



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE PUEBLA**

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E
INVESTIGACIÓN

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*)

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MAESTRÍA EN CIENCIAS ESTOMATOLÓGICAS EN ENDODONCIA.

PRESENTA:

C.D HUGO IVÁN RANGEL VARGAS
ID: 214450002

DIRECTOR DISCIPLINARIO:

C.D. E.E ALEJANDRO GERARDO MARTINEZ GUERRERO

C.D. E.E ALFONSO ANDRADE RAMOS

ID: 100067067

DIRECTOR METODOLÓGICO:

M.S.P ROSENDO GERARDO CARRASCO GUTIÉRREZ
ID: 100008655

LECTOR DE TESIS:

C.D. E.E BRISEIDA G. ROJAS HUERTA.

PUEBLA 2016.

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS RECEPCIONAL

DATOS DEL SOLICITANTE: _____ **No. DE REGISTRO** _____
Utilizar los renglones siguientes para señalar datos que se indican en relación con el solicitante:
a) Nombre completo, b) Condición escolar, c) Domicilio actual, d) Teléfono, e) Fecha de ingreso a la Facultad de Estomatología y f) Firma:

ALUMNO: HUGO IVÁN RANGEL VARGAS **ID** 214450002
Domicilio: 15 Norte #5003, Torre 15 Departamento 2C, Col, José Cleotilde Torres. **Tel:** 222-5581943

Fecha de ingreso: Agosto 2013
Título de la Tesis: 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).

DIRECTOR DE TESIS: C.D. E.E ALEJANDRO GERARDO MARTINEZ GUERRERO

GRADO ACADÉMICO: ESPECIALIDAD **ESPECIALIDAD:** ENDODONCIA

LUGAR DE TRABAJO: BUAP **TEL:** (01222)229 **DOM.:** 31 PONIENTE No. 1304 COL. VOLCANES

FECHA DE ACEPTACIÓN: 07/ Octubre/2016 **FIRMA** _____

OPTATIVO: ASESOR DE LA TESIS: C.D. E.E ALFONSO ANDRADE RAMOS **ID** 100067067

GRADO ACADÉMICO: ESPECIALIDAD **ESPECIALIDAD:** ENDODONCIA

LUGAR DE TRABAJO: BUAP **TEL.:** (01222)229 55.00 **DOM.:** 31 PONIENTE No. 1304 COL. VOLCANES

FECHA DE ACEPTACIÓN: 07/ Octubre/2016 **FIRMA** _____

Es responsabilidad del Director de la Tesis guiar al estudiante en la aplicación de la metodología científica de la investigación en relación al problema-objeto que se estudia. Aceptar las enmiendas consideradas necesarias por el Lector designado por la Academia. El Protocolo deberá autorizarlo el Presidente de Academia (Anexo 1).

C.D. E.E ALEJANDRO GERARDO MARTINEZ GUERRERO.

REVISIÓN DE LA TESIS:
Al terminar la elaboración de la Tesis, el interesado deberá presentarla elaborada en computadora, a espacio y medio, firmada por el director de la tesis y, en su caso, el asesor.

NOMBRE Y FIRMA: _____ **ID** _____
C.D. E.E ALEJANDRO GERARDO MARTINEZ GUERRERO.

NOMBRE Y FIRMA DEL LECTOR: _____ **ID** _____
C.D. E.E BRISEIDA G. ROJAS HUERTA.

NOMBRE Y FIRMA DEL PRESIDENTE DE LA ACADEMIA: _____ **ID** _____
C.D. E.E ALEJANDRO GERARDO MARTINEZ GUERRERO.

Al final de estos trámites la Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado autorizará la impresión de la Tesis.

M.C. ALEJANDRO DIERKÁN 7 oct 2016
FIRMA _____ **FECHA** _____





BUAP

Oficio No. FESIEP/249/2016

**C.D. HUGO IVÁN RANGEL VARGAS MATRICULA. 214450002
ALUMNO DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS ESTOMATOLÓGICAS
EN ENDODONCIA
PRESENTE.**

El que suscribe, MTRO. ALEJANDRO DIB KANÁN, Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado de la F.E.B.U.A.P., por este medio me permito informar que esta Secretaría aprueba la impresión de la Tesis sobre el tema **“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”**, a fin de que realice su examen profesional de grado.

Deseándole lo mejor, le reitero mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE.
“PENSAR BIEN PARA VIVIR MEJOR”
H. PUEBLA DE Z., A 7 DE OCTUBRE DE 2016.

M. en C. ALEJANDRO DIB KANÁN



Nota: Este documento tiene validez 90 días posteriores a la fecha.

C.c.p. Archivo

C.c.p. Minutario

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme cumplir una meta más en el camino y las oportunidades que ha puesto frente a mí.

A mis padres: Por dedicarme su energía, tiempo y apoyo a lo largo de mi vida.

A mi padre: Por estar presente cada día para su familia. Su tiempo, dedicación y el amor presente en cada momento de mi vida.

A mi madre por dirigir mis pasos y mostrarme el camino del bien. Su recuerdo está siempre presente en nuestras vidas como familia. Mucho de este esfuerzo y las metas logradas, han sido gracias a tus enseñanzas y tu amor. Sigues presente en nuestros pensamientos y nuestros corazones.

A mi hermanapor su amistad y cariño a lo largo de nuestras vidas juntos. Cómplices en la infancia y unidos por el amor de Dios y nuestros padres, espero con ansia los años que se nos permita seguir juntos como familia.

A mis directores de Tesis: C.D. E. E. Alfonso Andrade y C.D. E. E. Alejandro Martínez por dirigir esta tesis, por confiar en mí desde el inicio. Agradezco su alto empeño, dedicación profesional. Su exigencia y pacienciahicieron posible la realización de esta meta.

A la M.O Ester Luminosa, Dr. M.C Eric Reyes Cervantes, C.D. E.E. Briseida Rojas Huerta y M.S.P Rosendo Carrasco: Por su valioso apoyo, paciencia, amabilidad, disponibilidad y dirección durante la realización de este proyecto.

A mis Catedráticos: Que con su tiempo y experiencia me han enseñado a valorar esta maravillosa profesión, compartiendo sus conocimientos y su amistad desde mi primer día en esta institución. Agradezco su invaluable apoyo y paciencia y admiro su dedicación y el amor a su profesión.

A mis compañeras: Por formar parte de esta aventura, fue para mí un placer compartir este tiempo de aprendizaje y amistad. Dios las bendiga en sus futuras metas y aspiraciones.

GRACIAS A TODOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.
2. ANTECEDENTES:
 - 2.1 GENERALES.
 - 2.2 ESPECÍFICOS.
3. JUSTIFICACIÓN.
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:
 - 4.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.
5. OBJETIVOS:
 - 5.1 GENERAL.
 - 5.2 ESPECÍFICOS.
6. HIPÓTESIS:
 - 6.1. DE INVESTIGACIÓN.
 - 6.2. NULA.
7. MATERIAL Y MÉTODOS:
 - 7.1 DISEÑO DE ESTUDIO.
 - 7.2 UBICACIÓN ESPACIO TEMPORAL.
 - 7.3 UNIVERSO
 - 7.4 MUESTRA.
8. CRITERIOS DE SELECCIÓN.
 - 8.1 INCLUSIÓN.
 - 8.2 EXCLUSIÓN.
 - 8.3 ELIMINACIÓN.
9. VARIABLES:
10. INSTRUMENTOS.
 - 10.1 TÉCNICA Y PROCEDIMIENTOS.
11. DISEÑO ESTADÍSTICO.
12. RESULTADOS.
13. DISCUSIÓN.
14. CONCLUSIÓN.
15. BIBLIOGRAFÍA.
16. ANEXOS.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la calidad de adaptación y sellado en la interfase cemento-dentina del cemento endodóntico biocerámico EndoSequence BC Sealer – Brasseler (USA Savannah, GA) comparado con el cemento sellador endodóntico AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) mediante el análisis con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB). Estudio de tipo Prospectivo, Transversal, Analítico, Cuasi experimental, *ex vivo*, *in vitro*, triple ciego.

Materiales y métodos: Grupo conformado por 30 órganos dentarios humanos extraídos, uniradiculares, permanentes, sin fracturas, sin restauraciones, con conducto único y longitud radicular estandarizada de 12 mm. Fueron sometidos a tratamiento de conductos con instrumentos rotatorios ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) hasta calibre #30 (0.30/09).

Fueron divididos en 5 grupos:

G1-Técnica de obturación cono único con sellador endodóntico EndoSequence BC Sealer – Brasseler (USA Savannah, GA) y gutapercha ProtaperF3 #30 (0.30/09). (7 dientes).

G2-Técnica de obturación onda continua con cemento sellador EndoSequence BC Sealer – Brasseler (USA Savannah, GA) y gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09). (7 dientes).

G3-Técnica de obturación onda continua con sellador AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) y gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09). (7 dientes).

G4-Técnica de obturación cono único con sellador endodóntico AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) y gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09). (7 dientes).

Grupo control- Técnica de obturación cono único sin cemento sellador. (1 diente).

Técnica de obturación onda continua sin cemento sellador. (1 diente).

Los dientes se seccionaron de forma longitudinal y transversal y se observó la interfase cemento-dentina-gutapercha bajo Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) a magnificación 500x y 1000x. Se analizó la adaptabilidad y calidad de sellado a nivel de deterioro cervical, medio y apical y se calificó mediante una escala y tres observadores en ciego.

Resultados: Los grupos tratados con el cemento sellador a base de resina epoxi AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) obtuvieron los mejores resultados en cuanto a adaptabilidad y calidad de sellado. Los grupos tratados con el cemento sellador EndoSequence BC Sealer – Brasseler (USA Savannah, GA) obtuvieron resultados poco satisfactorios en comparación con AH Plus. La técnica de obturación endodóntica que presentó mayor adaptabilidad y calidad de sellado fue la técnica onda continua.

Conclusión: El cemento sellador endodóntico a base de materiales biocerámicos EndoSequence BC Sealer no logró mejorar o igualar el grado de adaptabilidad y calidad de sellado del cemento sellador endodóntico AH Plus. Las diferencias entre grupos son estadísticamente significativas siendo AH Plus el material con mejores resultados después del análisis bajo Microscopio Electrónico de Barrido. La técnica empleada y las propiedades físicas del material sellador influyen directamente en los resultados y la calidad final de la obturación endodóntica.

1- INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del tratamiento de conductos es eliminar microorganismos y sus productos del sistema de conductos radicular y así prevenir la reinfección del mismo^(1,3, 4,46). Sin embargo, erradicar completamente los microorganismos del sistema de conductos aún resulta difícil o casi imposible⁽¹⁷⁾. Por lo tanto, el propósito de la obturación es eliminar vías de filtración⁽⁴⁾ y entumbar bacterias remanentes dentro del sistema de conductos ^(1,17).

Los cementos selladores se han empleado en la obturación endodóntica en combinación con gutapercha⁽¹⁾ para lograr un sellado hermético incluyendo foramen apical e irregularidades del sistema de conductos ⁽²⁾. Tomando en cuenta lo anterior, en un tratamiento de conductos la gutapercha conforma el núcleo de la obturación, actuando como un pistón que empujará al cemento sellador causando que se distribuya a lo largo de la pared de dentina llenando espacios y variaciones anatómicas^(2,4). Esto indica que el material de obturación real es el cemento sellador y no la gutapercha⁽¹⁾, ya que esta no se adhiere a la dentina. Por lo tanto, los cementos selladores deben cumplir con ciertos requisitos y poseer ciertas características específicas para llevar a cabo su función a largo plazo de manera exitosa y predecible⁽⁶⁾. Propiedades tales como biocompatibilidad y fluidez, siendo esta última de especial importancia para lograr un buen sellado por medio de la penetración del cemento a irregularidades del sistema de conductos e incluso túbulos dentinarios⁽²⁾.

A lo largo del desarrollo y avance de las técnicas de obturación endodóntica se han empleado diversos tipos de cementos selladores desarrollados a partir de distintos compuestos, tales como hidróxido de calcio, óxido de zinc eugenol, ionómero de vidrio, resina epoxi y materiales biocerámicos, ⁽²⁾ siendo estos últimos los que han despertado gran interés en los últimos años⁽²⁾.

Uno de los cementos selladores endodónticos más usado por especialistas en México es un material a base de resina epoxi. Sin embargo en años recientes se han empleado selladores endodónticos a base de materiales biocerámicos, los cuales han obtenido buenos resultados, han demostrado tener gran biocompatibilidad ⁽²⁾ y al mismo tiempo permiten la aplicación de una técnica de obturación endodóntica más simple y rápida.

El objetivo de esta investigación es determinar si los cementos selladores a base de materiales biocerámicos logran buena adaptabilidad a pared dentinaria y buena calidad de sellado tomando en cuenta su habilidad de penetración a irregularidades del sistema de conductos y la calidad de la interfase cemento-dentina-gutapercha mediante el análisis con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).

2.- ANTECEDENTES

2.1- ANTECEDENTES GENERALES

Uno de los procedimientos de mayor importancia en el tratamiento del sistema de conductos radicular es el sellado hermético del mismo. Por esta razón, después de la eliminación de la mayor cantidad de microorganismos posible a través del desbridamiento químico-mecánico, es necesaria la obturación tridimensional con algún material biocompatible con un alto grado de adaptabilidad⁽¹⁷⁾. Comúnmente la obturación está asociada a un núcleo sólido de gutapercha y cemento sellador para lograr una completa adaptación y sellado del sistema de conductos^(3,28). La obturación previene y elimina las posibles vías de filtración de la cavidad oral y tejidos periradiculares creando un sellado y evitando la reinfección⁽¹⁵⁾. De esta manera el cemento sellador crea una unión entre la gutapercha y pared del conducto al llenar los espacios remanentes ⁽¹⁵⁾. Es por esta razón que la interfase dentina-sellador es crucial para el sellado del sistema de conductos, ya que el sellador penetra en las irregularidades anatómicas a las cuales la gutapercha no penetra⁽¹⁷⁾.

SELLADORES ENDODÓNTICOS

El método más común y el más aceptado para la obturación endodóntica es el uso de gutapercha en combinación con cemento sellador ^(27, 32). Los primeros selladores de uso endodóntico eran modificaciones de óxido de zinc-eugenol basados en fórmulas de Grossman y Rickert's ⁽³²⁾. Desde entonces se han logrado importantes avances para mejorar las propiedades de los materiales selladores. Sin embargo, incluso con la mejora de los materiales de obturación, la filtración apical y coronal afecta de manera negativa el éxito a largo plazo del tratamiento de conductos. Es por esta razón que es necesario el análisis y evaluación de los materiales empleados en la obturación endodóntica ⁽²⁷⁾.

Los cementos selladores endodónticos son empleados en la obturación del sistema de conductos con el fin de lograr un sellado hermético a lo largo del conducto incluyendo foramen apical, irregularidades y el espacio entre la gutapercha como el núcleo de la obturación y dentina. De esta forma se previene la filtración y se reduce la posibilidad de recontaminación y proliferación de colonias bacterianas remanentes ⁽²⁾.

La filtración y entrada de bacterias en un diente tratado endodónticamente sucede en la unión cemento-gutapercha, o cemento-dentina, esto debido a la falta de unión química entre la gutapercha-sellador y gutapercha-dentina. Visto de esta forma el éxito a largo plazo del tratamiento endodóntico depende en gran parte de la habilidad del sellador para penetrar a irregularidades del sistema de conductos (27).

Existen diversos tipos de selladores endodónticos fabricados a base de diferentes materiales, tales como hidróxido de calcio, ionómero de vidrio, óxido de zinc eugenol, resina epoxi y materiales biocerámicos (2). Cada material posee ciertas propiedades físicas y químicas que le dan un mayor o menor grado de efectividad de acuerdo a su comportamiento en el medio biológico (19). Algunos de los problemas que se han observado en diversos tipos de selladores son el tiempo de fraguado, la contracción después del fraguado y la desintegración o deslave del material causado por el contacto con fluidos del medio biológico. Por esta razón, es necesario que los materiales de obturación como gutapercha y cemento sellador logren un alto grado de adaptabilidad interfacial (19).

ADAPTABILIDAD DE SELLADORES ENDODÓNTICOS

Es un hecho aceptado que es imposible lograr la completa esterilización del sistema de conductos, (11, 12) pero es posible lograr el éxito a largo plazo de un tratamiento de conductos por medio de una obturación tridimensional que prevenga la reinfección radicular y de tejidos periapicales (7, 19) con el uso de materiales que logren un alto grado de adaptabilidad interfacial y posean baja toxicidad (19).

De esta forma podemos asegurar que las funciones de la obturación endodóntica son: detener la microfiltración coronal y apical, entumbar bacterias remanentes y prevenir filtración de fluidos periapicales (11). Con base en esto, diversos estudios han demostrado que la calidad de la interfase cemento-dentina-gutapercha es crucial para el sellado del sistema de conductos(3) para ello, los selladores de uso endodóntico deben proveer adhesión entre gutapercha y pared dentinaria y evitar la formación de espacios en la interfase gutapercha-dentina (19) que permitan la microfiltración. La microfiltración es uno de los problemas que se han observado en la mayoría de los materiales selladores y uno de los factores causantes es el grado de contracción del material sellador después del fraguado (24, 27).

El comportamiento en el medio biológico de los materiales selladores depende de diversas variables, entre ellas la técnica de obturación empleada y las propiedades físicas y químicas del material (27).

PROPIEDADES DE SELLADORES ENDODÓNTICOS

Las propiedades de los selladores endodónticos están influenciadas por el tipo y proporción de sus componentes principales y son estos factores los que les permiten funcionar adecuadamente bajo condiciones clínicas (2). Otro factor importante en el éxito de un material sellador es la adaptabilidad que este puede proveer basado en sus propiedades físicas y químicas, ya que dichas propiedades tendrán un impacto en la obturación final (2). Las propiedades ideales de un cemento sellador endodóntico incluyen crear un sellado resistente a bacterias, fluidez adecuada, actividad antibacteriana, no verse afectado por los tejidos y sus fluidos, proveer una buena adhesión en dentina después del fraguado (30) y poseer baja toxicidad (19).

ESTABILIDAD DIMENSIONAL

La contracción de los selladores después del fraguado constituye un cambio dimensional que ocasiona la formación de espacios a lo largo de la unión del cemento con dentina. Estos espacios representan vías de comunicación y entrada para microorganismos y sus productos tóxicos (24,31). El material sellador ideal debe presentar poca o nula contracción después del fraguado y mantener su estabilidad dimensional (15).

INSOLUBILIDAD

La solubilidad es la habilidad de una sustancia para disolverse en otra (31). La función del sellador es llenar espacios del sistema de conductos (15) e impedir el reingreso de bacterias a este. Si un sellador es soluble en los fluidos de los tejidos, tiende a desintegrarse creando espacios en la obturación que permiten la microfiltración e invasión bacteriana (27) por lo tanto, los selladores endodónticos deben ser insolubles y no desintegrarse en presencia de fluidos (30).

TIEMPO DE FRAGUADO

Es el tiempo que le toma a un material para pasar de estado fluido a sólido. Un tiempo de fraguado adecuado permite lograr una consistencia adecuada que favorezca a la penetración y completa obturación del sistema de conductos(13). Un tiempo de fraguado corto facilita la formación de un sellado adecuado entre el sistema de conductos y los tejidos periapicales (20).

RADIOPACIDAD

Es una propiedad física esencial, pues permite la visualización radiográfica adecuada para la examinación de la calidad de la obturación y permite distinguir las estructuras anatómicas, como tejido dental y óseo (25). El material empleado como control para la evaluación de la radiopacidad de los materiales en prueba es el aluminio. Según las especificaciones ISO y ANSI/ADA, los selladores endodónticos requieren de un equivalente mínimo de 3 mm de grosor de aluminio para asegurar una buena radiopacidad (20). Algunos materiales selladores contienen óxido de bismuto u óxido de zirconio como agentes radiopacadores (29).

BIOCOMPATIBILIDAD

Los selladores y materiales de obturación endodóntica frecuentemente se encuentran en contacto directo con tejido periradicular a través de foramen apical y conductos laterales, por lo que es necesario que estos materiales posean una baja toxicidad (20) para minimizar efectos secundarios locales o sistémicos (30).

FLUIDEZ

La habilidad o grado de fluidez en un sellador endodóntico es una propiedad deseable que permite la penetración del material a irregularidades del sistema de conductos (3). Esto afecta directamente la calidad de sellado de la obturación debido a un aumento en la superficie de contacto entre el material y dentina. Se considera una propiedad física de suma importancia puesto que a mayor fluidez, existirá mayor capacidad de penetración. Sin embargo, con una fluidez excesiva existe el riesgo de extrusión de material a tejidos periapicales, (2) por lo cual se requiere de materiales con un grado de fluidez moderada (20). Los factores que determinan la fluidez de un material sellador son la consistencia y tamaño de partícula (3).

RESINA EPOXI

La resina epoxi es un polímero que al combinarse con sustancias sólidas comienza su proceso de polimerización (19). Estos materiales fueron introducidos en endodoncia por Schroeder y han sido empleados por su reducida solubilidad en fluidos, buen sellado apical y micro-retención en pared dentinaria. Este tipo de materiales inician su proceso de polimerización por medio de la activación de aminas (19).

AH PLUS

Los cementos selladores que han obtenido mejores resultados en evitar las complicaciones que llevan al fracaso endodóntico son aquellos fabricados a base de resina epoxi. Estos fueron introducidos en endodoncia por Schroeder y han sufrido una serie de modificaciones (25). Uno de estos materiales es AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) el cual ha sido evaluado extensamente por sus propiedades físico-químicas, su respuesta biológica y adaptación (7) y ha sido comparado con otros materiales selladores por sus excelentes propiedades físicas y mecánicas (45). Es una modificación de su precursor AH26 y posee una excelente fluidez para uso endodóntico (25). Numerosos estudios muestran que AH Plus logra mejor sellado apical, presenta mayor radiopacidad, mayor adhesión a dentina (7) y posee una mayor estabilidad dimensional a largo plazo que otros selladores endodónticos. Tiene un efecto antibacteriano contra *Enterococcus faecalis* y es biocompatible. AH Plus satisface las especificaciones de ANSI y ADA en cuanto a tiempo de fraguado, solubilidad y radiopacidad. Se ha demostrado que AH Plus obtiene mayor adaptación y adhesión a dentina (7, 36). Su habilidad de adaptabilidad al sistema de conductos se debe a propiedades físicas como fluidez, tensión superficial, solubilidad, viscosidad, composición química y tiempo de fraguado. Son precisamente todas estas características las que hacen de AH Plus un material excelente como parámetro de comparación (16).

AH Plus está compuesto por dos pastas (25, 36).

Pasta A:

25% - 50% Resina epoxi de Bisfenol - A.

Resina epoxi de Bisfenol - F.

Tungstenato de calcio.

10% - 25% Óxido de zirconio.

Sílice.

Óxido de hierro.

Pasta B:

Dibenzil-diamina.

Aminoadamantano.

Tricilo-decano-diamina.

Tungstenato de calcio.

Sílice.

Aceite de silicona.

MATERIALES BIOCERÁMICOS

Son materiales específicamente diseñados para usos médicos y odontológicos. Han sido empleados en ortopedia para el reemplazo de tejidos y como recubrimiento para aumentar la biocompatibilidad de implantes metálicos (11).

Los materiales biocerámicos fueron introducidos en endodoncia en 1990's, primero como materiales de obturación retrógrada en tratamientos quirúrgicos y como cementos reparadores de perforaciones radiculares (20,8).

El primer material biocerámico a base de silicato de calcio para uso endodóntico fue MTA (mineral trióxido agregado) (MTA; Dentsply Tulsa Dental Specialties, Johnson City, TN, USA). Este material atrajo atención debido a su excelente capacidad de sellado, biocompatibilidad, capacidades regenerativas y propiedades antibacteriales. Desde entonces las aplicaciones para el MTA se han expandido y han surgido otros materiales biocerámicos. Estos materiales tienen similitudes y diferencias que afectan sus propiedades mecánicas, sin embargo todo material puramente biocerámico es considerado biocompatible (11).

En la actualidad este tipo de materiales son usados no sólo para reparación de perforaciones y obturación retrógrada, también son empleados como cementos selladores radiculares, como material para recubrimiento pulpar, en el tratamiento de dientes con ápice inmaduro y para reparación de defectos por resorción.

Los materiales biocerámicos se clasifican de la siguiente manera:

- **Bioinerte:** No interactúa con sistemas biológicos.
- **Bioactivo:** Es durable en tejidos y puede llevar a cabo interacciones con el tejido circundante.
- **Biodegradable:** Soluble o reabsorbible, eventualmente se incorpora a los tejidos (11).

CEMENTOS SELLADORES A BASE DE MATERIALES BIOCERÁMICOS (SILICATO DE CALCIO) PARA USO ENDODÓNTICO.

Los componentes hidráulicos más comunes en cementos a base de silicato de calcio son silicato tricálcico y silicato dicálcico. Son materiales biocompatibles, no tóxicos y dimensional y químicamente estables en el ambiente biológico (20).

No son afectados negativamente por la presencia de humedad y sangre, lo que hace que la técnica de aplicación sea más simple. No solo poseen estabilidad dimensional, también presentan expansión al fraguar, lo que mejora su habilidad de sellado. Al fraguar, obtienen dureza e insolubilidad. Antes del fraguado el material presenta propiedades antibacteriales, son biocompatibles e incluso bioactivos. Cuando el material biocerámico entra en contacto con fluidos del tejido libera hidróxido de calcio, éste interactúa con fosfatos en los fluidos del tejido y forma hidroxiapatita (11).

ENDOSEQUENCE BC SEALER

Uno de los materiales biocerámicos diseñados específicamente para endodoncia es EndoSequence BC Sealer –Brasseler (USA Savannah, GA). Es el único material premezclado listo para inyectarse a conducto considerado material biocerámico medicamente puro que se encuentra disponible como sellador endodóntico (18). Fue desarrollado en Discipline of Endodontics, Araraquara Dental School, UNESP, University of Estadual Paulista, Sao Paulo, Brazil. Posee una consistencia menos viscosa que otros cementos biocerámicos, lo que lo hace ideal como sellador endodóntico (11). Es altamente hidrofílico, por lo tanto la humedad presente en conducto y túbulos dentinarios es una ventaja, ya que el material actúa con la humedad natural presente en túbulos para su asentamiento (10,15). Se ha reportado que presenta mayor liberación de iones de calcio que AH Plus. No presenta contracción, es biocompatible y forma hidroxiapatita al fraguar, lo que produce una unión química a dentina^(8, 10,13) y refuerza la pared dentinaria (20). Además se ha demostrado que presenta menor citotoxicidad, mayor fuerza de adhesión y mayor calidad de sellado en presencia de humedad.

Es un material indicado para uso de técnica de cono único pues es probable que sus propiedades físicas y químicas se vean alteradas por los cambios de temperatura (23). Antes del fraguado presenta un pH de 12, similar al hidróxido de calcio. El fraguado es dependiente de la humedad fisiológica, por lo tanto el material puede fraguar a diferentes tiempos en diferentes ambientes, pero debido a su elevado pH (18) antes del fraguado, un mayor tiempo de fraguado puede llegar a ser benéfico. Se compone de silicato tricálcico, silicato dicálcico, sílice coloidal, fosfato de calcio monobásico, hidróxido de calcio y óxido de zirconio como radiopacador (29). Es insoluble, libre de aluminio y actúa con la humedad natural presente en túbulos dentinarios para su asentamiento (10,15). También se ha reportado que aumenta la adhesión a dentina intraradicular por medio de retención micromecánica, lo que mejora la integridad de la interfase cemento-dentina (9). Su consistencia y el tamaño de sus partículas le permiten adaptarse a la superficie de la gutapercha y penetrar en las irregularidades del sistema de conductos (9).

Según estudios las características propias de Endosequence BC Sealer, como insolubilidad, la estabilidad dimensional, la ausencia de contracción y la expansión del material una vez fraguado, podrían cambiar la regla endodóntica que menciona que en un tratamiento endodóntico el núcleo de la obturación, es decir, la gutapercha, debe ocupar el mayor espacio posible dentro del sistema de conductos para mantener una capa delgada de cemento que no tienda a desintegrarse con los fluidos presentes en los tejidos (11).

TÉCNICAS DE OBTURACIÓN ENDODÓNTICA

El éxito del tratamiento de conductos depende en gran medida del control de la infección del espacio pulpar y ese precisamente es el papel de la obturación endodóntica. El espacio ahora "vacío" del sistema de conductos después del desbridamiento quimiomecánico representa un ambiente en el cual las comunidades microbianas han sido eliminadas a tal grado que no son suficientes para promover enfermedad periradicular (14).

Con el fin de mantener el sistema de conductos libre de contaminación, la obturación endodóntica emplea diversos materiales que controlan la infección de dos maneras:

1. Directamente: Matando activamente microorganismos remanentes.
2. Ecológicamente: Negando a los microorganismos nutrición y espacio para multiplicarse y formar biofilm (14).

Existen distintas técnicas de obturación endodóntica que se han empleado y que a través de décadas han demostrado su efectividad. En el presente estudio se tomarán en cuenta únicamente dos de éstas técnicas de obturación:

- Técnica de obturación endodóntica cono único.
- Técnica de obturación endodóntica onda continua.

TÉCNICA DE OBTURACIÓN CONO ÚNICO

Esta técnica surge en 1960's con la estandarización ISO de instrumentos endodónticos y puntas de obturación y es considerada una de las más simples. Sus ventajas incluyen un tiempo de obturación considerablemente menor. Consiste en el ajuste apical del cono único de gutapercha tomando como base el tope apical después de la instrumentación. El cono se recubre con cemento, se lleva a conducto y se condensa con calor a nivel de tercio cervical. Es una técnica simple y rápida, sin embargo es una técnica poco usada por especialistas debido a que según estudios, esta técnica no logra un sellado hermético o tridimensional, lo que permite filtración y recontaminación del sistema de conductos (14).

TÉCNICA DE OBTURACIÓN ONDA CONTINUA

La técnica de condensación vertical con calor fue perfeccionada y promovida por Herbert Schilder quien describía este tipo de obturación como "obturación tridimensional" indicando la intención de obturar con material todas las ramificaciones del sistema de conductos y no únicamente los conductos principales. Esta técnica involucra una preparación cónica que permitirá a los materiales fluir a través de las variaciones anatómicas del sistema de conductos con la aplicación de calor y presión. La extrusión de materiales de obturación se evita con la preparación de un tope apical durante la instrumentación (14).

MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO (MEB).

Permite obtener información morfológica de un material, observar características en la microestructura y observar defectos en superficies. En el presente estudio, permite la observación de la integridad de la interfase cemento-dentina-gutapercha y la observación de materiales dentro de irregularidades del sistema de conductos. Permite una medición precisa de la profundidad de penetración de materiales dentro del sistema de conductos. En este estudio, nos permitirá evaluar la calidad de la interfase cemento-dentina y medir en micras los espacios entre la interfase cemento-dentina-gutapercha.

Para realizar su función el microscopio electrónico de barrido emite diversos tipos de haz de electrones:

Electrones secundarios: Se producen cuando un electrón del haz pasa muy cerca del núcleo de un átomo de la muestra, proporcionando la suficiente energía a uno o varios de los electrones interiores para saltar fuera de la muestra. Estos electrones son de muy baja energía (por debajo de 5eV), por lo que deben encontrarse muy cerca de la superficie para poder escapar. Precisamente por eso proporcionan una valiosa información topográfica y superficial de la muestra.

Electrones retrodispersados: Se producen cuando un electrón del haz choca frontalmente con el núcleo de un átomo de la muestra, siendo repelido en sentido contrario fuera de la muestra. La intensidad de dicho efecto varía proporcionalmente con el número atómico de la muestra. Por esta razón se utilizan para obtener un mapa con información sobre la composición superficial de la muestra.

NORMAS ADA/ANSI, NORMAS ISO.

Existen organizaciones encargadas de verificar la biocompatibilidad de los materiales dentales utilizados en cavidad bucal, estas organizaciones realizan una serie de pruebas antes de poder aceptar la distribución comercial de un producto.

La Asociación Dental Americana (ADA) y la Organización Internacional de Estandarización (ISO) son estancias gubernamentales y públicas encargadas de establecer normas y de vigilar que se lleven acabo con la finalidad de controlar y de verificar la seguridad de las propiedades físicas y biológicas de los materiales que se emplean en la odontología.

La Asociación Dental Americana (ADA) ha tratado de promover la seguridad y la eficacia de los productos dentales, los productos que son aprobados por este organismo se hacen acreedores de un sello de aceptación, el cual es un símbolo importante que respalda de calidad del producto (5).

Los cementos selladores son de crucial importancia en el éxito del tratamiento endodóntico y deben cumplir con ciertos requerimientos específicos para funcionar adecuadamente. Algunas de las características de los selladores requeridas por el American National standards Institute y American Dental Association (ANSI/ADA) incluyen radiopacidad, solubilidad menor de 3%, fluidez > 20 mm, espesor de película no mayor a 50 μm , y un tiempo de colocación que no exceda 10 % del tiempo especificado por el fabricante (19).

2.2- ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Grossman 1936 describe 10 propiedades críticas de un sellador endodóntico (2, 6, 11).

1. De fácil introducción a conducto.
2. Debe sellar el conducto en sentido apical y lateral.
3. No debe presentar contracción después de su aplicación.
4. Impermeable a fluidos.
5. Bacteriostático.
6. Radiopaco.
7. No ocasionar pigmentación.
8. No irritante a tejidos periapicales.
9. Estéril o de fácil desinfección.
10. De fácil remoción en caso de ser necesario.

Gutmann y Witherspoon. Mencionan que el objetivo de la obturación endodóntica es eliminar todas las vías de filtración de cavidad oral y tejidos periapicales hacia el sistema de conductos por medio de un sellado hermético contra fluidos (46).

Kwang-Won Lee y Pashley. Indican que la clave del éxito endodóntico a largo plazo además del desbridamiento químico-mecánico es un sellado hermético, pero esto es imposible sin un agente sellador, ya que la gutapercha no se adhiere a las paredes del conducto (32).

Johnson y Gutmann. Menciona que uno de los requerimientos para una obturación endodóntica exitosa es la obtención de un sellado hermético, químico o mecánico a lo largo del conducto (42).

Sundqvist y Figdor. Reportan que un sellado hermético previene el ingreso de bacterias y sus productos a tejidos periapicales previniendo la periodontitis apical (42).

Marshall y Massler. Mencionan que el material más efectivo para la obturación endodóntica es la combinación de gutapercha y sellador (44). Sin la presencia de algún material sellador, las obturaciones permiten filtración(45).

Whitmore. Menciona que la obturación preserva el estado de desinfección de dos maneras:

- Directamente: eliminando activamente microorganismos remanentes.
- Ecológicamente: negándoles nutrición y espacio para multiplicarse (14).

Younis y Hambree. Observaron que aquellos conductos obturados con una combinación de gutapercha y sellador lograron un mayor sellado que aquellos dientes obturados únicamente con gutapercha o únicamente sellador. (28, 40).

Orstavik et al. Menciona que el sellador endodóntico juega un papel importante al entumbar bacterias remanentes y llenar aquellas áreas inaccesibles del sistema de conductos. (30)

Kim y Pashley et al. Mencionan que la mayoría de los selladores endodónticos presentan contracción durante el fraguado, esto crea espacios que son potenciales vías de filtración bacteriana (22).

Chandra y Shankar et al. Mencionan que un sellador ideal debe sellar los conductos lateral y apicalmente y además debe proveer buena adaptación a dentina radicular (41).

Zhejun Wang et al. Mencionan que la mayoría de los fracasos endodónticos ocurren como resultado demicrofiltración entre el material de obturación sellador y dentina. (20).

Ingle y Taintor. Reportan que la mayoría de los fracasos endodónticos son causados por el sellado incompleto del sistema de conductos y es necesario usar materiales que logren un sellado hermético entre conductos y tejidos periapicales (34, 42).

Evans y Simon. Mencionan que la gutapercha no tiene propiedades que favorezcan una unión a dentina sin importar la técnica empleada(46).

Hata et al. Menciona que la función de los selladores endodónticos es lograr una unión entre gutapercha y dentina llenando espacios residuales (46).

Orstavik et al. Reporta que los cementos selladores endodónticos carecen de la habilidad de unirse químicamente a las paredes del conducto (34).

Sontag y Chandra et al. Mencionan que los selladores endodónticos más establecidos son aquellos a base de resina epoxi, esto debido a las ventajas que sus propiedades físicas y químicas ofrecen (26).

Wennberg A y Orstavik D. Demostraron que los selladores a base de resina epoxi producen una mayor unión a dentina (21).

De Almeida et al. Orstavik et al. Duarte et al. y Marciano et al. Reportaron que AH Plus es el sellador endodóntico a base de resina epoxi que logra mayor sellado apical, radiopacidad y estabilidad dimensional (26).

Táccio y Duarte et al. Reportaron que el cemento sellador biocerámico Endosequence BC Sealer reúne las propiedades físicas y químicas necesarias para su función (47).

Adanir et al. Versiani et al. y Resende et al. Mencionan que a pesar del desarrollo de nuevos selladores y métodos físico-químicos para la obturación endodóntica, el sellador ideal aún no existe (26).

Por ser un material relativamente reciente existen pocos reportes en la literatura actual que evalúen bajo microscopio electrónico de barrido (MEB) la adaptabilidad y calidad de sellado de cementos selladores endodónticos a base de materiales biocerámicos.

Shinde, Kokate y Hegde. Realizaron un estudio *in vitro* bajo microscopio electrónico de barrido (MEB) para comparar la capacidad de sellado de tres selladores endodónticos, uno a base de silicato de calcio (Endosequence BC Sealer), el segundo a base de silicona (Gutaflo^w 2) y un tercero a base de resina epoxi (AH Plus). 45 dientes humanos de conducto único fueron decoronados y preparados con instrumentos rotatorios NiTi ProTaper. Los dientes fueron divididos en grupos y la obturación se llevó a cabo con técnica de cono único y alguno de los selladores. En el grupo 1 se empleó el cemento sellador Endosequence BC Sealer. En el grupo 2 cemento sellador Guttaflow y en el grupo 3 cemento sellador AH Plus. Los dientes fueron seccionados longitudinalmente en tercio apical y preparados para análisis bajo MEB. Se analizó la interfase cemento-dentina y se evaluó la adaptación del sellador a dentina radicular. Los autores concluyeron en base a sus resultados que el sellador a base de materiales biocerámicos silicato de calcio Endosequence BC Sealer exhibió mayor adhesión y adaptabilidad a dentina que el sellador a base de resina epoxi AH Plus (10).

Balguerie y Van der Sluis. Realizaron un estudio *in vitro* con el fin de evaluar la adaptación de 5 selladores endodónticos en combinación con gutapercha. 52 dientes fueron preparados y obturados. Una vez obturados se seccionaron transversalmente y se prepararon para análisis bajo MEB a magnificación X500 y X1500. La calidad de adaptación a pared dentinal fue evaluada por 2 observadores independientes en ciego. Los investigadores reportan que la mayor adaptación a pared dentinal se observó en el grupo del sellador AH Plus(3).

Wei Zhang y Zhi Li et al. Evaluaron la capacidad de sellado de Endosequence BC Sealer mediante MEB. Emplearon 68 dientes humanos uniradiculares decoronados e instrumentados. Fueron divididos en grupos: **A:**Endosequence/onda continua,**B:** Endosequence/cono único y**C:** AH Plus/onda continua. Emplearon un método de microfiltración para evaluar el grado de filtración bajo MEB. Sus resultados indican que no

existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Concluyeron que Endosequence BC Sealer es equivalente a AH Plus en cuanto a capacidad de sellado (48).

3.- JUSTIFICACIÓN

Existen pocos estudios dedicados a la evaluación de la calidad de sellado y adaptabilidad a pared dentinaria del cementos selladores a base de materiales biocerámicos. Con la introducción de nuevos materiales selladores de uso endodóntico, es necesaria la evaluación de los mismos.

Los resultados de la presente investigación permitirán conocer las capacidades y deficiencias de uno de los nuevos materiales propuestos por casas comerciales de manera objetiva y fehaciente. De esta forma el clínico podrá tomar mejores decisiones que ayudarán a mejorar su práctica clínica y lograr el éxito de sus tratamientos de manera predecible y a largo plazo.

4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los cementos selladores más usados en la práctica endodóntica moderna, es elegido por especialistas por sobre otros materiales, por su capacidad de sellado y adaptabilidad reportado en numerosos estudios.

Con la aparición de nuevos materiales que han logrado buena aceptación y difusión en otros países, al grado de llegar a reemplazar a otros tipos de selladores de uso común, debemos plantearnos la siguiente pregunta de investigación:

4.1- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La calidad de sellado y el grado de adaptación a pared dentinaria producido por el cemento sellador AH Plus puede ser replicado o mejorado por el cemento sellador biocerámico Endosequence BC Sealer?

5.- OBJETIVOS

5.1. Generales

- Evidenciar la calidad de adaptación a pared dentinaria del sellador endodóntico Endosequence BC Sealer (Brasseler).

5.2. Específicos

- Determinar la calidad de la interfase dentina–sellador de cemento endodóntico Endosequence BC Sealer (Brasseler).

6. HIPÓTESIS

6.1. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN. (HI)

- El grado de adaptabilidad a pared dentinaria y calidad de sellado de materiales a base de silicato de calcio es igual o superior al grado de adaptabilidad y calidad de sellado de materiales a base de resina epoxi.

6.2. HIPÓTESIS NULA.

- El material sellador de conductos a base de silicato de calcio Endosequence BC Sealer (Brasseler). no logra superar o igualar el grado de adaptabilidad y calidad de sellado del material sellador endodóntico a base de resina epoxi AH Plus (Dentsply Maillefer).

7. MATERIALES Y MÉTODOS.

• 7.1. DISEÑO DE ESTUDIO

- Prospectivo, Transversal, Analítico, Cuasi experimental, *ex vivo*, *in vitro*, triple ciego.

• 7.2. UBICACIÓN ESPACIO – TEMPORAL

- Posgrado de Endodoncia BUAP, Laboratorio de Biomateriales dentales CU BUAP. Laboratorio de Microscopia Electrónica de Barrido, Centro de Vinculación Universitaria y Transferencia de Tecnología (CVUyTT) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

• 7.3. UNIVERSO

- Órganos dentarios recientemente extraídos, permanentes, de conducto único, sin fracturas, fisuras o restauraciones.

• 7.4. MUESTRA

- Tipo de Muestreo: Muestreo no probabilístico por conveniencia de dientes extraídos que cumplieron con los criterios de Inclusión.
 - 14 órganos dentarios instrumentados y obturados con cemento sellador endodóntico Endosequence BC Sealer con técnica de cono único y con técnica de onda continua.
 - 14 órganos dentarios instrumentados y obturados con cemento sellador endodóntico AH Plus con técnica de cono único y con técnica de onda continua.
 - 2 órganos dentarios instrumentados y obturados sin sellador, 1 diente obturado con técnica onda continua y 1 diente obturado con técnica de cono único (grupo control).

8. CRITERIOS DE SELECCIÓN

8.1 INCLUSIÓN

- Dientes permanentes uniradiculares.
- Dientes sin fracturas o fisuras radiculares.
- Dientes de conducto único.
- Dientes sin restauraciones.

8.2 EXCLUSIÓN

- Dientes con ápices inmaduros.
- Dientes con fracturas o fisuras radiculares.
- Dientes con más de un conducto y/o raíz.
- Dientes con tratamiento endodóntico o algún material de obturación.

8.3 ELIMINACIÓN

- Dientes con fallos de procedimiento.
- Dientes con obturación defectuosa.
- Dientes dañados durante el procedimiento.

9. VARIABLES.

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA	CATEGORÍA	ANÁLISIS ESTADÍSTICO
ADAPTACIÓN A PARED DENTINARIA	Se realizará una evaluación observacional a triple ciego	Cualitativa ordinal	1- Buena adaptación 2- Adaptación regular 3- Pobre adaptación 4- No adaptación	Estadística descriptiva Anova Kruskal Wallis
SELLADO	Se realizará una evaluación observacional a triple ciego	Cualitativa ordinal	1- Buena adaptación 2- Adaptación regular 3- Pobre adaptación 4- No adaptación	Estadística descriptiva Anova Kruskal Wallis
TÉCNICA	Se realizará una evaluación observacional a triple ciego	Cualitativa nominal dicotómica	1- Buena adaptación 2- Adaptación regular 3- Pobre adaptación 4- No adaptación	Estadística descriptiva
MATERIAL	Se realizará una evaluación observacional a triple ciego	Cualitativa nominal dicotómica	1- Buena adaptación 2- Adaptación regular 3- Pobre adaptación 4- No adaptación	Estadística descriptiva y Anova Kruskal Wallis

10. INSTRUMENTOS.

MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

El microscopio electrónico de barrido (MEB) JEOL® modelo JSM-6610LV está certificado con ISO 9001 e ISO 14001, es un instrumento que permite la observación y caracterización superficial de materiales orgánicos e inorgánicos, mostrando información morfológica del material analizado. El principio del MEB se basa en imágenes tridimensionales que se construyen punto a punto y línea a línea a partir de electrones secundarios. Se forma una imagen por medio de un escaneo de la superficie del espécimen. El MEB posee un cátodo que al calentarse emite una fuente de electrones primarios, los cuales van desplazándose guiados por las lentes situadas en los laterales del tubo del microscopio que los mantienen en una trayectoria rectilínea hasta alcanzar el espécimen. Una vez que llega al espécimen, atraviesan la capa de oro/grafito que se ha depositado previamente sobre su superficie para facilitar la conducción de los electrones. Penetran en la materia del espécimen excitando los electrones secundarios que van a ser los que darán la imagen, pues los electrones primarios se desechan, mientras que los secundarios son recogidos por un detector de electrones que convertirá a un electrón un fotón, que tendrá un color dentro de la tonalidad comprendida entre el negro y blanco, dependiendo del peso molecular del átomo de la materia que procede. Cada fotón dará un punto, y la suma de todos formara la imagen. Las mayores ventajas del microscopio electrónico de barrido son que se producen imágenes con efecto de 3D, permite observar especímenes grandes y permite realizar fotografías con amplios aumentos, desde 3x hasta 150.000x (49, 50).

10.1 - TÉCNICA Y PROCEDIMIENTO:

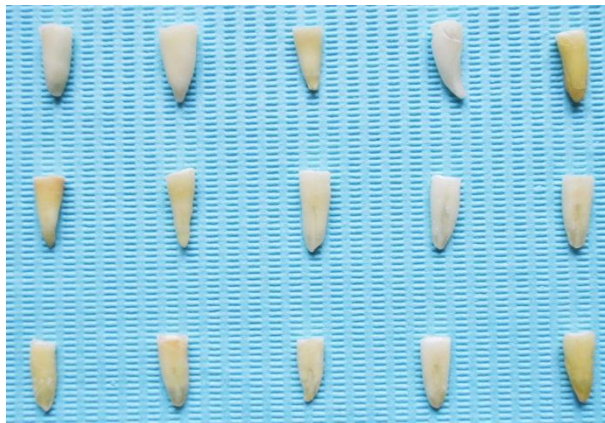
30 dientes humanos permanentes extraídos, libres de caries, restauraciones, fracturas o fisuras y con raíces intactas, fueron almacenados en agua bidestilada. La superficie de la raíz se limpió con ultrasonido para eliminar cualquier residuo orgánico. (Imagen No.1).



Superficies radiculares después de limpieza con ultrasonido.

Imagen No.1

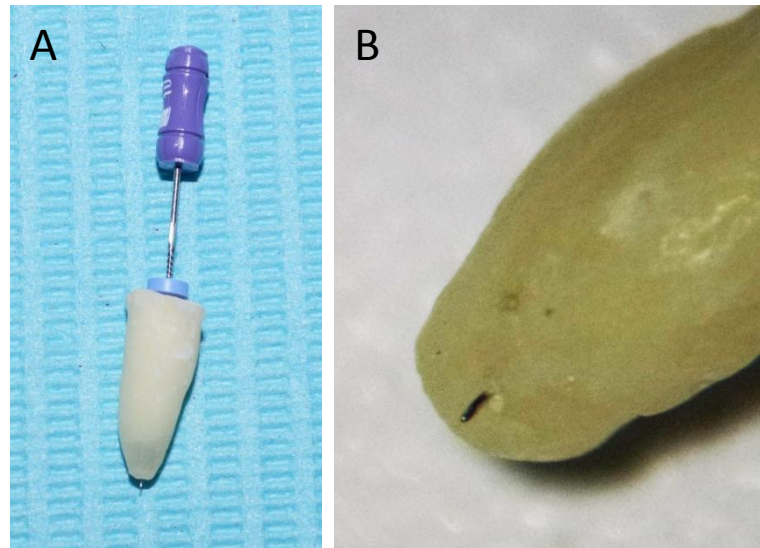
Las coronas se seccionaron a la altura de unión cemento-esmalte con discos de diamante y spray de agua, a una longitud estandarizada de 12 mm.(Imagen No. 2).



Dientes decoronados a longitud 12 mm.

Imagen No. 2

Para realizar el tratamiento de conductos convencional se determinó la longitud de trabajo al insertar un instrumento endodóntico manual #10 hasta que la punta de estefuera visible a través de foramen apical bajo magnificación 16 X; La longitud de trabajo definitivase obtuvo de dicha medición, menos 1 mm. (Imagen No. 3).



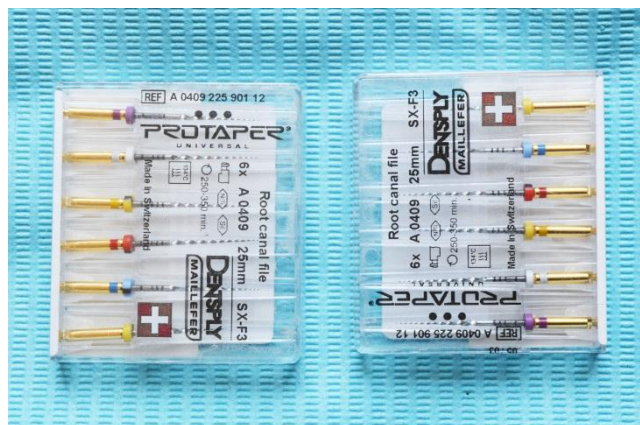
La imagen No. 3 muestra la determinación de longitud de trabajo previo a instrumentación.

A: Instrumento manual #10 a través de foramen apical.

B: Instrumento manual a través de foramen apical bajo magnificación x 16.

Imagen No. 3

Los conductos fueron preparados con instrumentación manual hasta lima #15 seguido de instrumentos rotatorios NiTi Protaper Universal Dentsply Swiss a #30 (0.30/09). (Imagen No. 4).



Instrumentos rotatorios NiTi Protaper Universal Dentsply Swiss.

Imagen No. 4

La instrumentación se llevó a cabo de acuerdo a las instrucciones del fabricante con motor rotatorio Elements Sybron Endo, manteniendo permeabilidad apical con un instrumento manual #10 entre cada instrumento rotatorio.

El protocolo de irrigación constó de 3 mL de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5.25% depositado manualmente entre cada instrumento con jeringa hipodérmica y aguja 27 de salida lateral, secado con puntas de papel #30, seguido de irrigación con 5 mL de ácido etilendiaminotetracético (EDTA) al 17% activado con ultrasonido y punta activadora Irrisafe Satelec por 1 minuto, dividido en 3 sesiones de 20 segundos y una irrigación final de 5 mL NaOCl al 5.25% activado con ultrasonido y punta activadora Irrisafe Satelec por 1 minuto o 3 sesiones de 20 segundos. El conducto se secó con puntas de papel # 30/ 0.02.

Los órganos dentarios se dividieron al azar en 4 grupos:

G1-Técnica de obturación cono único con sellador endodóntico EndoSequence BC Sealer – Brasseler (USA Savannah, GA) y gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09). (7 dientes).

G2-Técnica de obturación onda continua con cemento sellador EndoSequence BC Sealer – Brasseler (USA Savannah, GA) y gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09). (7 dientes).

G3-Técnica de obturación onda continua con sellador AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) y gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09). (7 dientes).

G4-Técnica de obturación cono único con sellador endodóntico AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) y gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09). (7 dientes).

GRUPO CONTROL

Técnica de obturación endodóntica cono único sin cemento sellador con gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09). (1 diente).

Técnica de obturación onda continua sin cemento sellador con gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09). (1 diente).

Ambos cementos selladores se manipularon de acuerdo a las instrucciones del fabricante:

EndoSequence BC Sealer –Brasseler (USASavannah, GA). (Imagen no. 5).



Presentación comercial del cemento sellador endodóntico EndoSequence BC Sealer – Brasseler (USA Savannah, GA).

Imagen No. 5

AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). (Imagen No. 6)



Presentación comercial del cemento sellador endodóntico AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues Switzerland)

Imagen No. 6

Los accesos coronales se sellaron con material de restauración temporal Cavity los ápices se recubrieron con una doble capa de barniz de uñas transparente para evitar filtración. Después del procedimiento, los dientes se almacenaron en viales plásticos estériles a 100% de humedad y a 37 grados C. por 8 días. (Imagen 7).

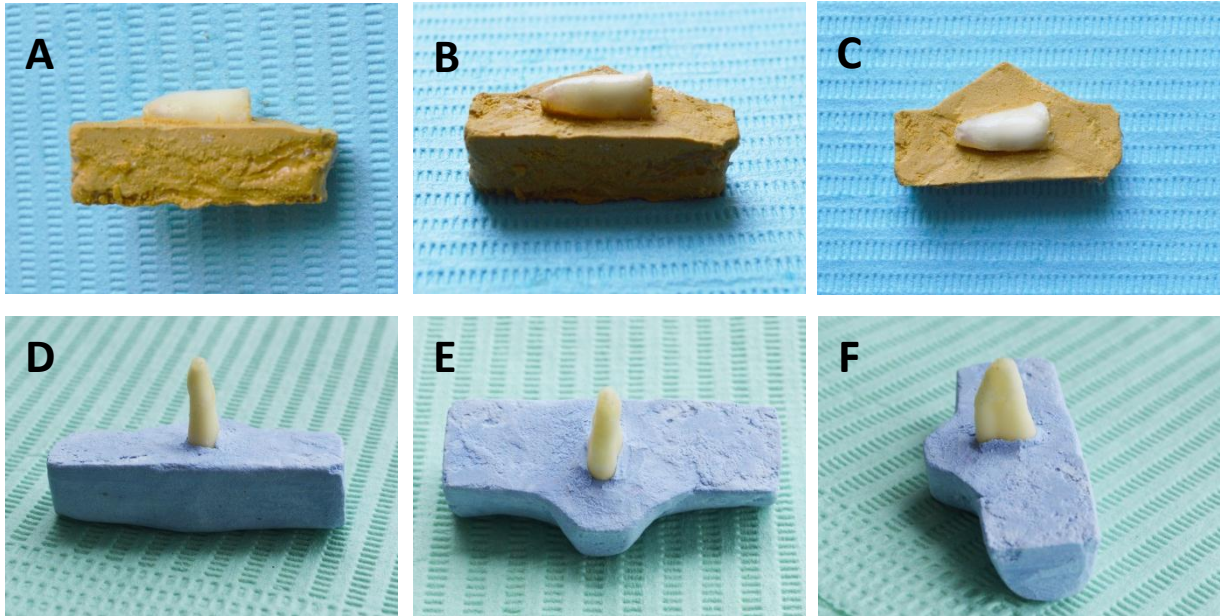


A: Viales plásticos de almacenamiento.

B: Unidad incubadora, laboratorio de Biomateriales dentales facultad de Estomatología BUAP.

Imagen No. 7

Las raíces fueron embebidas en yeso piedra de manera horizontal y vertical como preparación para el montaje en la recortadora. (Imagen No. 8).



A, B, C: Montaje horizontal para recortadora en yeso piedra.
D, E, F: Montaje vertical para recortadora en yeso piedra

Imagen No. 8

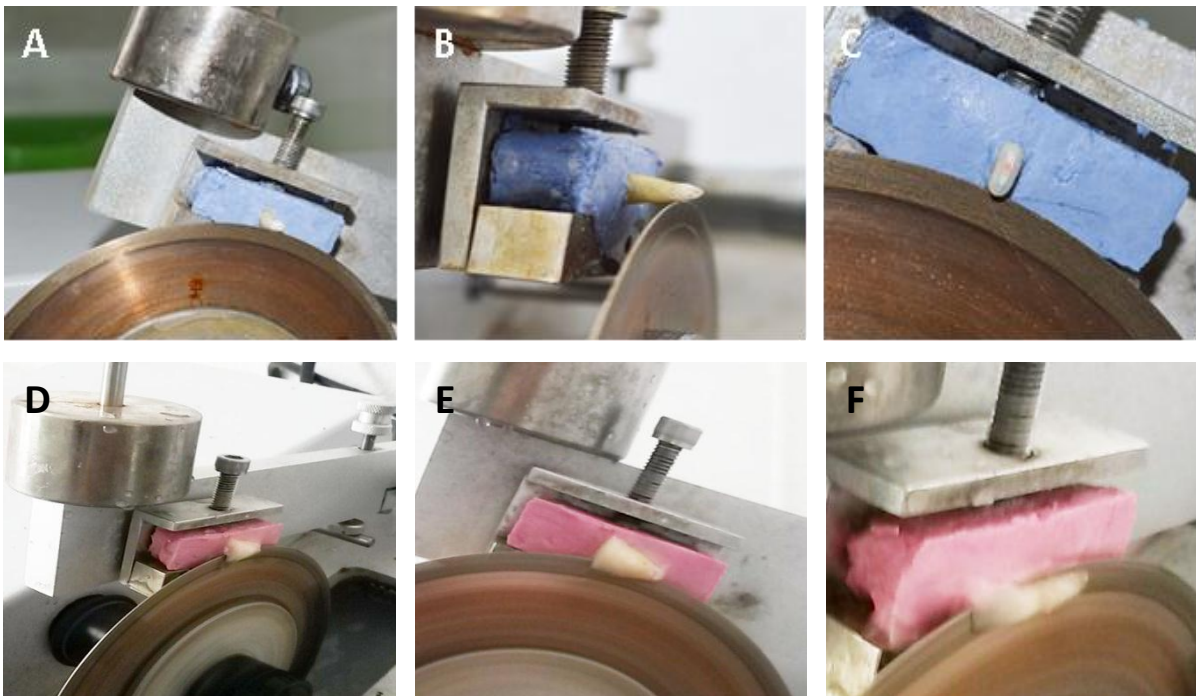
La sección de los especímenes se realizó con recortadora de baja velocidad Buehler IsoMed y disco de corte calibre 0.3 mm, en el laboratorio de biomateriales dentales de la Facultad de Estomatología BUAP.

(Imagen No. 9 y 10).



Recortadora de baja velocidad Buehler IsoMed.

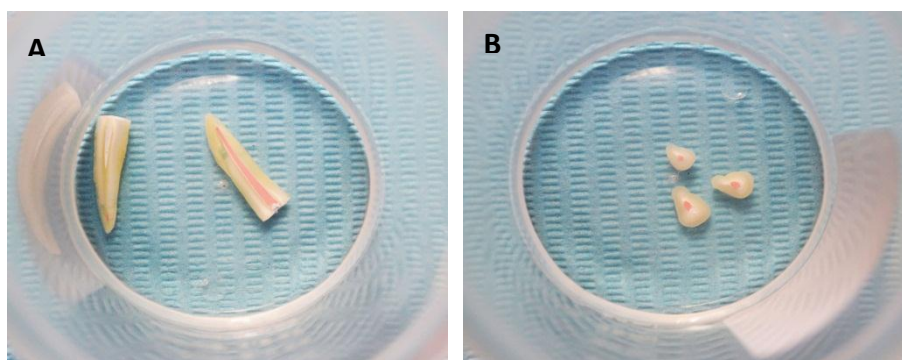
Imagen No. 9



A, B, C: Montaje para corte transversal de especímenes en recortadora.
D, E, F: Montaje para corte longitudinal de especímenes en recortadora.

Imagen No. 10

15 especímenes fueron seccionados en sentido longitudinal y 15 especímenes fueron seccionados en sentido transversal a 2, 5 y 8 mm de LT. (Imagen no.11).



A: Corte longitudinal de especímenes. **B:** Corte transversal de especímenes.

Imagen No. 11

Para conformar **Grupo 1** se incluyeron 7 especímenes obturados con técnica cono único con cemento sellador EndoSequence BC Sealer –Brasseler (USA Savannah, GA) y gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09), 4 dientes fueron seccionados transversalmente a 2, 5 y 8 mm de LT y 3 seccionados longitudinalmente. El **Grupo 2** constó de 7 especímenes obturados con técnica onda continua con cemento sellador EndoSequence BC Sealer –Brasseler (USA Savannah, GA) y gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09), 4 dientes seccionados transversalmente a 2, 5 y 8 mm de LT y 3 seccionados longitudinalmente. El **Grupo 3** constó de 7 especímenes obturados con técnica onda continua con cemento sellador AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) y gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09), 4 dientes seccionados horizontalmente a 2, 5 y 8 mm de LT y 3 seccionados longitudinalmente. El **Grupo 4** constó de 7 dientes obturados con técnica de obturación a cono único con cemento sellador AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) y gutapercha Protaper F3 #30 (0.30/09), 4 dientes seccionados horizontalmente a 2, 5 y 8 mm de LT y 3 seccionados longitudinalmente. El grupo **Control** constó de 2 dientes obturados 1 con técnica cono único y 1 con técnica onda continua sin cemento sellador, 1 seccionado horizontalmente a 2, 5 y 8 mm de LT y 1 seccionado longitudinalmente.

Para remover restos orgánicos e inorgánicos probables después de las secciones, las muestras fueron tratadas con un baño de ácido etilendiaminotetracético (EDTA) 17%, seguido de un baño de hipoclorito de sodio (NaOCl) 5.25% y un baño final de solución salina estéril por 1 minuto.

La secuencia de la irrigación de limpieza se realizó en el siguiente orden:

- NaOCl 5.25% por 2 minutos.
- Solución salina estéril por 1 minuto.
- EDTA 17% por 1 minuto.
- Solución salina estéril por 1 minuto.
- NaOCl 5.25% por 1 minuto.
- Solución salina estéril por 1 minuto.

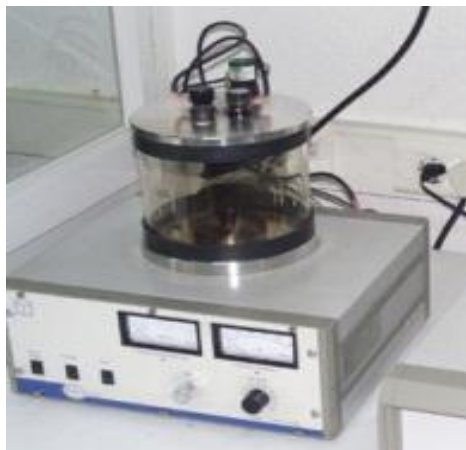
Las muestras fueron preparadas y analizadas en el laboratorio de Microscopía de Barrido del Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología (CUVyTT) BUAP. (Imagen No. 12).



Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología (CUVyTT) BUAP.

Imagen No. 12

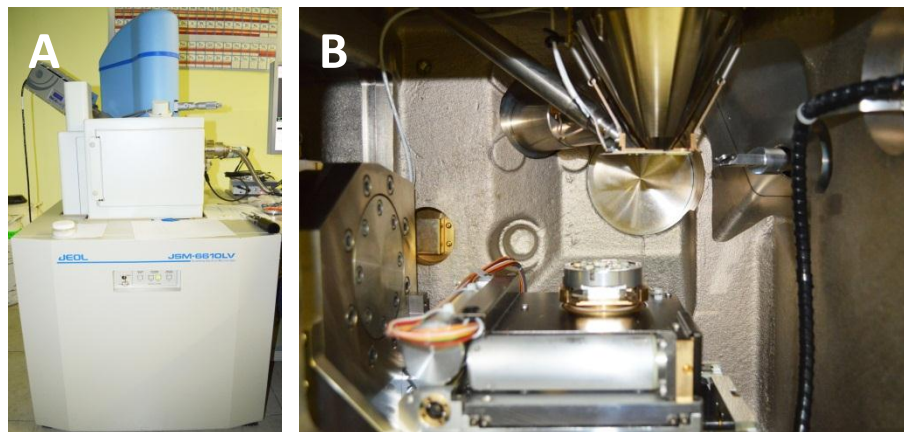
Se prepararon las muestras para montaje en microscopio electrónico de barrido (MEB) con un recubrimiento externo de grafito con el equipo Carbón Coater CC7650 Quorum Technologies. (Imagen no. 13).



Equipo de recubrimiento y preparación para MEB
Carbon Coater CC7650 Quorum Technologies.

Imagen No. 13

Una vez listas, las muestras fueron montadas en la plataforma interior de la cámara de vacío del MEB. (Imagen No. 14).



A: MEB modelo JEOL® modelo JSM-6610LV. **B:** Muestras montadas en cámara de vacío de MEB.

Imagen No. 14

Con el análisis de las muestras bajo MEB se obtuvieron 90 microfotografías de la interfase cemento-dentina-gutapercha (42 transversales, 42 longitudinales y 6 controles) con una magnificación de 500X y 1000X.

Las imágenes fueron analizadas por tres examinadores independientes en ciego para evaluar el grado de adaptabilidad y la calidad de la interfase cemento-dentina-gutapercha. Los observadores no tenían información para determinar la técnica o el material empleado en cada una de las microfotografías.

La evaluación de las imágenes se realizó empleando la siguiente escala:

1-	Buena adaptación:	No se observaron espacios entre dentina y sellador.
2-	Adaptación regular:	Se observaron espacios menores entre dentina y sellador.
3-	Pobre adaptación:	Se observan espacios mayores entre dentina y sellador.
4-	No adaptación:	Las secciones no muestran adaptación entre sellador y dentina, se observan espacios amplios entre cemento, dentina o cemento gutapercha.

11.DISEÑO ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS Statistics versión 22.0ySTATGRAPHICS Centurion.

Para variables numéricas, se utilizaran medidas de tendencia central y dispersión. Para variables categóricas, se utilizarán porcentajes y gráficos correspondientes. Para determinar diferencias entre los grupos, se utilizarán las pruebas estadísticas Anova, Kruskal Wallis, Tukey y Rangos Múltiples con su respectiva significancia estadística que es $P \leq 0.05$.

12.RESULTADOS

El análisis estadístico de las muestras estudiadas bajo MEB nos indica que el grupo **G3: AH Plus/onda continua (OC)** obtuvo los mejores resultados en adaptabilidad y calidad de sellado. Los grupos **G1: Endosequence/cono único (CU)** y **G2: Endosequence/onda continua** demostraron ser los grupos con menor adaptabilidad y calidad de sellado sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

La tabla No. 1 muestra el resumen de resultados y promedios de la estadística descriptiva la cual nos indica que uno de los grupos obtuvo mejores resultados:

G3: AH Plus/onda continua.

Resumen Estadístico

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
AH PLUS/OC	20	1.8005	0.661724	36.7522%	1.0	3.67	2.67
AH PLUS/CU	20	1.9335	0.502774	26.0033%	1.0	2.67	1.67
ENDOSEQUENCE/CU	20	2.9485	0.687499	23.3169%	2.0	4.0	2.0
ENDOSEQUENCE/OC	20	2.784	0.677988	24.353%	1.0	3.67	2.67
Total	80	2.36662	0.805473	34.0347%	1.0	4.0	3.0

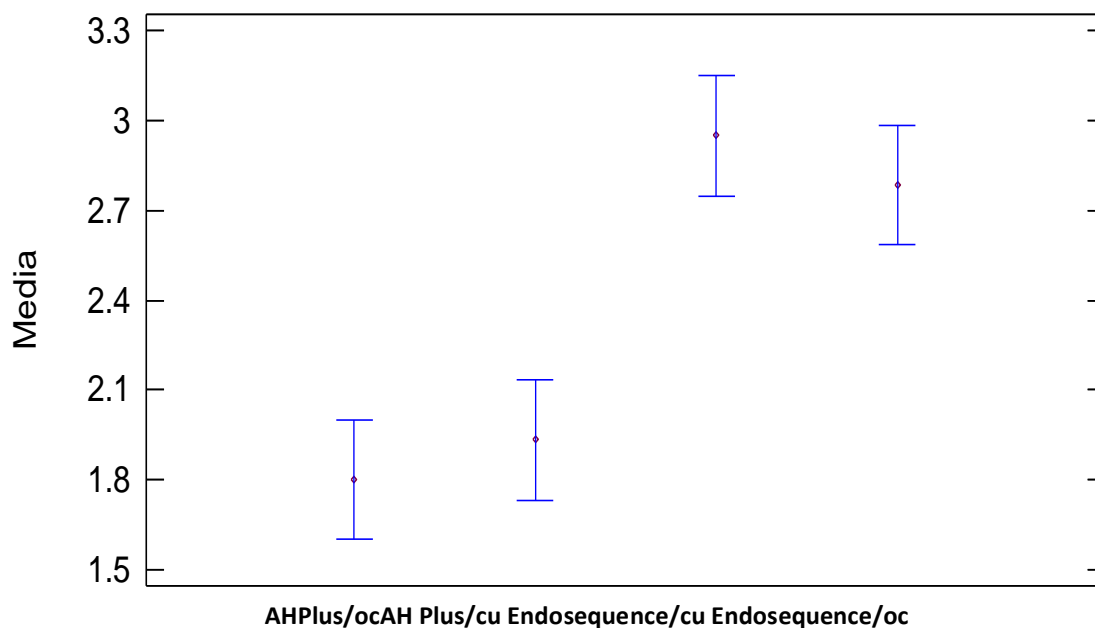
La tabla No. 1 muestra los promedios de los resultados de grupos (en rojo).

Tabla No. 1

La gráfica No.1 muestra las diferencias entre los promedios de grupos. No existen diferencias estadísticamente significativas entre grupos **G4: AHPlus/cu** y **G3:AHPlus/oc** y entre grupos **G1: Endosequence/cu** y **G2: Endosequence/oc**, sin embargo, si se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos **G4: AHPlus/cu** y **G1: Endosequence/cu** y entre grupos **G3:AHPlus/oc** y **G2: Endosequence/oc**.

Dado que la escala de evaluación empleada se basa en la numeración 1 al 4, siendo el número 1 la mayor calificación y el número 4 la menor, aquellos grupos con un resultado numérico menor, son los grupos que presentaron los mejores resultados en cuanto a adaptabilidad y calidad de sellado.

Medias y 95.0% de Fisher LSD



Gráfica de diferencia de promedios de grupos.

Gráfica No. 1

Para determinar si las diferencias entre grupos son estadísticamente significativas se empleó la prueba estadística Anova (Tabla No. 2).

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	20.4175	3	6.80583	16.77	0.0000
Intra grupos	30.8367	76	0.405746		
Total (Corr.)	51.2542	79			

Tabla No. 2

Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, **existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables** con un nivel del 95.0% de confianza.

Para determinar en cuales grupos existe diferencia estadísticamente significativa se empleó la prueba estadística de Rangos Múltiples. (Tabla No. 3).

Las mayores diferencias estadísticamente significativas se observan entre grupos **G3: AH Plus/OC** y **G1: Endosequence/CU**. Los resultados de esta prueba estadística también nos indican que entre los grupos **G1: Endosequence/CU** y **G2: Endosequence/OC** Y entre los grupos **G3: AH Plus/OC** y **G4: AH Plus/CU** no existen diferencias estadísticamente significativas.

Prueba de Rangos Múltiples

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
AH PLUS/OC - AH PLUS/CU		-0.133	0.401186
AH PLUS/OC – ENDOSEQUENCE/CU	*	-1.148	0.401186
AH PLUS/OC – ENDOSEQUENCE/OC	*	-0.9835	0.401186
AH PLUS/CU – ENDOSEQUENCE/CU	*	-1.015	0.401186
AH PLUS/CU – ENDOSEQUENCE/OC	*	-0.8505	0.401186
ENDOSEQUENCE/CU – ENDOSEQUENCE/OC		0.1645	0.401186

* indica una diferencia significativa.

Tabla No. 3

El asterisco indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

Para corroborar resultados en la diferencia entre grupos se empleó la prueba estadística Tukey. Los resultados se muestran en la tabla No. 4.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: PROMEDIO

HSD Tukey

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Diferencia de medias (I-J)	Error Estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	.190	.198	.771	-.33	.71
	3	1.222*	.198	.000	.70	1.74
	4	1.079*	.198	.000	.56	1.60
2	1	-.190	.198	.771	-.71	.33
	3	1.032*	.196	.000	.52	1.55
	4	.889*	.196	.000	.38	1.40
3	1	-1.222*	.198	.000	-1.74	-.70
	2	-1.032*	.196	.000	-1.55	-.52
	4	-.143	.196	.885	-.66	.37
4	1	-1.079*	.198	.000	-1.60	-.56
	2	-.889*	.196	.000	-1.40	-.38
	3	.143	.196	.885	-.37	.66

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Tabla No. 4

La tabla No. 4 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras.

El asterisco que se encuentra al lado de los 4 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

Para corroborar los resultados se empleó una última prueba estadística: Kruskal Wallis. Los resultados se muestran en la tabla No. 5.

Prueba Kruskal-Wallis

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
AH PLUS	20	23.65
AH PLUS 2	20	28.0
ENDOSEQUENCE	20	56.525
ENDOSEQUENCE 2	20	53.825

Estadístico = 32.992 Valor-P = 3.23317E-7

Tabla No. 5

Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla No.6 muestra los promedios de los resultados de grupos control comparados con los promedios de grupos experimentales (Tabla 3). Si se comparan los promedios de los grupos experimentales con los de grupos control, se puede observar una diferencia amplia.

Resumen estadístico de grupos control

Control	
Recuento	6
Promedio	11.0
Desviación Estándar	1.26491
Coefficiente de Variación	11.4992%
Mínimo	9.0
Máximo	12.0
Rango	3.0
Sesgo Estandarizado	-0.889391
Curtosis Estandarizada	-0.390625

Tabla No. 6

Resumen estadístico de grupos experimentales

Grupos	Promedio
AH PLUS/OC	1.8005
AH PLUS/CU	1.9335
ENDOSEQUENCE/CU	2.9485
ENDOSEQUENCE/OC	2.784
Total	2.36662

Tabla No 3

Tabla no. 6 muestra los promedios de grupos control en comparación con promedios de grupos experimentales (Tabla No. 3).

El análisis cualitativo de las imágenes en MEB obtenidas de las muestras demostró que existen diferencias en cuanto a adaptabilidad y calidad de sellado de la interfase cemento-dentina-gutapercha dependiendo del material y técnica empleados. (Figura No. 1).

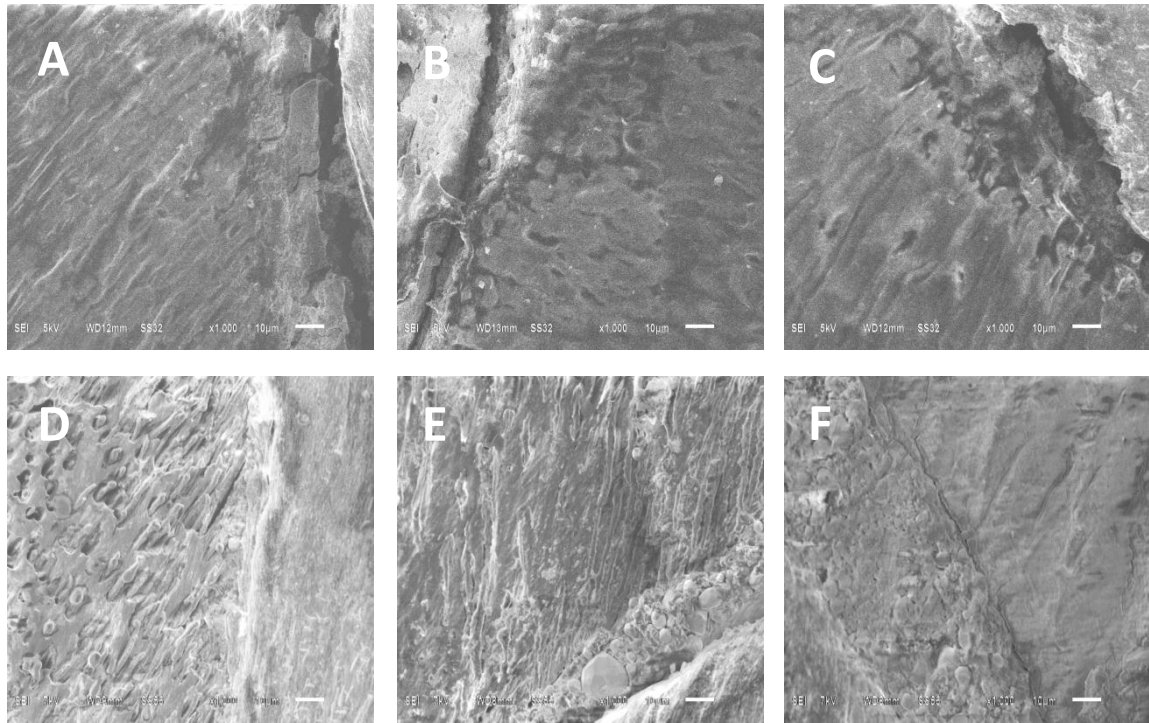


Figura 1: Imágenes obtenidas por MEB a 1000 x.
A: G1 m3 cervical. **B:** G1 m3 medio. **C:** G1 m3 apical.
D: G3 m3 cervical. **E:** G3 m3 medio. **F:** G3 m3 apical.
G1: Endosequence/cono único. **G3:** AH Plus/onda continua.

Figura No. 1

La Figura No. 2 muestra el Análisis con MEB a 1000x que compara la calidad de la interfase cemento-dentina-gutapercha de muestras de grupos con la misma técnica de obturación y distinto material sellador. Las imágenes corresponden a grupos que presentan una diferencia estadísticamente significativa entre ellos:

G2: Endosequence/OC vs. G3: AH Plus/OC.

El análisis de las imágenes de MEB mostró una diferencia importante en la calidad de la interfase cemento-dentina-gutapercha dependiendo de la técnica y material empleado. Se observa mayor adaptabilidad y calidad de sellado en las muestras del grupo **G3:AH Plus/OC** (C y D) al compararse con las muestras del grupo **G2: Endosequence/OC**.

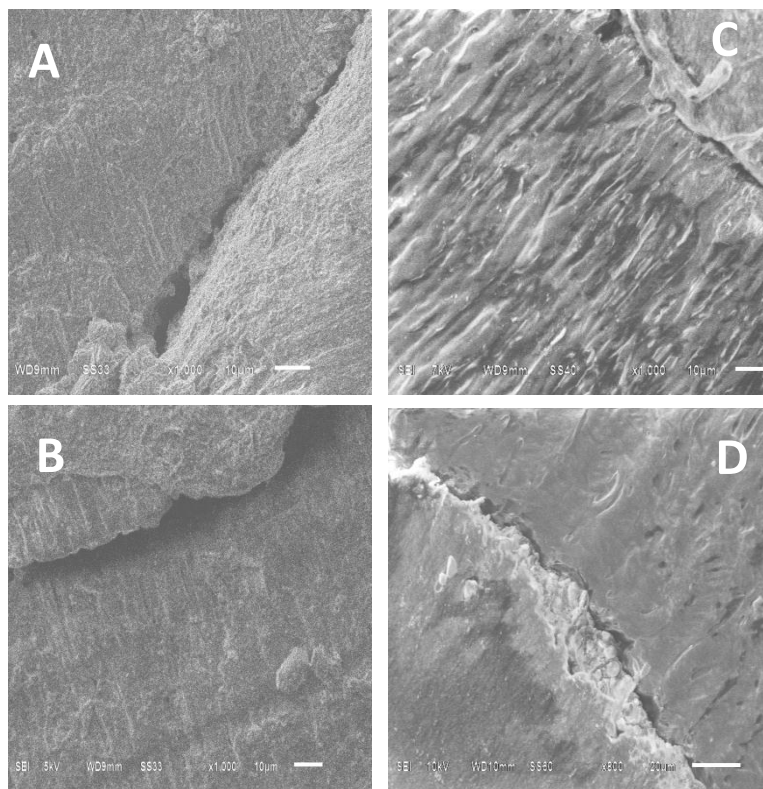


Figura 2: Imágenes obtenidas por MEB a 1000 x.
A: G2 m2 cervical. B: G2 m2 medio. C: G3 m2 cervical D: G3 m2 medio
G2: Endosequence/onda continua. G3: AH Plus/onda continua.

Figura No. 2

La figura No. 3 muestra el análisis bajo MEB de muestras correspondientes a los grupos con mayor diferencia estadísticamente significativa: **G3: AH Plus/onda continua** y **G1: Endosequence/cono único**. La adaptabilidad y calidad de sellado es mayor en el grupo **G3: AH Plus/onda continua**.

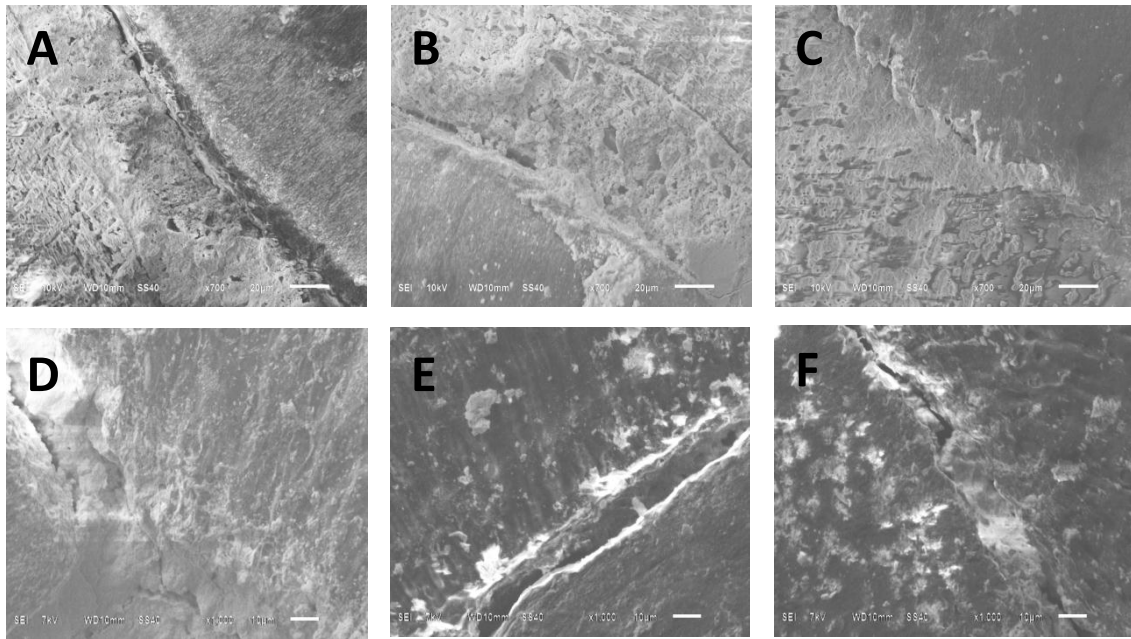


Figura 3: Imágenes obtenidas por MEB a 1000 x.
A: G3 m6 cervical. **B:** G3 m6 medio. **C:** G3 m6 apical
D: G1 m4 cervical **E:** G1 m4 medio. **F:** G1 m4 apical
G3: AH Plus/onda continua. G1: Endosequence/cono único

Figura No. 3

Los grupos experimentales que mostraron la menor adaptabilidad y calidad de sellado son **G1: Endosequence/cono único** y **G2: Endosequence/onda continua**.

La figura No. 4 muestra las microfotografías del análisis bajo MEB.

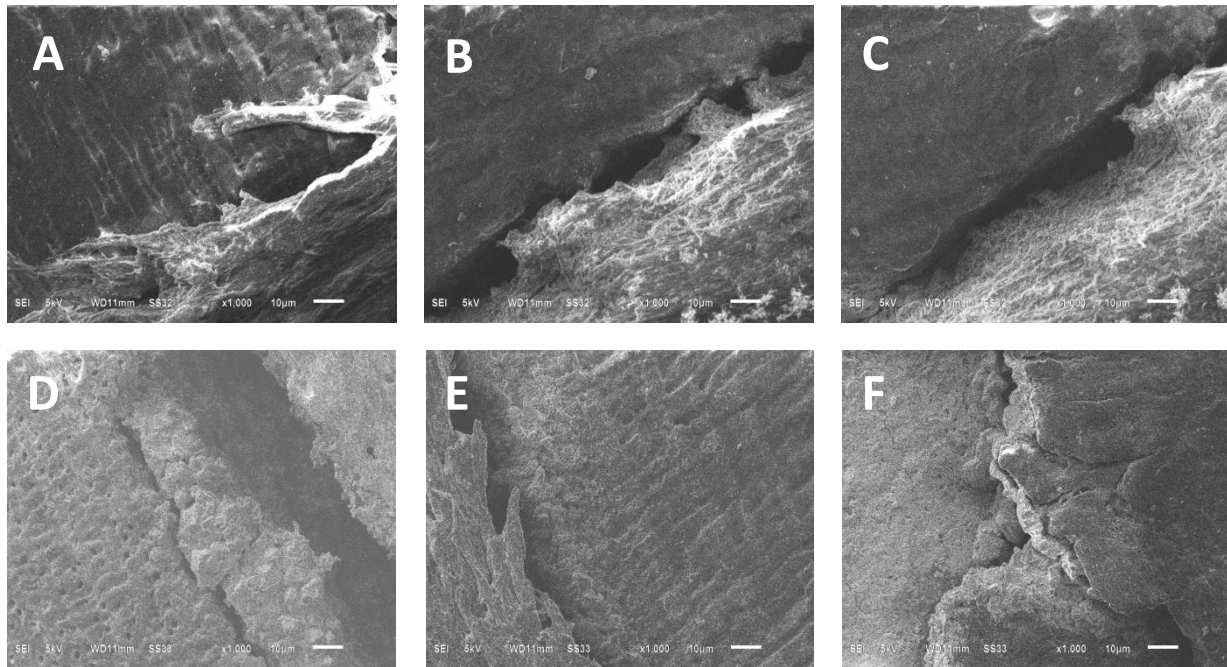


Figura 4: Imágenes obtenidas por MEB a 1000 x.
A: G1 m7cervical. **B:** G1 m7medio. **C:** G1 m7 apical
D: G2 m4 cervical **E:** G2 m4 medio. **F:** G2 m4 apical
G1: Endosequence/cono único y **G2: Endosequence/onda continua**.

Figura No. 4

La figura No. 5 muestra el análisis bajo MEB de la separación entre cemento y dentina de la muestra **G1 m6 cervical** perteneciente al grupo experimental con menor adaptabilidad y calidad de sellado **G1: Endosequence/cono único**. El análisis de la interfase cemento-dentina-gutapercha muestra una separación máxima de 125.220 μm y una mínima de 60.073 μm .

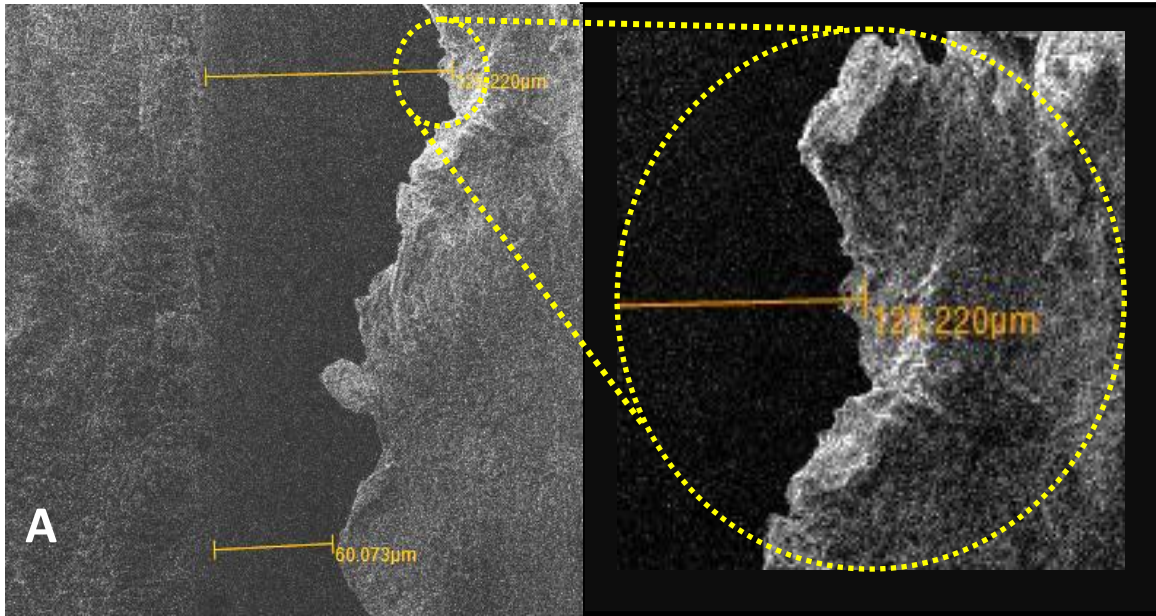


Figura 5 muestra imágenes obtenidas por MEB a 270 x.

A: Medición en μm de la interfase cemento-dentina-gutapercha de la muestra G1: m6 cervical perteneciente al grupo **G1: Endosequence/cono único**. **B:** Acercamiento de la medición en μm de muestra G1: m6 cervical

Figura No. 5

Un factor importante observado durante el análisis de las microfotografías de MEB es el hecho de que el cemento sellador Endosequence BC Sealer aparenta haber sostenido cambios físicos durante la aplicación de la técnica onda continua. Tales cambios se pueden atribuir al cambio de temperatura empleado durante la técnica. Dichas alteraciones representan una desventaja notable, pues afectan propiedades importantes como la fluidez del material. Estas alteraciones no permiten lograr un sellado y adaptabilidad adecuados para el éxito a largo plazo del tratamiento de conductos.

La figura No.6 muestra la consistencia del material sellador Endosequence BC Sealer después de la aplicación de técnica onda continua. En la microfotografía se puede apreciar el aspecto "arenoso" del material.

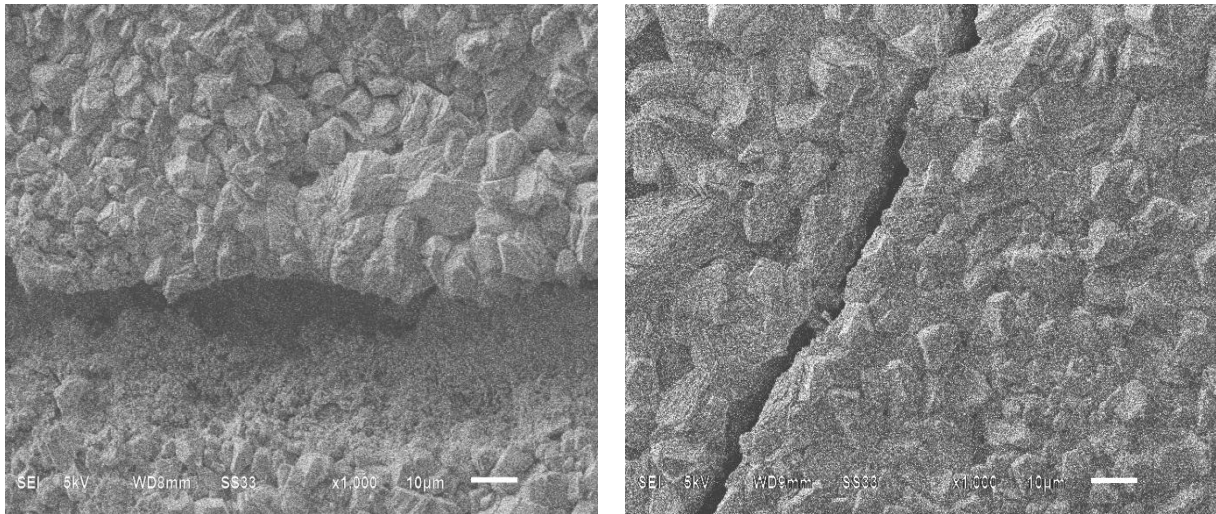


Figura No.6 muestra imágenes obtenidas por MEB a 1000 x.
Se observa la consistencia del material tras su exposición a cambios de temperatura.
A: G2 m5 cervical. **B:** G2 m5 medio.

Figura No. 6

La figura No. 7 muestra las microfotografías tomadas de los grupos control (sin sellador) se observan espacios amplios sin material de obturación.

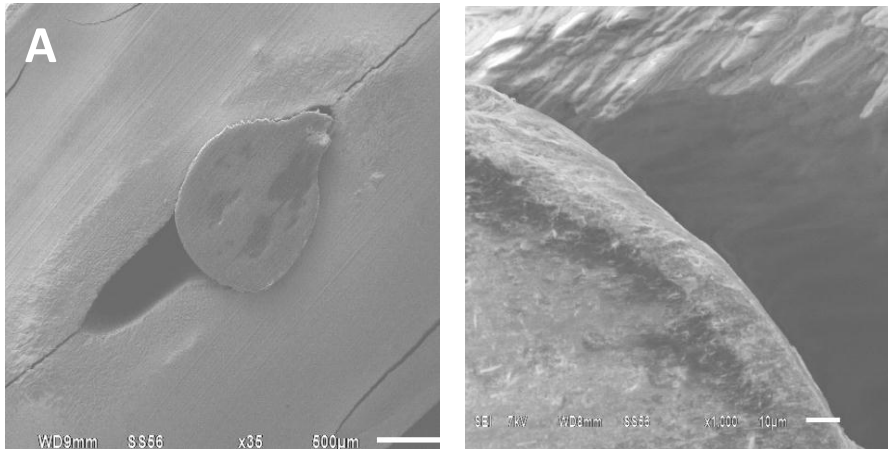


Figura 7 muestra imágenes obtenidas por MEB a 500 x y 1000x.
A: Control M1 cervical. **B:** Control M2 cervical.

Figura No. 7

13. DISCUSIÓN

Existen pocas investigaciones dedicadas a evaluar la calidad de adaptabilidad y sellado de cementos selladores endodónticos a base de materiales biocerámicos, sin embargo, si existe una amplia gama de investigaciones bien documentadas dedicadas a evaluar la adaptabilidad a pared dentinaria y sellado de cementos selladores a base de resina epoxi; Entre ellos AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ha destacado y se ha mantenido como el "Gold Standard" en adaptabilidad a pared dentinaria y calidad de sellado endodóntico, esto reportado en numerosos estudios. Por otra parte los nuevos selladores endodónticos a base de materiales biocerámicos prometen mejorar las técnicas de obturación endodóntica asegurando que es posible lograr una mejor calidad de sellado en menor tiempo de trabajo. Tal es el caso del cemento sellador endodóntico biocerámico EndoSequence BC Sealer –Brasseler (USASavannah, GA), el cual es publicitado como una mejoría en rapidez y calidad para las técnicas de obturación endodóntica. Sin embargo en el presente estudio, se observó que el cemento sellador endodóntico Endosequence BC Sealer no cumple con las expectativas de un sellador de uso endodóntico en cuanto a adaptabilidad y calidad de sellado del sistema del conductos.

Los grupos experimentales en los cuales se empleó Endosequence BC Sealer obtuvieron los resultados menos satisfactorios en cuanto a adaptabilidad y calidad de sellado endodóntico. La casa comercial Brasseler indica claramente en las instrucciones de su producto, que la técnica ideal para el cemento sellador Endosequence BC Sealer es la técnica de obturación endodóntica como único. Sin embargo los resultados del presente estudio y numerosos estudios han descartado que dicha técnica represente un método eficaz para lograr el sellado adecuado del sistema de conductos. Por lo que se puede asegurar basado en los resultados, que uno de los factores que influyeron en el fracaso de las obturaciones de los grupos experimentales obturados con el sellador Endosequence BC Sealer es precisamente el uso de la técnica de obturación de cono único. De los dos grupos en los cuales se utilizó Endosequence BC Sealer se observaron mejores resultados en aquellos dientes obturados con técnica de onda continua, a pesar de que el material no está diseñado para dicha técnica de obturación.

No obstante los cambios físicos observados en el material después de la aplicación de calor son evidentes. Por esta razón cabe suponer que las propiedades físicas y probablemente químicas del sellador Endosequence BC Sealer pueden verse afectadas o modificadas después de la aplicación de una técnica de obturación que requiera el uso de altas temperaturas. En el análisis de MEB de las muestras obturadas con Endosequence BC Sealer y técnica onda continua se observó que el material toma un aspecto "arenoso" que no favorece la adhesión y adaptabilidad a pared dentinaria. También cabe mencionar que incluso el grupo experimental obturado con técnica onda continua y sellador Endosequence BC Sealer no superó en resultados al grupo experimental obturado con cemento sellador a base de resina epoxi AH Plus y técnica a cono único. Si tomamos en cuenta que el cemento sellador AH Plus no es un sellador diseñado para técnica de cono único, podemos concluir que incluso un sellador empleado con una técnica no recomendada supera por mucho a al sellador Endosequence BC Sealer en adaptabilidad y calidad de sellado.

En el presente estudio los grupos experimentales con mejores resultados en cuanto adaptabilidad y calidad de sellado fueron aquellos en los cuales se empleó una técnica de obturación de onda continua con cemento sellador endodóntico a base de resina epoxi AH Plus. Los resultados del estudio indican que las diferencias entre los grupos obturados con AH Plus y aquellos obturados con Endosequence BC Sealer son notables. Cabe mencionar que aquellos grupos obturados con AH Plus obtuvieron mejores resultados que los grupos obturados con Endosequence BC sin importar la técnica de obturación empleada.

Tomando en cuenta lo anterior, el presente estudio concuerda con el estudio de *Chandra et al.* El cual menciona que los selladores endodónticos más establecidos son aquellos a base de resina epoxi por las ventajas que sus propiedades físicas y químicas ofrecen. Basados en los resultados de la presente investigación también concordamos con los resultados de *De Almeida et al.* *Orstavik et al.* *Duarte et al.* Y *Marciano et al.* Quienes reportaron que AH Plus es el sellador endodóntico a base de resina epoxi que logra mayor sellado apical y estabilidad dimensional. De igual forma concordamos con los resultados de *Wennberg A* y *Orstavik D.* quienes demostraron que los selladores a base

de resina epoxi producen una mayor unión a dentina comparados con selladores a base de otros materiales.

Por otra parte los resultados de la presente investigación no concuerdan con el estudio de Shinde, Kokate y Hegde que reporta que el sellador a base de materiales biocerámicos Endosequence BC Sealer es uno de los selladores que exhiben mejor adhesión y adaptabilidad comparados con el sellador a base de resina epoxi AH Plus. Sin embargo, las diferencias entre el estudio mencionado y el presente radican dentro de las limitaciones del diseño de su estudio, pues se observa el hecho de que el análisis bajo MEB se llevó a cabo únicamente en tercio apical de todas las muestras, mientras que en el presente estudio el análisis bajo MEB incluyen tercio cervical, medio y apical.

El presente estudio tampoco concuerda con los resultados de Wei Zhang y Zhi Li, quienes reportan que la capacidad de sellado del cemento sellador Endosequence BC Sealer es equivalente a la capacidad de sellado del cemento sellador AH Plus. Sin embargo el estudio en cuestión no especifica cuales zonas de las muestras se observaron bajo MEB y magnificación empleada.

En cuanto a las ventajas y limitaciones del presente estudio se deben señalar diversos puntos. El estudio logra de manera precisa determinar y evaluar el grado de adaptabilidad y calidad de sellado de ambos materiales tomando en cuenta dos técnicas distintas de obturación endodóntica. Sin embargo aún con el uso de un instrumento tan preciso como el Microscopio Electrónico de Barrido el estudio tiene sus limitaciones. Una de ellas es el hecho de que no se puede descartar la posibilidad de que existan modificaciones en la interfase cemento-dentina-gutapercha resultantes del paso de la hoja de corte sobre los materiales durante la sección de las muestras. Por lo tanto, es probable que esta posible alteración de la interfase pueda causar cambios importantes que no pueden ser prevenidos si lo que se busca es observar la unión cemento-dentina o cemento-gutapercha. Otra limitante importante es la exposición de las muestras al alto vacío ejercido por el MEB para su observación, este vacío es ejercido y controlado por dos bombas de vacío externas y una interna, la presión ejercida durante el cierre de esta cámara de vacío ocasiona la fisura de las muestras; Estas alteraciones de las muestras

causadas por el mismo instrumento de observación podrían alterar en cierta medida los resultados.

Por otra parte una de las mayores fortalezas fue el uso del Microscopio Electrónico de Barrido es que constituye un instrumento con una elevada exactitud en sus mediciones y que están avalados por diversas normas ISO, el MEB de marca comercial JEOL® modelo JSM-6610LV está certificado con ISO 9001 e ISO 14001.

14. CONCLUSION

Los materiales empleados como selladores endodónticos deben reunir ciertas características importantes para lograr el éxito a largo plazo de un tratamiento de conductos. Dichas propiedades y características han sido citadas en un gran número de publicaciones a lo largo de la historia endodóntica, sin embargo el sellador endodóntico ideal que logre reunir todas las características mencionadas por Grossman aún no existe.

Los materiales biocerámicos han demostrado ser útiles en la práctica endodóntica como reparadores de perforaciones debido a su gran biocompatibilidad y bioactividad, sin embargo, el sellador endodóntico en cuestión, Endosequence BC Sealer, no reúne satisfactoriamente las características y propiedades mínimas requeridas para el buen sellado y adaptabilidad a pared dentinaria y es superado por el sellador endodóntico AH Plus.

La técnica de obturación endodóntica cono único no logra un sellado adecuado del sistema de conductos. Si tomamos en cuenta que la mayoría de los conductos no son redondos o uniformes, es de esperarse que dicha técnica de obturación no obtenga resultados satisfactorios en cuanto a sellado y adaptabilidad. No obstante, incluso un material no diseñado para dicha técnica, como lo es el sellador AH Plus, logró un mejor resultado en adaptabilidad y calidad de sellado que aquel material que según su fabricante, fue diseñado para la técnica mencionada.

Endosequence BC Sealer es un sellador endodóntico diseñado para técnica a cono único. Al emplear una técnica que implique un aumento de temperatura Endosequence BC Sealer pierde sus propiedades físicas y posiblemente químicas. La consistencia "arenosa" del material al ser expuesto a cambios de temperatura impide su adecuada función.

Cabe señalar que en el presente estudio el uso de una mejor técnica como lo es la técnica de obturación onda continua no aumentó la calidad de sellado y adaptabilidad del cemento sellador endodóntico Endosequence BC Sealer. Si bien la aplicación de dicha técnica mejoró los resultados entre los grupos Endosequence BC Sealer, aun así las diferencias no son estadísticamente significativas. Por otra parte la diferencia entre grupos AH Plus y Endosequence BC Sealer es amplia sin importar la técnica empleada.

En el presente estudio se acepta la hipótesis nula:

El cemento sellador de conductos a base materiales biocerámicos Endosequence BC Sealer no logra superar o igualar el grado de adaptabilidad y calidad de sellado del cemento sellador a base de resina epoxi AH Plus.

Es importante que el practicante clínico realice una elección informada y adecuada sobre los materiales a emplear en su práctica clínica. Dicha decisión debe ser basada en la revisión de la literatura y no en las prácticas comerciales de una empresa productora.

Se requieren investigaciones *in vivo* para determinar si los materiales empleados realizan su función adecuadamente a largo plazo en condiciones clínicas.

Los resultados del presente estudio no indican que un material no tenga ninguna utilidad, se requiere mayor cantidad de estudios sobre un mismo aspecto de un producto para determinar si este realiza su función de forma adecuada o no.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Noushin Shokouhinejad, DDS, MSc,* Mohammad Sabeti, DDS, MA†. Penetration of Epiphany, Epiphany Self-Etch, and AH Plus into Dentinal Tubules: A Scanning Electron Microscopy Study. Hedayat Gorjestani, DDS, MSc, ‡ Mohammad Ali Saghiri, BSc, MSc, PhD, § Mehrdad Lotfi, DMD, MSc, and Atefeh Hoseini, DDS. J Endod. 2011 Sep; 37.
- 2- Hui-min Zhou, Markus Haapasalo, DDS. PhD, Physical Properties of 5 Root Canal Sealers *† Ya Shen, DDS, PhD, † Wei Zheng, PhD,* Li Li, PhD,* Yu-feng Zheng, PhD,*‡ J Endod. 2013 Oct; 39.
- 3- Eric Balguerie, DDS, Lucas van der Sluis, DDS, PhD, Sealer Penetration and Adaptation in the Dentinal Tubules: A Scanning Electron Microscopic Study Karen Vallaey, DDS, MSc, Marie Gurgel-Georgelin, DDS, MSC, and Franck Diemer, DDS, MSc, PhD JOE — November 2011, Volume 37, Number 11.
- 4- Saurabh S. Chandra, BDS, MDS, Padmanabhan Depth of Penetration of Four Resin Sealers into Radicular Dentinal Tubules: A Confocal Microscopic Study Shankar, MDS, and Rajamani Indira, MDS. JOE — October 2012, Volume 38, Number 10.
- 5- <http://www.ada.org/830.aspx>.
- 6- Grossman LI. Endodontic Practice, 10th ed. Philadelphia: Henry Kimpton Publishers; 1981:297.
- 7- Bruno Martini Guimaraes, DDS, MSc, Pablo Andrés Amoroso-Silva Influence of Ultrasonic Activation of 4 Root Canal Sealers on the Filling Quality Bruno, DDS, MSc, Murilo Priori Alcalde, DDS, Marina Angelica Marciano, DDS, MSc, Flaviana Bombarda de Andrade, DDS, PhD, and Marco Antonio Hungaro Duarte, DDS, PhD. JOE — July 2014, Volume 40, Number 7.
- 8- Markus Haapasalo, Mark Parhar, Xiangya Huang, xi Wei, James Lin & Ya Shen Clinical use of bioceramic materials. Endodontic Topics 2015, 32, 97–117.
- 9- Noushin Shokouhinejad, DDS, MSc. Push-out bond strength of gutta-percha with a new bioceramic sealer in the presence or absence of smear layer. Hedayat Gorjestani, DDS, MSc³; Allen Ali Nasseh, DDS, MMSc^{4,5} Atefeh Hoseini, DDS⁶; Maryam Mohammadi⁷; and Ahmad Reza Shamshiri. Endod J 2011. aej_310 1..6 1,2; MD8 Aust

- 10- 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, 2014, 78 e 82.
- 11- Martin Trope & Gilberto Debelian. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope? Endodontic Topics 2015, 32, 86–96.
- 12- Takashi Komabayashi, DDS, MDS, PhD,* Lilly Guo, MS, In Vitro Evaluation of Dentinal Tubule Penetration and Biomineralization Ability of a New Root-end Filling Material David C. Bird, MBA, DDS† Lynne A. Opperman, PhD,† and Robert Spears, PhD† JOE — August 2012, Volume 38, Number 8.
- 13- R, G, Beatty,* F. J, Vertucci* & K, L, Zakariasent. Apical sealing efficacy of endodontic obturation techniques. *Department of Endodontics, College of Dentistry, J, Hillts Miller Health Center, University of Florida, US and ^ Division of Endodontics, Faculty of Dentistry, University of Alberta, Canada. *International Endodontic Journal* (1993). 19, 237-241.
- 14- John Whitworth. Methods of filling root canals: principles and practices. Endodontic Topics 2005, 12, 2–24.
- 15- Wei Zhang, PhD,a Zhi Li, PhD,b and Bin Peng, PhD,c Wuhan, Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. China Wuhan University (Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2009; 107: e79-e82.
- 16- Santiago Massi, DDS, MSc,* Mario Tanomaru-Filho, DDS, PhD,* pH, Calcium Ion Release, and Setting Time of an Experimental Mineral Trioxide Aggregate-based Root Canal Sealer. Guilherme Ferreira Silva, DDS, MSc,* Marco Antonio Hungaro Duarte, DDS, PhD, † Larissa Tercilia Grizzo, MSc, ‡ Marília, Afonso Rabelo Buzalaf, PhD, ‡ and Juliane Maria Guerreiro-Tanomaru, DDS, PhD*. JOE—June 2011, Volume 37, Number 6.

- 17- Ronald Ordinola-Zapata, DDS, Clovis Monteiro Bramante, PhD, Marcia. Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: A confocal laser scanning microscopy study. S. Z. Graeff, MSc Aldo del Carpio Perochena, DDS,a Rodrigo Ricci Vivian, DDS,a Ericson Janolio Camargo, DDS,a Roberto Brandão Garcia, PhD,b Norberti Bernardineli, PhD,b James L. Gutmann, PhD,d and Ivaldo Gomes de Moraes, PhD,b São Paulo, Brazil; and Dallas, Texas DENTAL SCHOOL OF BAURU AND BAYLOR COLLEGE OF DENTISTRY. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009 Sep; 108 (3): 450-7.
- 18- Huseyin Sinan Topcuoglu, DDS, PhD,* Ozgur Tuncay, DDS,* In Vitro Fracture Resistance of Roots Obturated with Epoxy Resin-based, Mineral Trioxide Aggregate-based, and Bioceramic Root Canal Sealers Ertugrul Karatas,, DDS, † Hakan Arslan, DDS, PhD, ‡ and Kubra Yeter, DDS† JOE — December 2013, Volume 39, Number 12.
- 19- Marciano, DDS, Bruno M. Guimaraães, DDS, Ronald Ordinola-Zapata. Physical Properties and Interfacial Adaptation of Three Epoxy Resin-based Sealers. Marina A., DDS, Clovis M. Bramante, DDS, PhD, Bruno C. Cavenago, DDS, Roberto B. Garcia, PhD, Norberti Bernardineli, PhD. JOE — October 2011, Volume 37, Number 10.
- 20- Zhejun Wang. Bioceramic materials in Endodontics. Endodontic Topics 2015, 32, 3–30.
- 21- Wennberg A, Orstavik D. Adhesion of root-canal sealers to bovine dentin and gutta-percha. International Endodontic Journal 1990; 23(1):13–9.
- 22- Kim YK, Grandini S, Ames JM, Gu L-s, Kim SK, Pashley DH, et al. Critical Review on Methacrylate Resin-based Root Canal Sealers. Journal of Endodontics 2010; 36 (3): 383–99.
- 23- Greer E. McMichael, DDS,* Carolyn M. Primus, PhD, † and Lynne A. Opperman, PhD‡ Dentinal Tubule Penetration of Tricalcium Silicate Sealers. JOE — April 2016, Volume 42, Number 4.

- 24- Jorge Perdigão, DMD, MS, PhD,* Maria M. Lopes, BS. †, and George Gomes, DMD‡. Interfacial Adaptation of Adhesive Materials to Root Canal Dentin. *JOE* — March 2007, Volume 33, Number 3.
- 25- Marco Antonio Hungaro Duarte, DDS, MSc, PhD,* Ronald Ordinola-Zapata, DDS,* Ricardo Affonso Bernardes, DDS, MSc, PhD. Influence of Calcium Hydroxide Association on the Physical Properties of AH Plus. Clovis Monteiro Bramante, DDS, MSc, PhD,* Norberti Bernardineli, DDS, MSc, PhD,* Roberto Brandaõ Garcia, DDS, MSc, PhD,* and Ivaldo Gomes de Moraes, DDS, MSc, PhD* *J Endod.* 2010 Jun; 36(6): 1048-51.
- 26- D. Sonntag, A. Ritter, A. Burkhart, J. Fischer. Experimental amine-epoxide sealer: a physicochemical study in comparison with AH Plus and EasySeal D. Sonntag, A. Ritter, A. Burkhart, J. Fischer, A. Mondrzyk2 & H. Ritter Poliklinik Fur Zahnerhaltung, Parodontologie und Endodontologie, Heinrich-Heine-Universitaet Duesseldorf, Duesseldorf; and Institut fur Organische Chemie und Makromolekulare Chemie, Heinrich-Heine-Universitaet Duesseldorf, Duesseldorf, Germany. *International Endodontic Journal*, 2015, 48, 747–756.
- 27- Funda Kont Çobankara, DDS, PhD, Necdet Adanır, DDS, PhD, and Sema Belli, DDS, PhD 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.
- 28- Gordon D. Mattison, D.M.D., MS.,* and J. Anthony von Fraunhofer, Ph.D., ** Electrochemical microleakage study of endodontic sealer/cements. Louisville, Ky. UNIVERSITY OF LOUISVILLE SCHOOL OF DENTISTRY. *Oral Surg.* April 1983, Volume 55, Number 4.
- 29- Bethany A. Loushine, DMD,* Thomas E. Bryan, BS,* . Setting Properties and Cytotoxicity Evaluation of a Premixed Bioceramic Root Canal Sealer. Stephen W. Looney, PhD, †‡ Brian M. Gillen, DDS,* Robert J. Loushine, DDS,* R. Norman Weller, MS, DMD,* David H. Pashley, DMD, PhD, § and Franklin R. Tay, BDS (Hons), PhD*. *JOE* — May 2011, Volume 37, Number 5.
- 30- Shalin Desai, BDS, and Nicholas Chandler, BDS, MSc, PhD. Calcium Hydroxide–Based Root Canal Sealers: A Review. *JOE* — April 2009, Volume 35, Number 4.

- 31- Jacy R. Carvalho-Junior, DDS, PhD,* Lourenço Correr-Sobrinho, DDS, PhD,* Solubility and Dimensional Change after Setting of Root Canal Sealers: A Proposal for Smaller Dimensions of Test Samples. Américo B. Correr, DDS,* Mário A. C. Sinhoreti, DDS, PhD,* Simonides Consani, DDS, PhD,* and Manoel D. Sousa-Neto, DDS, PhD†. *JOE* —September 2007, Volume 33, Number 9.
- 32- Kwang-Won Lee, DDS, PhD, Michael C. Williams, BS, Jean J. Camps, DDS, PhD, and David H. Pashley, DMD, PhD. Adhesion of Endodontic Sealers to Dentin and Gutta-Percha Joe. October 2002, vol. 28, no. 10.
- 33- Grossmann L. Physical properties of root canal cements. *J Endo* 1976; 2: 166–75.
- 34- B.h. Şen, b. Pişkin & n. Baran The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage Department of Endodontics, School of Dentistry, Ege University, Izmir, Turkey. *International Endodontic Journal* (1996) 29, 23-28.
- 35- Oksan T, Aktener BO, Şen BH, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal* (1993), 26, 301–5.
- 36- 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
- 37- Tay F, Loushine R, Weller R, et al. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *J Endod* 2005; 31:514–9.
- 38- Tanomaru JM, Leonardo MR, Tanomaru-Filho M, et al. Effect of different irrigation solutions and calcium hydroxide on bacterial LPS. *Int Endod J* 2003; 36: 733–9.
- 39- F. J., and Massler, M.: The Sealing of Pulpless Teeth Evaluated With Radioisotopes, *J. Dent. Med.* 1961. 16: 172-184.
- 40- Younis, O., and Hembree, J.: Leakage of Different Root Canal Sealants *ORAL SURG* 41: 1976, 777-784.

- 41- Merve Akcay, Hakan Arslan, Nazli Durmus. Dentinal Tubule Penetration of AH Plus, iRoot SP, MTA Fillapex, and GuttaFlow Bioseal Root Canal Sealers After Different Final Irrigation Procedures: A Confocal Microscopic Study. Merve Mese, and Ismail Davut, Faculty of Dentistry, Department of Pedodontics, Izmir Katip Celebi University, Izmir, Turkey 2Faculty of Dentistry, Department of Endodontics, Ataturk University, Erzurum, Turkey 3Faculty of Dentistry, Department of Endodontics, Izmir Katip Celebi. University, Izmir, Turkey. *Lasers in Surgery and Medicine* (2016).48:70–76.
- 42- R, G, BEATTY,* F. J, VERTUCCI* & K, L, ZAKARIASEN. Apical sealing efficacy of endodontic obturation techniques. *Department of Endodontics, College of Dentistry, J, Hillts Miller Health Center, University of Florida, USA and Division of Endodontics, Faculty of Dentistry, University of Alberta, Canada. *International Endodontic Journal*.1986, 19, 237-24.
- 43- I. M. Saleh¹, I. E. Ruyter, M. Haapasalo & D. Ørstavik. Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. Department of Endodontics, Faculty of Dentistry, University of Oslo, Oslo, Norway; 2NIOM Nordic Institute of Dental Materials, Oslo, Norway; 3Division of Endodontics, Oral Biological & Medical Sciences, Faculty of Dentistry, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada. *International Endodontic Journal*, 2008, 41, 32–40.
- 44- Gordon D. Mattison, D.M.D., MS.,* and J. Anthony von Fraunhofer, Ph.D. Electrochemical microleakage study of endodontic sealer/cements., **Louisville, Ky. UNIVERSITY OF LOUISVILLE SCHOOL OF DENTISTRY. *Oral Surg.* April, 1983. Volume 55, Number 4.
- 45- M.-K. Wu, A. R. Özok & P. R. Wesselink. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. Department of Cariology Endodontology Pedodontology, Academic Centre for Dentistry Amsterdam (ACTA), Amsterdam. The Netherlands and 2 Department of Pedodontics, Faculty of Dentistry, University of Ankara, Turkey. *International Endodontic Journal*, 2000, 33, 340–345.

- 46- K. Mamootil & H. H. Messer. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. School of Dental Science, University Melbourne, Melbourne, Vic., Australia. *International Endodontic Journal*, 2007, 40, 873–881.
- 47- George Taccio de Miranda Candeiro, DDS, MSc,* Fabrícia Campelo Correia, DDS, †. Evaluation of Radiopacity, pH, Release of Calcium Ions, and Flow of a Bioceramic Root Canal Sealer. Marco Antonio Hungaro Duarte, DDS, MSc, PhD, ‡ Danieli Colaco Ribeiro-Siqueira, DDS, MSc, PhD,* and Giulio Gavini, DDS, MSc, PhD*. *JOE* — June 2012, Volume 38, Number 6.
- 48- Wei Zhang, PhD, a Zhi Li, PhD, Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. Bin Peng, PhD, c Wuhan, China WUHAN UNIVERSITY. (*Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 107: e79-e82).
- 49- 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- 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.

16. ANEXO 1.

MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO.

El Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) es un instrumento que permite la observación y caracterización superficial de materiales orgánicos e inorgánicos, entregando información morfológica del material analizado.

El principio del MEB se basa en imágenes tridimensionales que se construyen punto a punto y línea a línea desde los electrones secundarios. Se forma una imagen por un escaneado de la superficie del espécimen. El MEB posee un cátodo que al calentarse emite una fuente de electrones primarios, los cuales van desplazándose guiados por las lentes situadas en los laterales del tubo del microscopio que los mantienen en una trayectoria rectilínea hasta alcanzar el espécimen. Una vez que llega al espécimen, atraviesan la capa de oro que se ha depositado previamente sobre su superficie para facilitar la conducción de los electrones. Penetran en la materia del espécimen excitando los electrones secundarios que van a ser los que darán la imagen, pues los electrones primarios se desechan, mientras que los secundarios son recogidos por un detector de electrones que convertirá a un electrón en un fotón que tendrá un color dentro de la tonalidad comprendida entre el negro y blanco, dependiendo del peso molecular del átomo de la materia que procede. Cada fotón dará un punto, y la suma de todos formará la imagen.

Las ventajas del microscopio electrónico de barrido son:

- Produce imágenes en 3D.
- Permite observar especímenes grandes.
- Permite realizar fotografías con amplios aumentos, desde 3x hasta 150.000x

El MEB al ser un instrumento que ofrece una alta resolución, una gran profundidad de campo que le da apariencia tridimensional a las imágenes y la sencilla preparación de muestras se utiliza desde la industria petroquímica o la metalúrgica

hasta la medicina forense. Entre las áreas de aplicación de esta técnica, se pueden mencionar la Geología, el estudio de materiales, la metalurgia, la odontología, la paleontología y arqueología, las fibras textiles, peritajes, medicina forense, la botánica, la medicina, etc.

El Microscopio Electrónico de Barrido puede estar equipado con diversos detectores:

Detector de Electrones Secundarios tipo E-T (Everhart-Thornley): la señal producida se forma a partir de una delgada capa superficial de la muestra (cientos de nanómetros) y con una energía inferior a 50 eV. Debido a la baja energía de estos electrones, en su trayectoria hacia el exterior de la muestra van perdiendo energía por diferentes interacciones, por tal razón, sólo los que están muy próximos a la superficie tienen cierta probabilidad de salir del material y llegar al detector, dando una imagen en relieve o tridimensional.

Detector de Electrones Retrodispersados de estado sólido multielementos: Se origina debido a que la emisión de estos electrones es causada por choques de tipo elástico, con energía equivalente a la de los electrones incidentes (mayor de 50eV), depende fuertemente del número atómico (Z) de la muestra. Esto implica que dos zonas de la muestra con composición heterogénea se manifiestan con distinta intensidad; aunque no haya ninguna diferencia de topografía entre ellas.

LOGISTICA.

RECURSOS MATERIALES

- 30dientes uniradiculares.
- Recipientes de plástico.
- Lapicero.
- Cámara fotográfica Nikon D3200.
- Sellador endodóntico Endosequence BC Sealer.
- Gutapercha Protaper F3.
- Instrumentos rotatorios Protaper Universal.
- Instrumentos endodónticos manuales #8, #9, #10 y serie de #15 a #40.
- Jeringas desechables de 10 mL.
- Aguja de irrigación endodóntica Endoeze de salida lateral.
- IRM para sellado de acceso.
- Guantes de látex.
- Campos clínicos desechables.
- NaOCl al 5.25%.
- EDTA 17%.
- Solución salina.
- Disco de diamante.
- Fresa de bola de carburo No. 2.
- Pieza de mano de alta velocidad NSK Panamax 2 M4.
- Motor rotatorio endodóntico Elements Sybron Endo.
- Motor de ultrasonido NSK Varios 370 Ipiezo Machine.
- Instrumento activador ultrasónico Irrisafe Satelec.
- Touch and heatSybronEndo Modelo 5004.
- Condensadores.
- Microscopio electrónico de barrido.
- Paquete estadístico SPSS versión 22 y Statgraphic.
- Microscopio Electrónico de Barrido modelo JEOL® modelo JSM-6610LV.

- Computadora portátil Acer Aspire 5610Z.
- Barniz de uñas transparente para sellado apical.

RECURSOS FINANCIEROS.

- Todos los recursos financieros fueron subsidiados por el investigador.