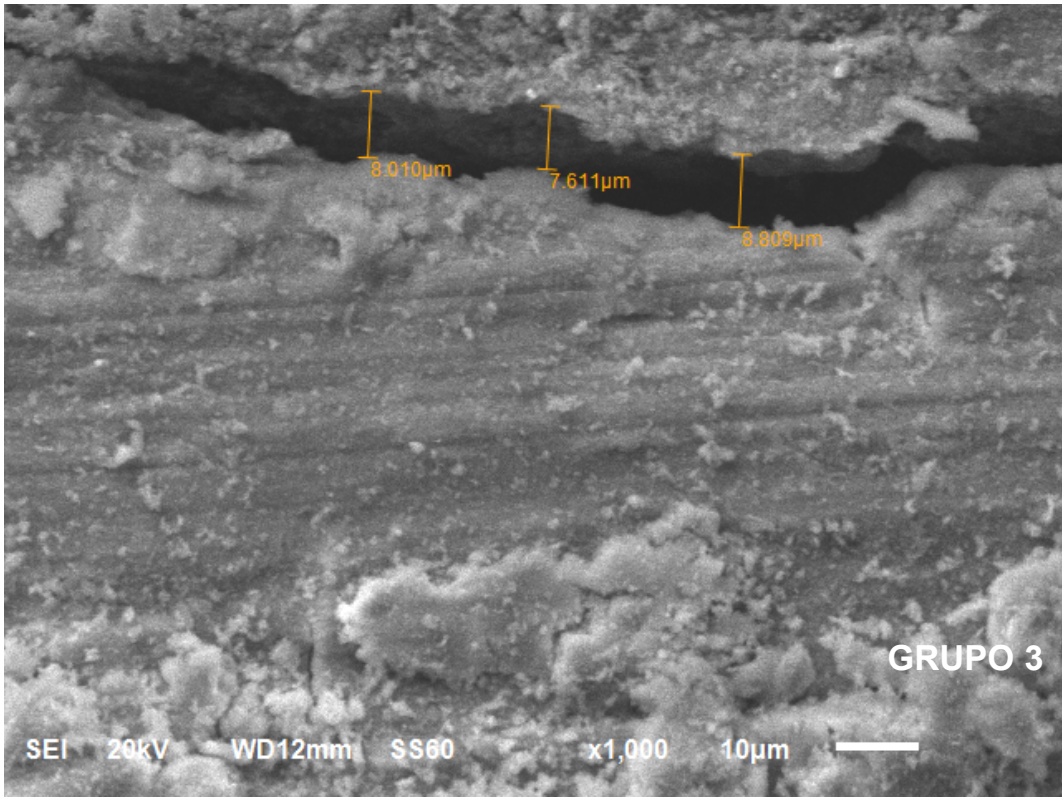


Imagen No.53,
Tercio Apical a 1000x vista
con MEB

En las siguientes imágenes obtenidas del MEB, se puede observar las mediciones que se realizaron en micras de las microfiltraciones por tercios dentro de los conductos.





RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS OBSERVADORES

La tabla 4 muestra la suma total de las muestras que analizó cada uno de los observadores con respecto a la escala de microfiltración que se les entregó.

En el grupo 1 (AH Plus) de acuerdo a los observadores se encontró mayor frecuencia de muestras en la escala 0 (sin penetración del nitrato de plata) con 22 muestras y con menor frecuencia se encontró en la escala 4 (penetración del nitrato de plata en el tercio apical) con un total de 13 muestras.

En el grupo 2 (Endosequence BC Sealer) de acuerdo a los observadores se encontró mayor frecuencia de muestras en la escala 2 (Penetración del nitrato de plata en el tercio cervical) con 27 muestras y con menor frecuencia se encontró en la escala 0 (sin penetración del nitrato de plata) con un total de 5 muestras.

En el grupo 3 (Acroseal) de acuerdo a los observadores se encontró mayor frecuencia de muestras en la escala 0 (sin penetración del nitrato de plata) con 21 muestras y con menor frecuencia se encontró en la escala 4 (Penetración del nitrato de plata en el tercio apical) con un total de 16 muestras.

En el grupo 4 (Control sin cemento) de acuerdo a los observadores se encontró mayor frecuencia de muestras en la escala 4 (Penetración del nitrato de plata en el tercio apical) con 13 muestras y con menor frecuencia se encontró en la escala 1 (Penetración del nitrato de plata en la entrada del conducto) y escala 2 (Penetración del nitrato de plata en el tercio cervical) con un total de 1 muestra cada uno.

TABLA No. 4 COMPARACIÓN DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN POR CEMENTO SELLADOR

CEMENTO	ESCALA DE MICROFILTRACIÓN CON NITRATO DE PLATA				
	0	1	2	3	4
AH PLUS (Grupo 1) n=90	22	18	20	17	13
ENDOSEQUENCE (Grupo2) n=90	5	13	27	24	21
ACROSEAL (Grupo 3) n=90	21	17	19	17	16
SIN CEMENTO (Grupo 4) n=18	0	1	1	3	13

Para verificar los resultados se utilizó la prueba estadística de Kruskal Wallis Valor-P= 0.814151, demostrando que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de los observadores.

La tabla 5 muestra los resultados obtenidos por los observadores del número de muestras que catalogaron de acuerdo al grado de microfiltración.

Para el observador 1 de acuerdo a las muestras que analizó, encontró con mayor frecuencia 26 muestras con escala 2 (Penetración del nitrato de plata en el tercio cervical) y con menor frecuencia 9 muestras en escala 1 (Penetración del nitrato de plata en la entrada del conducto).

Para el observador 2 de acuerdo a las muestras que analizó, encontró con mayor frecuencia 26 muestras con escala 4 (Penetración del nitrato de plata en el tercio apical) y con menor frecuencia 10 muestras en escala 1 (Penetración del nitrato de plata en la entrada del conducto).

Para el observador 3 de acuerdo a las muestras que analizó, encontró con mayor frecuencia 25 muestras con escala 3 (Penetración del nitrato de plata en el tercio medio) y con menor frecuencia 10 muestras en escala 1 (Penetración del nitrato de plata en la entrada del conducto).

TABLA No. 5 COMPARACIÓN DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN POR OBSERVADOR

FILTRACIÓN	0	1	2	3	4
OBSERVADOR 1	16	9	26	19	20
OBSERVADOR 2	21	10	16	17	26
OBSERVADOR 3	10	22	20	25	13

De acuerdo a los resultados entre los observadores se obtuvo Kappa de Cohen de 0.91, demostrando que existe concordancia entre los observadores.

15.- DISCUSIÓN

A pesar del paso de los años y de la evolución en endodoncia, se sigue buscando el material y el cemento de obturación ideal para obtener un tratamiento de conductos exitoso, estos materiales deben de cumplir que sean biocompatibles, no tóxicos, inhibir las bacterias o su crecimiento, brindar un buen sellado en la interfase diente cemento y gutapercha, ser resistentes a la solubilidad, evitar la deformación elástica ser radiopaco y de bajo costo.

Según Grossman el cemento sellador que sea utilizado para obturar los conductos radiculares debe cumplir ciertas características antes mencionadas y citadas en esta investigación, para obtener un éxito total en los tratamientos de endodoncia, a pesar de los avances y nuevos materiales que se han introducido en el mercado aun no se ha logrado encontrar el material y el cemento sellador ideal para evitar las filtraciones en los conductos radiculares por completo. (2,15)

Varios estudios han tratado de encontrar una prueba correcta para determinar la microfiltración apical dentro de los conductos radiculares, entre estas pruebas se han utilizado: tintes, electroquímicos, radioisótopos, bacterias y/o sus metabolitos, inmersiones en soluciones, siempre entrando en discusión que con estas pruebas se puede obtener sesgo y no son de confiar, en este estudio se decidió innovar al utilizar el nitrato de plata como marcador y que servirá a los observadores en donde se encuentra las microfiltraciones, existen pocas investigaciones con respecto al uso del nitrato de plata en endodoncia, el nitrato de plata se ha utilizado en investigaciones de filtraciones en las restauraciones dentales, es por este motivo que se decide utilizar el nitrato de plata en esta investigación para poder abrir mas líneas de investigación, además del apoyo del Microscopio Electrónico de Barrido ya que se han desarrollado estudios con respecto a endodoncia con dicho instrumento, las imágenes obtenidas por medio del MEB ayudan a determinar la microfiltración apical ya que es posible observarlo

adecuadamente con magnificación grande y es fácil poder medir en micras los espacios donde se encuentra la microfiltración. (38,39,43)

Los nuevos cementos selladores endodónticos prometen mejorar las técnicas de obturación asegurando una mejor calidad de sellado, este caso es el cemento Acroseal de la casa comercial Septodont y que se utilizó en esta investigación, con el cual se obtuvieron los mejores resultados en este estudio, es decir el que mostró menor microfiltración en la porción apical al ser utilizado con el Guttacore como técnica de obturación, este cemento esta compuesto de una base de resina epoxi e hidróxido de calcio, de acuerdo al fabricante este cemento ayuda a cicatrizar los tejidos dañados y aliviar la periodontitis apical así como ofrecer un buen sellado evitando las microfiltraciones, este cemento puede actuar de buena forma tanto en técnicas de obturación en frío y calor sin ser alteradas sus propiedades físicas y químicas, por ser un material con poco tiempo en el mercado no se puede encontrar información de manera tan fácil, esto es otro motivo para poder abrir otra línea de investigación con respecto al cemento sellador endodóntico Acroseal.

Endosequence BC Sealer de la casa Brasseler, reporto mayor filtración apical seguido de las muestras que se obturaron sin cemento sellador, de acuerdo al fabricante este cemento debe ser utilizado con la técnica de obturación de cono único, ya que sus puntas de gutapercha cuentan con un recubrimiento de material biocerámico, obteniendo una adhesión adecuada y homogénea entre el cemento y la gutapercha, diversas investigaciones han demostrado que esta técnica sea correcta para la obturación ya que ofrece muchas desventajas como es la falta de sellado apical, falta de adhesión con la dentina y fácil contaminación de bacterias por la falta de material dentro del conducto radicular.

Si este material es utilizado con calor se ven alteradas sus propiedades físicas y químicas, como se observó en las imágenes obtenidas en el MEB, se aprecia que el cemento sellador adquiere una consistencia y forma de burbujas,

granos de azúcar o granos de arroz, estas alteraciones representan desventajas para este cemento ya que no se puede utilizar con otra técnica de obturación.

Tomando en cuenta estos resultados concordamos con los hallazgos obtenidos en la investigación de M.E.E. Hugo Iván Rangel Vargas del 2016, en el cual logró apreciar la consistencia arenosa que adquiere el cemento Endosequence después de aplicarle calor durante la obturación, en su investigación se aplicó calor de una manera directa para realizar una obturación de onda continua, mientras que nuestra investigación se utilizó el GuttaCore que es reblandecido con calor, esto demostró que a diferentes temperaturas de calor el cemento Endosequence BC Sealer se ve afectado. (68)

En el presente estudio los grupos experimentales con mejores resultados en cuanto a menor microfiltración apical fueron aquellos en los que se utilizó cemento sellador a comparación de los que no se utilizó cemento sellador ya que ese grupo fue el que presentó mayor microfiltración apical. Los resultados del estudio indican que las diferencias entre los grupos obturados con Acroseal y AH plus contra los obturados con Endosequence BC Sealer o que no se utilizó cemento sellador son notables.

El presente estudio concuerda con el estudio de Sundqvist, en el que menciona que un sellado hermético previene el ingreso de las bacterias y de sus productos hacia los tejidos periapicales previniendo así la periodontitis apical (20), como lo menciona De Deus en su investigación que menciona si no son obturadas las irregularidades así como conductos laterales y accesorios son un potencial para que fracase el tratamiento, el cemento Acroseal ha ayudado a obtener una buena obturación ya que no se vieron alteradas sus propiedades con el calor generado por el Guttacore, así obteniendo un correcto sellado y menor microfiltración. (54)

El cemento sellador AH Plus, se ha estandarizado como uno de los mejores cementos selladores en endodoncia, con los resultados obtenidos en esta investigación estamos de acuerdo con el estudio realizado por Chandra, en el cual menciona que los selladores endodónticos más estables son los que poseen una base de resina epoxi, por las ventajas que ofrecen y que no se ven dañados por el calor ⁽⁶⁹⁾, la investigación de Orstavik, encontró que el cemento AH Plus es el sellador endodóntico que ofrece un buen sellado apical y estabilidad dimensional sin alterar sus propiedades así como el Acroseal que ofreció los mejores resultados en esta investigación ofreciendo menor microfiltración apical. ⁽⁷⁰⁾

Este estudio esta en desacuerdo con la investigación realizada por Hegde en el que estableció que el cemento sellador Endosequence BC Sealer exhibe mejor adhesión y adaptabilidad a la dentina ofreciendo menor microfiltración ⁽⁷¹⁾, tampoco estamos de acuerdo con el estudio realizado por Shinde, donde encontraron que al utilizar una técnica de obturación termoplastificada la adhesión del Endosequence fue más alta que con AH Plus, evitando la microfiltración con el cemento Endosequence BC Sealer ⁽⁷²⁾.

Con respecto a las ventajas y limitaciones de esta investigación podemos determinar cómo una ventaja que el estudio logró su objetivo, el cual es determinar con cual de los tres cementos utilizados obtenemos menor microfiltración apical, además de que se evaluó los tercios cervical y medio, obteniendo las mediciones en micras a través del MEB para que estas pudieran ser cuantificables, dentro de las limitaciones de este estudio y que probablemente estén fuera de nuestro alcance es el daño o la producción de residuos al recortar las muestras, ya que el disco de diamante al realizar el corte se puede eliminar material de obturación y del marcador de nitrato de plata.

La fortaleza que podemos defender de este estudio fue la utilización del microscopio electrónico de barrido, ya que es un instrumento con una alta exactitud con respecto a sus mediciones y que están avalados por diversas

normas ISO, evitando sesgos, como otra fortaleza es que las raíces no se seccionaron en tercios a través de cortes con un instrumento, si no que la raíz se tomo como una sola unidad y al MEB se tomaron las imágenes por tercios, también podemos tener de fortaleza el recubrimiento de las raíces con barniz de uñas, para que las muestras no se dañaran y no se generara algún sesgo al momento de la inmersión en el nitrato de plata.

16.- CONCLUSIÓN

Uno de los cementos utilizados en esta investigación es Acroseal de la casa Septodont, que esta hecho a base de resina epoxi e hidróxido de calcio, presentó menor microfiltración apical a comparación de los otros dos cementos.

La técnica de obturación con GuttaCore, se decidió emplearla ya que de acuerdo a las indicaciones del fabricante con esta técnica se pude obturar todos los espacios de los conductos radiculares, ofreciendo un mejor sellado y una menor microfiltración, este material al ser reblandecido por medio del horno Thermaprep se decide utilizar con los diferentes cementos para no alterar su composición química, a pesar de que no se utiliza una fuente de calor directa sobre el material dentro del conducto, el calor que emite el vástago después de ser retirado del Thermaprep fue suficiente para alterar la composición física y química del cemento sellador Endosequence BC Sealer, obteniendo un aspecto arenoso, cristales de azúcar o granos de arroz, por este motivo el cemento sellador Endosequence BC Sealer, no reúne satisfactoriamente las características y propiedades mínimas requeridas para una correcta obturación con el sistema GuttaCore presentando microfiltración.

El presente estudio acepta la hipótesis de investigación:

“El grado de microfiltración apical del GuttaCore con el cemento sellador Acroseal es menor al grado de microfiltración con los cementos selladores AH Plus y Endosequence BC Sealer”.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación podemos concluir que: el cemento sellador que presentó menor microfiltración en la porción cervical fue Acroseal, esto quiere decir que Acroseal cumple con el objetivo de nuestra investigación (Identificar el cemento sellador que presenta menor filtración apical al obturar con el sistema GuttaCore), seguido de AH Plus,

esto nos indica que se puede utilizar estos dos cementos para garantizar un tratamiento endodóntico exitoso a largo plazo, evitando microfiltraciones en el tercio apical.

Se sugiere que se realice una investigación *in vivo* para poder determinar si estos materiales utilizados realizan una correcta función a largo plazo en condiciones clínicas.

Se recomienda y es importante que al seleccionar algún material para obturación se realice de manera adecuada e informada por medio de investigaciones con bases científicas y resultados bien establecidos, con información bien documentada y no sobre alguna recomendación o sobre lo que informe una casa comercial.

17.- BIBLIOGRAFÍA

- 1- Swaty Jhamb, Vineeta Nikhil, Vijay An in vitro study to determine the sealing ability of sealers with and without smear layer removal Conserv Dent , Oct-Dec 2009 , Vol 12.
- 2- Cohen S., Capítulo 10: Obturación del sistema de conductos radiculares limpios y conformados vías de la pulpa, Vias de la pulpa, 10ma edición, Elsevier Mosby, 2011, pp: 349-387
- 3- Siqueira JF Jr, Rocas IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. J Endod 2008; 34:1291- 301.
- 4- Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. J Endod 2004;30:559-67.
- 5- Gutmann JH, Hovland EJ: Problems in root canal obturation. In Gutmann J, Dumsha T, Lovdahl E, eds: Problem Solving in Endodontics, ed 2, St. Louis, MO, 1997, Mosby, pp 92-116.
- 6- Guo-hua , Li-na Lisa C. Ashraf A. Brian E.Ji-hua , David H, Franklin R. Quality of Obturation Achieved by an Endodontic Core-carrier System with Crosslinked Gutta-percha Carrier in Single-rooted Canals. J Dent 2014 Sept; 42(9):1124-1134.
- 7- Beasley RT, Williamson AE, Justman BC, Qian F. Time required to remove guttacore, thermafil plus, and thermoplasticized gutta-percha from moderately curved root canals with protaper files. J Endod. 2013 Jan;39(1):125-8.
- 8- Hwang JH, Chung J, Na HS, Park E, Kwak S, Kim HC Comparison of bacterial leakage resistance of various root canal filling materials and methods: Confocal laser-scanning microscope study. Scanning. 2015 Jun 26. doi: 10.1002/sca.21231
- 9- Soares, I. Goldberg, F. Endodoncia: Técnica y fundamentos. Buenos Aires, Argentina: Medica Panamericana, 2002.
- 10- Al-Haddad, A., Abu, K. N., Che, A. A. Z. Interfacial adaptation and thickness of bioceramic-based root canal sealers. Dental materials journal, 34(4), 516-521, 2014

- 11-** Balguerie, E., van der Sluis, L., Vallaeys, K., Gurgel-Georgelin, M., Diemer, F. Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. *Journal of endodontics*, 37(11), 1576-1579, 2012.
- 12-** Borges, R. P., Sousa-Neto, M. D., Versiani, M. A., Rached-Júnior, F. A., De-Deus, G., Miranda, C. E. S., Pécora, J. D. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *International endodontic journal*, 45(5), 419-428, 2012.
- 13-** Ersahan, S., Aydin, C. Solubility and apical sealing characteristics of a new calcium silicate-based root canal sealer in comparison to calcium hydroxide-, methacrylate resin-and epoxy resin-based sealers. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(3-4), 857-862, 2013.
- 14-** Gade, V. J., Belsare, L. D., Patil, S., Bhede, R., Gade, J. R. Evaluation of push-out bond strength of endosequence BC sealer with lateral condensation and thermoplasticized technique: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 18(2), 124, 2015.
- 15-** Haapasalo, M., Parhar, M., Huang, X., Wei, X., Lin, J., Shen, Y. Clinical use of bioceramic materials. *Endodontic topics*, 32(1), 97-117, 2015.
- 16-** Han, L., Okiji, T. (2013). Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. *International endodontic journal*, 46(9), 808-814.
- 17-** Keskin, C., Demiryurek, E. O., Ozyurek, T. (2015). Color Stabilities of Calcium Silicate-based Materials in Contact with Different Irrigation Solutions. *Journal of endodontics*, 41(3), 409-411.
- 18-** Pawar, S. S., Pujar, M. A., Makandar, S. D. Evaluation of the apical sealing ability of bioceramic sealer, AH plus & epiphany: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 17(6), 579, 2014.
- 19-** Shokouhinejad, N., Gorjestani, H., Nasseh, A. A., Hoseini, A., Mohammadi, M., Shamshiri, A. R. Push-out bond strength of gutta-percha with a new bioceramic sealer in the presence or absence of smear layer. *Australian Endodontic Journal*, 39(3), 102-106, 2013.

- 20-** Singh, C. V., Rao, S. A., Chandrashekar, V. An in vitro comparison of penetration depth of two root canal sealers: An SEM study. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 15(3), 261, 2012.
- 21-** Trope, M., Bunes, A., Debelian, G. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope?. *Endodontic Topics*, 32(1), 86-96, 2015.
- 22-** Veljović, D., Čolić, M., Kojić, V., Bogdanović, G., Kojić, Z., Banjac, A., Palcevskis, E., Pretovic, R., Janačković, D. The effect of grain size on the biocompatibility, cell-materials interface, and mechanical properties of microwave-sintered bioceramics. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 100(11), 3059-3070, 2012.
- 23-** Zhang, H., Shen, Y., Ruse, N. D., Haapasalo, M. Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus faecalis*. *Journal of endodontics*, 35(7), 1051-1055, 2009.
- 24-** Zhang, W., Li, Z., Peng, B. Ex vivo cytotoxicity of a new calcium silicate– based canal filling material. *International endodontic journal*, 43(9), 769-774, 2010.
- 25-** Zhou, H. M., Du, T. F., Shen, Y., Wang, Z. J., Zheng, Y. F., Haapasalo, M. (2015). In Vitro Cytotoxicity of Calcium Silicate–containing Endodontic Sealers. *Journal of endodontics*, 41(1), 56-61, 2015.
- 26-** Miranda Candeiro GT, Campelo Correia F, Húngaro Duarte MA, Ribeiro Siqueira DC, Gavini G. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *J Endod* 2012.
- 27-** Grossman LI. *Endodontic Practice*, 10th ed. Philadelphia: Henry Kimpton Publishers; 1981:297.
- 28 -** John Whitworth. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic Topics* 2005, 12, 2–24.
- 29 -** Funda Kont Çobankara, Necdet Adanır and Sema Belli. Evaluation of the Influence of Smear Layer on the Apical and Coronal Sealing Ability of Two Sealers. *Williams, JOE*, June 2004, Vol. 30, no. 6.
- 30 -** Kwang-Won Lee, Michael C. Williams, BS, Jean J. Camps and David H. Pashley. Adhesion of Endodontic Sealers to Dentin and Gutta-Percha *Joe*. October 2002, vol. 28, no. 10.

- 31-** Hui-min Zhou, Markus Haapasalo, Physical Properties of 5 Root Canal Sealers Ya Shen, Zheng, Li Li, Yu-feng Zheng. J Endod. 2013 Oct; 39.
- 32 -** Takashi Komabayashi, Lilly Guo, MS, In Vitro Evaluation of Dentinal Tubule Penetration and Biomineralization Ability of a New Root-end Filling Material. JOE —August 2012, Volume 38, Number 8.
- 33 –** Szabadváry, Ferenc. History of analytical chemistry. Taylor & Francis. p.17, 1992.
- 34 –** ATC index 2016 de la página web del WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology del Instituto Noruego de Salud Pública (enlace consultado el 08 de Agosto de 2016).
- 35 –** Fredrickson J, Zachara J, Balkwill D, et al. Geomicrobiology of high-level nuclear waste-contaminated vadose sediments at the hanford site, Washington state. Appl Environ Microbiol 70(7):4230-41, 2004.
- 36 -** Martin Trope & Gilberto Debelian. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope? Endodontic Topics, 32, 86–96, 2015
- 37 -** Huang TH, Kao CT. Ph measurement of root canal sealers. Journal of Endodontics, 24:326-38, 1998.
- 38 -** Zhejun Wang. Bioceramic materials in Endodontics. Endodontic Topics, 32, 3–30, 2015.
- 39 -** Gabriely Cristinni R, Loiane M., India Olinta de Azevedo Q., João Eduardo, Carolina Simonetti L. Antimicrobial action of calcium hydroxide-based endodontic sealers after setting, against *E. faecalis* biofilm. Braz Oral Res;30(1):38, 2016.
- 40 -** Eldeniz AU, Erdemir A, Kurtoglu F, Esener T. Evaluation of pH and calcium ion release of Acroseal sealer in comparison with Apexit and Sealapex sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007;103:e86-91.
- 41 -** Bueno CRE, Valentim D, Marques VAS, Gomes-Filho JE, Cintra LT, Jacinto RC, Biocompatibility and biomineralization assessment of bioceramic-epoxy and calcium hydroxide-based sealers, Braz. Oral Res;30(1):81, 2016.
- 42 -** D. Sonntag, A. Ritter, A. Burkhart, J. Fischer. Experimental amine-epoxide sealer: a physicochemical study in comparison with AH Plus and EasySeal. International Endodontic Journal, 2015, 48, 747–756.

- 43** - Eric Balguerie, Lucas van der Sluis, Karen Vallaey, Marie Gurgel-Georgelin and Franck Diemer. Sealer Penetration and Adaptation in the Dentinal Tubules: A Scanning Electron Microscopic Study. JOE — Volume 37, Number 11, November 2011.
- 44** – Emre Bayram, Dilek Dalat, Melike Bayram, Solubility Evaluation of Different Root Canal Sealing Materials. The Journal of Contemporary Dental Practice, 16(2):96-100,2015.
- 45** - Marciano, Bruno M. Guimarañes, Ronald Ordinola-Zapata. Physical Properties and Interfacial Adaptation of Three Epoxy Resin–based Sealers. JOE — October 2011, Volume 37, Number 10.
- 46** – Marco Antonio Hungaro Duarte, Ronald Ordinola-Zapata, Ricardo Affonso Bernardes. Influence of Calcium Hydroxide Association on the Physical Properties of AH Plus. J Endod, Jun; 36(6): 1048-51.26, 2010.
- 47** – D. Sonntag, A. Ritter, A. Burkhart, J. Fischer. Experimental amine-epoxide sealer: a physicochemical study in comparison with AH Plus and EasySeal. International Endodontic Journal, 48, 747–756, 2015.
- 48**- Pagina de internet http://www.dentsply.com/content/dam/dentsply/pim/manufacture/Endodontics/Obturation/Sealers/AH_Plus___AH_Plus_Jet/AH-Plus-AH-Cleaner-DFU-en-de-fr-it-es-ru-pt-sv-nl-po-da-el-cz-sl-hu-tr-no-p7114an-en-1405.pdf (enlace consultado el 08 de Agosto de 2016).
- 49** - Li Peng, Ling Ye, Hong Tan and Xuedong Zhou. Outcome of Root Canal Obturation by Warm Gutta-Percha versus Cold Lateral Condensation: A Meta-analysis. JOE — Volume 33, Number 2, February 2007
- 50** - Robert B. Whitten and Marc E. Levitan. The Effect of Canal Preparation on Fill Length in Straight Root Canals Obturated with GuttaCore. JOE — Volume 41, Number 2, February 2015
- 51** - Mariusz Lipski, Root Surface Temperature Rises in Vitro During Root Canal Obturation With Thermoplasticized Gutta-Percha on a Carrier or by Injection. JOE - VOL. 30, NO. 6, JUNE 2004

- 52** - Ali Behnia and N. J. McDonald, In Vitro Infrared Thermographic Assessment of Root Surface Temperatures Generated by the Thermafil Plus System, JOE - VOL. 27, NO. 3, MARCH 2001
- 53** - Marc E. Levitan, Van T. Himel and Jeffrey B. Luckey, The Effect of Insertion Rates on Fill Length and Adaptation of a Thermoplasticized Gutta-Percha Technique. JOE - VOL. 29, NO. 8, AUGUST 2003
- 54** - Fernando Goldberg, Liliana P. Artaza, and Ana De Silvio, Effectiveness of Different Obturation Techniques in the Filling of Simulated Lateral Canals. JOE-VOL. 27, NO. 5, MAY 2001.
- 55** - Mana Mirfendereski, Karina Roth, Bing Fan, Adam Dubrowski, Heather Carnahan, Amir Azarpazhooh, Bettina Basrani, Calvin D. Torneck and Shimon Friedman, Technique Acquisition in the Use of Two Thermoplasticized Root Filling Methods by Inexperienced Dental Students: A Microcomputed Tomography Analysis. JOE — Volume 35, Number 11, November 2009
- 56** - Tatsuya Hayakawa, Fumihito Tomita and Takashi Okiji, Influence of the Diameter and Taper of Root Canals on the Removal Efficiency of Thermafil Plus Plastic Carriers Using ProTaper Retreatment Files, JOE — Volume 36, Number 10, October 2010
- 57** - Robert T. Beasley, Anne E. Williamson, Bruce C. Justman and Fang Qian, Time Required to Remove GuttaCore, Thermafil Plus, and Thermoplasticized Gutta-percha from Moderately Curved Root Canals with ProTaper Files. JOE — Volume 39, Number 1, January 2013
- 58** - Manuele Mancini, Pietro Palopoli, Lorenzo Iorio, Gabriele Conte and Luigi Cianconi, Accuracy of an Electronic Apex Locator in the Retreatment of Teeth Obturated with Plastic or Cross-linked Gutta-percha Carrier-based Materials: An Ex Vivo Study. JOE — Volume 40, Number 12, December 2014
- 59** - Raghad Abdulrazzaq Alhashimi, Francesco Mannocci, Richard M. Foxton and Sanjukta, Synthesis and Preliminary Evaluation of a Polyolefin-based Core for Carrier-based Root Canal Obturation. JOE — Volume 38, Number 7, July 2012

- 60** - Thomas J. Heeren and Marc E. Levitan, Effect of Canal Preparation on Fill Length in Straight Root Canals Obturated with RealSeal and Thermafil Plus. JOE — Volume 38, Number 10, October 2012
- 61** - Edgar Schaefer, Caroline Schrenker, Jonas Zupanc and Sebastian Bu€rklein, Percentage of Gutta-percha Filled Areas in Canals Obturated with Cross-linked Gutta-percha Core-carrier Systems, Single-Cone and Lateral Compaction Technique. JOE — Volume 42, Number 2, February 2016
- 62** - Goezde Kandemir Demirci and Mehmet Kemal, A Prospective Randomized Comparative Study of Cold Lateral Condensation Versus Core/Guttapercha in Teeth with Periapical Lesions, JOE — Volume 42, Number 2, February 2016.
- 63** - Katia Greco, Enrico Carmignani, Giuseppe Cantatore, The Thermafil root canal obturation system, Giornale Italiano di Endodonzia, 25, 97—109 (2011)
- 64** – Arenas Jesús. Contribuciones de la física en la historia de la microscopia. Revista digital universitaria. 10 de junio 2005; Vol. 6; Num. 7. ISSN: 1067-6079.50
- 65** – Albadejo A. Método de preparación del espécimen para evaluar la micromorfología de la interface adhesiva resina-dentina con un microscopio electrónico de barrido. Avances en odontoestomatología 2007. Vol. 23; Núm. 4; pp 197-206.
- 66** – Pagina de internet <http://www.dentsply.com.mx/Pdf/GuttaCore.pdf> (enlace consultado el 15 de Julio de 2016)
- 67** – Pagina de internet <http://www.dentsply.com.mx/Pdf/Thermaprep2.pdf> (enlace consultado el 15 de Julio de 2016)
- 68** – Rangel Vargas H., Adaptabilidad a pared dentinaria y calidad de sellado de dos cementos para obturación endodóntica; cemento biocerámico vs cemento a base de resina epoxi: estudio bajo microscopio electrónico de barrido. (estudio in vitro) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2016.
- 69** - Saurabh S. Chandra, Padmanabhan Depth of Penetration of Four Resin Sealers into Radicular Dentinal Tubules: A Confocal Microscopic Study, JOE—October 2012, Volume 38, Number 10.
- 70** - D. Sonntag, A. Ritter, A. Burkhart, J. Fischer. Experimental amine-epoxide

sealer: a physicochemical study in comparison with AH Plus and EasySeal D. Sonntag, Universitaet Duesseldorf, Duesseldorf; and Makromolekulare Chemie, Heinrich-

Heine-Universitaet Duesseldorf, Duesseldorf, Germany. International Endodontic Journal, 2015, 48, 747–756.

71 - Markus Haapasalo, Mark Parhar, Xiangya Huang, xi Wei, James Lin & Ya Shen Clinical use of bioceramic materials. Endodontic Topics 2015, 32, 97

72 – Aditya Shinde*, Sharad Kokate Comparative assessment of apical sealing ability of three different endodontic sealers: A scanning electron microscopic study, Vibha Hegde Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Yerala Dental College, India journal of Pierre Fauchard academy India section, 28, 2015, 78-82.