

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Posgrados

**Evaluación In Vitro del grado de penetración del cemento obturador en
túbulos dentinarios de dientes uniradiculares, obturados con un cemento de
última generación Biocerámico EndoSequence HiFlow y un cemento
resinoso Ah Plus a través de la técnica de obturación vertical**

Trabajo de Investigación y Desarrollo

Gissela Adriana Tapia Cabezas

**Dr. José Eduardo Maldonado
Director de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito
para la obtención del título de Especialista en Endodoncia

Quito, 20 de diciembre de 2020

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE POSGRADOS

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Evaluación In Vitro del grado de penetración del cemento obturador en túbulos dentinarios de dientes uniradiculares, obturados con un cemento de última generación Biocerámico EndoSequence HiFlow y un cemento resinoso Ah Plus a través de la técnica de obturación vertical

Gissela Adriana Tapia Cabezas

Firmas

Dr. José Eduardo Maldonado

Director del Trabajo de Titulación

Dr. José Maldonado

Director del Programa de Endodoncia

Dra. Paulina Aliaga

Decana de la Facultad de Odontología

Hugo Burgos, PHD

Decano del Colegio de Posgrados

Quito, 20 de diciembre de 2020

© Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante -----

Nombre: Gissela Adriana Tapia Cabezas

Código de estudiante: 00203317

C.I 1721407946

Fecha: Quito, 20 de diciembre de 2020

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar, por ser el centro de mi vida y de todo lo que soy, a mis padres Pablo y Adriana que con su apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar este posgrado.

A mi hermano Cristian y a mi familia por alentarme día a día a cumplir mis objetivos.

A mi novio Diego y a mis amigos que confiaron en mí y me han apoyado a finalizar con éxito esta etapa en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento sincero a la Universidad San Francisco de Quito por haberme aceptado en sus aulas, a mis queridos maestros que con sus conocimientos científicos y clínicos me permitieron crecer profesionalmente.

A mi Director de trabajo de titulación Dr. José Maldonado por su colaboración y paciencia para guiarme de la mejor manera durante todo el proceso investigativo, y por haber sido un excelente maestro durante todo el posgrado.

De igual manera a la Dra. Linda Díaz por su ayuda en el proceso de experimentación en el INSPI –Guayaquil, y a todo su equipo de médicos y tecnólogos, al Ing. Galo Izquierdo por su colaboración en la realización del análisis estadístico, gracias a ellos se pudo concluir la presente investigación.

RESUMEN

La obturación constituye el procedimiento final del tratamiento endodóntico y juega un papel importante en el éxito del mismo ya que su principal objetivo es proporcionar un sellado hermético del sistema de conductos radiculares. Sin embargo, la complejidad de la anatomía interna, puede dificultar este proceso, por lo que es necesario el uso de cementos selladores que tengan buenas propiedades para que junto a la gutapercha se pueda garantizar el sellado de los conductos y de esta forma evitar el fracaso del tratamiento endodóntico.

El propósito de este estudio fue comparar de manera *in vitro* el grado de penetración en túbulos dentinarios de dos cementos de obturación: el cemento de última generación Biocerámico EndoSequence HiFlow y el cemento resinoso Ah Plus, ambos utilizados en una técnica de obturación vertical.

El estudio se realizó en 12 premolares uniradiculares, los cuales se dividieron en 2 grupos experimentales de acuerdo el cemento obturador y un grupo control. Se cortaron los dientes tanto sagitalmente como en forma longitudinal para dividir a la raíz en tres tercios: cervical, medio y apical, obteniéndose así 30 muestras para su posterior visualización al microscopio.

Se obtuvieron fotografías de la observación bajo el microscopio electrónico de barrido y mediante el programa Image J se realizaron mediciones en micras de la penetración en túbulos dentinarios de cada cemento obturador.

Los datos se analizaron usando el test de normalidad de Shapiro Wilks y luego ANOVA y se mostró que si existe diferencia significativa entre el grado de penetración en túbulos dentinarios del cemento EndoSequence HiFlow y del cemento Ah Plus, siendo mayor el del EndoSequence HiFlow, en cuanto a la penetración de los cementos por tercios, tanto

en el tercio apical como en el cervical, el EndoSequence HiFlow muestra un grado alto de penetración en túbulos dentinarios en comparación con el Ah Plus.

Palabras claves: Obturación, Cemento obturador, Grado de penetración, Técnica de obturación vertical, Ah Plus, EndoSequence HiFlow.

ABSTRACT

Obturation constitutes the final procedure of endodontic treatment and plays an important role in its success since its main objective is to provide a hermetic seal of the root canal system. However, the complexity of the internal anatomy can make this process difficult, which is why it is necessary to use sealing cements that have good properties so that together with gutta-percha the sealing of the canals can be guaranteed and that avoid failure in endodontic treatment.

The purpose of this study was to compare in vitro the degree of penetration into dentin tubules of two filling cements: the latest generation Bioceramic EndoSequence HiFlow cement and the Ah Plus resinous cement, both used in a vertical filling technique.

The study was carried out in 12 single root premolars, which were divided into 2 experimental groups according to the sealer cement and a control group. The teeth were cut both sagittal and longitudinally to divide the root into three thirds: cervical, middle and apical, thus obtaining 30 samples for later viewing under the microscope.

Photographs of the observation were obtained under the scanning electron microscope and through the Image J program measurements were made in microns of the penetration in dentin tubules of each filling cement.

The data were analyzed using the Shapiro Wilks normality test and then ANOVA and it was shown that if there is a significant difference between the degree of penetration of EndoSequence HiFlow cement and Ah Plus cement, the EndoSequence HiFlow value is higher, in terms of the Cement penetration by thirds, both in the apical and cervical third, the EndoSequence HiFlow shows a high degree of penetration in the dentin tubules compared to the Ah Plus.

Key Words: Obturation, sealer penetration, vertical technique of obturation, Ah Plus, EndoSequence HiFlow.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT	8
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1 Justificación	16
1.2. Objetivos	17
1.3 Hipótesis	18
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	19
2.1.- TRATAMIENTO ENDODÓNTICO	19
2.2.- OBTURACIÓN	20
2.4 Cementos selladores	25
2. 5. ENDOSEQUENCE HIFLOW	30
2. 6. AH PLUS	32
2.7. PENETRACIÓN DEL CEMENTO SELLADOR EN TÚBULOS	36
DENTINARIOS	36
3. METODOLOGÍA	40
3.1Tipo de estudio	40
3.2 Población y muestra	40
3.2 Materiales	41
3.4 Procedimiento	42
4.RESULTADOS	50

	11
4.1. Análisis estadístico de los datos	50
4.2. Pruebas de normalidad	51
4.3. Pruebas de Hipótesis	54
4.4. DISCUSIÓN	57
5. CONCLUSIONES	61
6. RECOMENDACIONES	62
7. REFERENCIAS	62
8. ANEXOS	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	
EndoSequence HiFlow.....	30
Figura 2	
Composición Ah Plus.....	33
Figura 3	
Ah Plus.....	33
Figura 4	
Piezas dentarias.....	42
Figura 5	
Montaje de corte	43
Figura 6	
Máquina de corte	43
Figura 7	
Determinación de la longitud de trabajo	43
Figura 8	
Instrumentación.....	44
Figura 9	
Irrigación.....	44
Figura 10	
Obturación grupo 1.....	45
Figura 11	
Obturación grupo 2.....	45
Figura 12	
Corte de muestras	46
Figura 13	
Muestras clasificadas	46
Figura 14	
Máquina de secado	47

Figura 15	
Evaporizador de oro.....	47
Figura 16	
Recubrimiento con oro.....	48
Figura 17	
Microscopio electrónico de barrido.....	48
Figura 18	
Colocación de las muestras	48
Figura 19	
Análisis de los datos.....	49
Figura 20	
Diagrama de caja	53
Figura 21	
Distribución de datos grupo 1.....	53
Figura 22	
Distribución de datos grupo 2.....	54
Figura 23	
Diagrama de caja	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	
Composición de la gutapercha.....	21
Tabla 2	
Características del obturador ideal.....	26
Tabla 3	
Clasificación de los cementos.....	29
Tabla 4	
Composición del Ah Plus.....	34
Tabla 5	
Características del Ah Plus.....	36
Tabla 6	
Prueba T.....	55

1. INTRODUCCIÓN

El tratamiento endodóntico consiste en limpiar y desinfectar el sistema de conductos radiculares de manera que permita la obturación tridimensional de éste junto con un sellado hermético del mismo (Cohen, 2010) .

Los objetivos de la obturación se resumen en eliminar todas las filtraciones provenientes de la cavidad oral o de los tejidos periapicales en el sistema de conductos radiculares y sellar dentro del sistema todos los agentes irritantes que no puedan eliminarse por completo durante el procedimiento de limpieza y conformación de los conductos. (Machado, 2015)

Estos objetivos se logran con la utilización de materiales de sellado biológicamente compatibles, dimensionalmente estables y bien tolerados por los tejidos periapicales (LEONARDO, 2016).

Se han desarrollado muchos materiales y técnicas para conformar la obturación de los conductos radiculares a través de los años, y ante la experimentación con diversos tipos de materiales obturadores que han presentado resultados tanto positivos como negativos, la gutapercha y los cementos selladores se han convertido en los materiales de mayor aceptación para la terapia de los conductos radiculares debido a sus características. (PAREDES, 2004)

La gutapercha sigue siendo uno de los materiales predilectos, pero debido a su falta de adhesión a las paredes dentinarias, debe estar siempre combinada con un cemento sellador que actúe como interfase entre la masa de gutapercha y la estructura dentaria. (Sir Agusa, 1995) Tratando de subsanar éstos inconvenientes, se han ido creando a través del tiempo cementos selladores a base de diferentes componentes entre estos tenemos a los cementos

resinosos los cuales han sido introducidos en la práctica endodóntica por sus características favorables tales como: la adhesión a la estructura dentaria, largo tiempo de trabajo, facilidad de manipulación y buen sellado (Huang, 2016).

Otro grupo de cementos selladores son los biocerámicos que contienen en su estructura elementos químicos como: alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, vidrios cerámicos, hidroxiapatita los cuales son biocompatibles al no producir respuesta inflamatoria de los tejidos periapicales, otra característica que poseen es su capacidad de producir hidroxiapatita durante su proceso de fraguado. (Willershausen, 2010).

El presente trabajo de titulación pretende evaluar el grado de penetración en túbulos dentinarios de dos cementos de obturación: un cemento biocerámico llamado EndoSequence HiFlow y un cemento resinoso cuyo nombre comercial es Ah Plus, en los tres tercios radiculares: tercio apical, tercio medio y tercio cervical de premolares uniradiculares mediante la observación de las muestras al microscopio electrónico de barrido.

1.1 Justificación

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo analizar y comparar el grado de penetración de dos cementos obturadores, uno de ellos fue recientemente lanzado al mercado, es el EndoSequence HiFlow y el otro es un cemento obturador comúnmente usado en nuestro medio en la práctica endodóntica, según la casa fabricante el cemento EndoSequence HiFlow logra un magnífico sellado tridimensional con 0% de contracción, y sufre una ligera expansión, ocupando todo el interior del sistema de conductos radiculares, adicionalmente indica que forma una verdadera adhesión química gracias a sus nano partículas que forman hidroxiapatita. (Brasseler, 2019). Por otro lado, la casa fabricante del cemento Ah Plus, afirma que es un cemento resinoso que posee una alta

capacidad de sellado garantizado por una estrecha interfaz entre gutapercha-cemento-dentina, además posee propiedades antimicrobianas gracias a la liberación de hidróxido de calcio para reducir el riesgo de fracaso del tratamiento.

El aporte científico de la presente investigación radica en el beneficio clínico de todos los especialistas en Endodoncia, ya que si se demuestra con los resultados de este estudio, que el cemento Ah Plus tiene un sellado y adhesión a las paredes de conducto adecuados o superiores al EndoSequence HiFlow, sería una opción más económica y con excelentes resultados en el tratamiento endodóntico con un ahorro de tiempo y de materiales, logrando de esta manera el éxito deseado en el tratamiento de endodoncia.

Si con los resultados se demuestra lo contrario la investigación serviría de guía para que el profesional pueda elegir la mejor opción para su práctica clínica.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general.

- Comparar de manera in vitro el grado de penetración en los túbulos dentinarios de dos cementos de obturación: EndoSequence HiFlow y Ah Plus en técnica de obturación vertical, mediante la visualización en el microscopio electrónico de barrido.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Observar el grado de penetración de los cementos de obturación: EndoSequence HiFlow y Ah Plus en los túbulos dentinarios.
- Comparar cual cemento de obturación tiene una mejor penetración en los túbulos dentinarios.

- Medir el grado de penetración en túbulos dentinarios en las fotografías obtenidas en el microscopio electrónico de barrido.

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis nula.

$$\mu\text{pd Ah Plus} = \mu\text{pd EndoSequence HiFlow}$$

La media de penetración a túbulos dentinarios del Ah Plus es igual a la media de penetración a túbulos dentinarios del EndoSequence HiFlow.

1.3.2 Hipótesis alternativa.

$$\mu\text{pd bioroot} \neq \mu\text{pd EndoSequence HiFlow}$$

La media de penetración a túbulos dentinarios del Ah Plus no es igual a la media de penetración a túbulos dentinarios del EndoSequence HiFlow.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1.- TRATAMIENTO ENDODÓNTICO

2.1.1 DEFINICIÓN

La endodoncia es un tratamiento diseñado para la eliminación del tejido pulpar del conducto radicular, y las bacterias presentes en el mismo.

El tratamiento endodóntico presenta como principio básico y esencial para alcanzar el éxito, el perfecto planeamiento. La racionalización y organización funcional facilitan el desarrollo y la ejecución de cada etapa operatoria. La respuesta biológica del huésped (respuesta inflamatoria e inmunológica), gestor mayoritario, también influencia de forma positiva y directa ese objetivo supremo. (Carlos Estrela ,2005).

2.1.2 PROTOCOLO DEL TRATAMIENTO ENDODÓNTICO

El protocolo del tratamiento endodóntico comprende ciertas fases, cuando estas son realizadas de forma correcta se garantiza el éxito del mismo. (Cohen, 2012).

a.- Historia clínica, anamnesis, diagnóstico

b.- Anestesia

c.- Apertura cameral

d.- Instrumentación

e.- Irrigación y activación

f.- Obturación

2.2.- OBTURACIÓN

La obturación es la última etapa del tratamiento de endodoncia consiste en sellar los conductos radiculares con distintos materiales que no sean irritantes para el organismo y proporcionen un sellado hermético (Cohen, 2012).

El objetivo clínico de la obturación endodóntica de un sistema de conducto radicular es llenar espacios vacíos y evitar que la actividad bacteriana se infiltre en los tejidos periapicales (Bueno CR,2016).

Aunque la gutapercha ha sido el material más utilizado en la obturación de conductos durante los últimos 40 años, las técnicas y los cementos selladores han cambiado durante ese tiempo. En la literatura científica se han informado diversas técnicas, como la compactación lateral, la compactación vertical cálida y la obturación basada en portadores. (Koch K, Bra,2010), así como el uso de distintos cementos obturadores que van cambiando su composición y mejorando sus propiedades con el tiempo.

2.2.1 GUTAPERCHA

La historia muestra que la gutapercha se ha utilizado para una variedad de propósitos desde el siglo XVII y se ha utilizado en odontología desde el siglo XIX.

La gutapercha es extraída de una especie peculiar de planta tropical. (Belsare, 2015).

Primero se obtenía de la familia de árboles Sapotaceae, que se encuentran en el sudeste asiático. (Borthakur BJ, 2012). Estos árboles son de aproximadamente 30 m de altura y su tronco es de hasta 1 m de diámetro (Belsare, 2015).

2.2.1 COMPOSICIÓN

COMPOSICIÓN	
Óxido de Zinc	75-60 %
Gutapercha	20% → confiere maleabilidad
Sulfatos metálicos	8-10% → para darle radio opacidad
Cera y /o resinas	5-10 % → para que sea más manipulable

Tabla 1 Composición de la gutapercha

Fuente: Autora.

2.2.2 FASES QUÍMICAS DE LA GUTAPERCHA

C.W Bunn en 1942, describió que el polímero de gutapercha podría existir en dos formas claramente diferentes, a las que él llamó modificaciones "alfa" y "beta". Estas eran isómeros "trans", que difieren en la configuración del enlace único y la distancia de repetición molecular.

La forma cristalina denominada "alfa" se produce en el árbol, y es la forma natural. La mayoría de los productos disponibles comercialmente están en forma "beta". Cuando la forma α se calienta a menos de 65°C , se torna amorfa y se funde. Si este material amorfo se enfría rápidamente, la forma β se recrystaliza, mientras que si se enfría extremadamente lento ($0.5^{\circ}\text{C} / \text{h}$), la forma α se recrystaliza. (Belsare, 2015)

2.2.3 FORMAS FÍSICAS DE LA GUTAPERCHA

La gutapercha tiene diferentes presentaciones para el uso endodóntico.

a. Conos de gutapercha de núcleo sólido

Disponible como conos estandarizados y no estandarizados (fase beta).

- **Conos estandarizados:** corresponden a la conicidad del último instrumento utilizado en la preparación.

- **Conos no estandarizados:** son de conicidad variable, la punta del cono que se ajustará después de la medición apical para obtener un ajuste óptimo y un sellado apical. (Manappallil JJ.2017).

b. Gutapercha utilizada en técnica de compactación vertical caliente

- **Gutapercha termoplastificada:** esta se encuentra disponible para ser inyectada, es decir se encuentra en fase alfa. (Manappallil JJ.2017).

2.3 Técnicas de obturación

2.3.1 TÉCNICAS EN FRIO

2.3.1.1 Condensación lateral

Es posiblemente la técnica más utilizada , hasta la actualidad, aunque presenta varias desventajas en cuanto a su capacidad de sellado; consiste en adaptar un cono principal, según la estandarización del ultimo instrumento utilizado en la preparación apical, luego se colocan conos de gutapercha secundarios , y se los van compactando hasta que ya no sea posible que entren más; cada uno de ellos va introduciéndose con un cemento obturador, como paso final se corta en la parte cervical los conos de gutapercha utilizando calor. (Cohen, 2012).

2.3.1.2 Técnica de cono único

Es posible llenar el conducto radicular con un solo cono de gutapercha estandarizado llamado cono maestro, en combinación con un cemento sellador del conducto radicular. (Estrada M, 2018).

Para esta técnica se requiere menos tiempo, menos material y poca experiencia por parte del operador que para otras técnicas de obturación. El cono de gutapercha utilizado debe corresponder al tamaño ISO que se ajusta a la preparación final del conducto radicular, dependiendo del sistema de conformación del conducto utilizado. Sin embargo, se conoce que pocas veces

se encuentran formas del conducto que exhiban la sección transversal redonda, correspondiente a la de un cono de gutapercha convencional. (Talamantes JC, 2015).

2.3.1.3 Técnica de cono único modificada

Esta técnica es una modificación ligera de la anteriormente mencionada, ya que se utilizaran disolventes tales como: el cloroformo, el aceite de eucalipto o el xilol para disolver parcialmente la superficie del cono de gutapercha, y de esta manera adaptar su forma a la superficie del conducto. (Talamantes JC, 2015)

Aunque esta técnica demuestra una adaptación mejorada del cono de gutapercha, el sellado apical es inferior ya que la evaporación del disolvente conduce a la contracción del material. (Samadi F ,2014).Esta evaporación no solo tiene un efecto negativo en el sellado sino que también puede influir negativamente en la salud del paciente debido a sus efectos y citotóxicos. (Talamantes JC, 2015).

2.3.2 Técnicas en caliente

El uso de técnicas con calor para la termoplastificación de la gutapercha en el proceso de obturación de un conducto radicular se describió en el año 1922. La mayoría de las técnicas de obturación más actuales utilizan gutapercha caliente (Olczak K, 2017).

2.3.2.1 Método Mcspadden

Para este procedimiento es necesario una lima hedstrom que exhibe una espiral inversa a los bordes cortantes. Se emplea como compactador de la gutapercha con un efecto mecánico. (Samadi F ,2014). La condensación se obtiene porque se crea calor de fricción, lo cual conduce a un ablandamiento de la gutapercha. La temperatura requerida se alcanza cuando la lima gira entre 8,000 y 20,000 rpm (Olczak K, 2017).

2.3.2.2 Técnica de inyección de gutapercha a altas temperaturas

Durante la inyección de gutapercha a alta temperatura, los trozos de gutapercha se calientan a una temperatura de 200 ° C en una máquina hasta que se licuan por completo en ese punto, el líquido se introduce en el conducto radicular por medio de una aguja. (Talamantes JC, 2015).

En el método original el conducto radicular se llena de una sola vez, sin embargo existen ciertas variaciones, o técnicas híbridas

2.3.2.2.1 Técnica híbrida

En esta técnica se combinan dos procedimientos: primero se introduce un cono único estandarizado con cemento sellador, se corta con un sistema alfa a 3 o 4 mm, y después se rellena el resto del conducto con gutapercha termo plastificada con un sistema beta por medio de una aguja. (Talamantes JC, 2015).

2.3.2.3 Técnica de obturación termo plastificada con vástago de gutapercha

Existen varios sistemas que utilizan este principio de obturación, entre ellos tenemos: Thermafil, Thermafil plus, Gutta core.

En el proceso de obturación original, los obturadores se presentaban en gutapercha de fase α , fabricada con un núcleo de plástico sólido de acero o titanio.

Debido a muchas críticas, este sistema ha sido revisado y mejorado. Nuevos sistemas han aparecido y tiene un nuevo horno que se calienta con mayor rapidez, está listo para usar después de un período de calentamiento muy corto. Se han desarrollado instrumentos verificadores con una conicidad de 4.5% y 4.75% que tienen la función de evaluar si se ha creado suficiente espacio para la introducción del cono principal. (Olczak K, 2017).

Inicialmente, la gutapercha que rodea el núcleo se suaviza al precalentarse en un horno especial (Dentsply, Suiza) durante un período de tiempo predeterminado con precisión, con el objetivo de introducirlo en el conducto radicular como una masa plastificada.

2.3.2.4 Endo twinn

Este sistema de obturación se basa en el efecto positivo del tratamiento ultrasónico sobre la compactación de la gutapercha durante la condensación lateral.

La utilización de la vibración ultrasónica en combinación con la termoplastificación de la gutapercha por el método Buchanan, condujo al desarrollo del sistema de obturador Endo Twinn (VDW, Alemania). Los instrumentos utilizados en el sistema se calientan eléctricamente y también se pueden hacer vibrar. (Olczak K, 2017).

2.4 Cementos selladores

Para que exista un sellado realmente hermético del conducto radicular es necesario por una parte una técnica correcta de aplicación de la gutapercha como se mencionó anteriormente, pero también es indispensable el uso de un cemento sellador que reúna ciertas características como lo menciona Grossman ; dentro de ellas tenemos :

Características del cemento obturador ideal	
•	Debe ser homogéneo, al ser manipulado, para suscitar buena adhesividad entre él y las paredes del conducto
•	Debe producir un sellado hermético
•	Radiopaco
•	No debe experimentar contracción después de su endurecimiento.
•	No debe pigmentar la estructura dentaria.
•	Ser bacteriostático, o por lo menos no facilitar el desarrollo bacteriano.
•	Debe ser bien tolerado por los tejidos, o sea, no debe provocar irritación de los tejidos periapicales.
•	Posibilidad de removerse; si fuera necesario en casos de fracasos endodóntico, el retratamiento de conductos exige la remoción total del material de obturación, mientras que solo una parte para colocar perno intrarradicular.

Tabla 2 Características del cemento obturador ideal

Fuente: Autora.

2.4.1. Clasificación de cementos selladores

Existe una gran variedad de cementos selladores en el mercado los cuales se pueden clasificar según su composición química.

CLASIFICACIÓN DE CEMENTOS OBURADORES

<p>CEMENTOS SELLADORES A BASE DE ÓXIDO DE ZINC EUGENOL</p>	<p>Principalmente al cemento de Grossman y Ricket. Básicamente estaba compuesto de polvo y líquido que contenía óxido de zinc, plata precipitada, timol yodado, resina blanca. El líquido tenía: eugenol y bálsamo de Canadá. (Canalda, 2011). Se ajustaba a los principios de Grossman, excepto por la pigmentación del tejido dentario</p>	 <p>The image shows the packaging for Endoseal Root Canal Obturation Cement. It includes a white box with red and black text, a white jar, a small dark bottle, and a white applicator with a red tip.</p>
<p>CEMENTOS SELLADORES A BASE DE HIDRÓXIDO DE CALCIO</p>	<p>Entre ellos se encuentra: Sealapex (Kerr-Sybron), Apexit (Vivadent/ Ivoclaar, Schaan, Liechtenstein), Life (Kerr-Sybron), CRCS - Calcibiotic Root Canal Seale (Hygenic Co), Vitapex</p>	 <p>The image shows the packaging for Sealapex Root Canal Sealer. It includes a white box with blue and black text, and two white tubes with blue caps.</p>

<p>CEMENTOS SELLADORES A BASE DE IONÓMERO DE VIDRIO</p>	<p>Estos presentan buena adhesión a la dentina radicular, radiopacidad adecuada, contracción mínima, buena estabilidad dimensional, excelente sellado y muy poca irritación tisular, sin embargo su desventaja principal es la dificultad para ser retirado del conducto radicular si este lo amerita. (Gómez P,2004) Entre los cementos a base de ionómero de vidrio tenemos: Ketac Endo (ESPE) y Acitiv GP (Brasseler) Endion, Endoseal (Promedica) (Gabriela Racciatti,2000)</p>	 <p>The image shows a dental cement kit for Vetco Ionofil. It includes a white box with green accents, a small glass vial with a white cap, and a syringe with a red plunger. The box has the brand name 'Vetco' and 'Ionofil' printed on it.</p>
<p>CEMENTOS SELLADORES A BASE DE SILICONAS</p>	<p>Este tipo de cementos poseen una elevada fluidez, son insolubles, biocompatibles y dimensionalmente estables, por lo general se aplican con una jeringa donde los dos componentes se mezclan de forma homogénea. Entre estos cementos tenemos: Lee Endo (ESPE), RSA Roeko Seal (Roeko), Gutfalflow (Coltene).</p>	 <p>The image shows a dental cement kit for Lee Endo. It includes a white box with green accents, a syringe with a red plunger, and several small vials. The box has the brand name 'Lee Endo' printed on it.</p>

<p>CEMENTOS DE RESINA EPOXICA</p>	<p>Son sistemas pasta-pasta, la base es una resina que una vez mezclada con el catalizador tiene un fraguado lento y por lo tanto nos da un tiempo de trabajo mayor. Además, permiten una mayor adhesión a la dentina, fácil manipulación y mejoran el sellado. Una importante ventaja de estos selladores es que al no tener eugenol en su composición no afectan a la polimerización de composites y adhesivos. Son cementos de resina: Diaket® (ESPE, Alemania); AH26® (/Dentsply,); TopSeal</p>	
<p>CEMENTOS A BASE DE POLIESTERES</p>	<p>Un material de relleno termoplástico a base de poliéster (Resilon) se afirma que es adherente a resinas basadas en metacrilato, Resilon es termoplástico debido a la incorporación de policaprolactona, este material es radiopaco y se puede acoplar a una variedad de adhesivos dentinarios y selladores de tipo resina</p>	

Tabla 3 Clasificación de los cementos obturadores

Fuente: Autora.

2. 5. ENDOSEQUENCE HIFLOW

Es un revolucionario sellador de conducto radicular premezclado e inyectable que utiliza una nueva nanotecnología biocerámica. El tamaño de las nano partículas de EndoSequence BC Sealer HiFlow le permite fluir fácilmente por todas las irregularidades que existen dentro del conducto e incluso puede penetrar los túbulos dentinarios y a diferencia de los selladores tradicionales; este sellador es altamente radiopaco e hidrofílico, se une químicamente tanto a la dentina como a la gutapercha. Utiliza la humedad naturalmente presente en la dentina para iniciar y completar su reacción de fraguado y es antibacteriano debido a su pH altamente alcalino. (McMichen FR, 2016)

BC Sealer HiFlow esta formulado para trabajar a temperaturas de 150°C - 220°C. Siendo óptimo para técnicas de obturación cálida. Tiene baja viscosidad cuando se calienta y una excelente radiopacidad. (McMichen FR, 2016).



Fig.1 EndoSequence BC Sealer HiFlow

A. - Composición:

Dentro de su composición tenemos:

- Óxido de Zirconio
- Silicato de calcio

- Fosfato monobásico de calcio
- Oxido de Tantalio
- Hidróxido de calcio
- Rellenos y espesantes.

B.- Tiempo de Trabajo

Al cemento Endosequence no se necesita mezclarlo ya que su presentación es en jeringa, de la cual se realiza su colocación directamente dentro del sistema de conductos.

C.- Tiempo de Fraguado

El tiempo en el que se fragua es de aproximadamente 4 horas de acuerdo con la norma ISO6876:2001. Sin embargo, esto puede cambiar en conductos radiculares muy secos, en el cual el tiempo puede ser de más de 10 horas. (McMichen FR, 2016)

D.- Interacción

El hecho de que el cemento sea hidrófilo y el tamaño de nano partícula (menos de 2 micrones), mejora la formación de la unión con las paredes dentinarias. Según Brave y Koch (2012) las principales propiedades del Endosequence High Flow son su PH elevado; aproximadamente 12,8 es decir que es bastante alcalino y por lo tanto fuertemente antibacteriana y su gran capacidad para fluir hacia espacios laterales con muy poca presión, esto ha cambiado significativamente la dinámica en torno a otras técnicas de obturación de gutapercha en frío en las prácticas generales. (Stephen Buchanan, 2018)

Se sabía que el Dr. Herbert Schilder decía: "La técnica de condensación lateral de la gutapercha fría es una técnica de cono único con conciencia". Ahora podemos decir que

la obturación de un solo cono con BC Sealer es mucho mejor que la condensación lateral porque:

- Este cemento sellará el conducto principal junto al cono maestro y los conductos laterales de 1 mm a 2 mm.
- La condensación lateral de la gutapercha fría requiere realizar una mayor presión coronal, por lo que se debe forzar un condensador dentro del conducto (una enorme fuerza de división de la raíz) para empujar el cono maestro a un lado y permitir un colocar un cono accesorio, por lo tanto las posibilidades de una fractura vertical aumentan.

E.- Contracción

Según Richardson el cemento biocerámico no se contrae, ya que luego de su aplicación se expande solamente 0,02%, lo que permite un mayor grado de selle con las paredes dentinarias. (Richardson IG, 2008).

F.- Formación de hidroxiapatita

La fijación se da inicio debido a la humedad que existe en los túbulos dentinarios. Debido a esta humedad se da la formación de hidroxiapatita, la cual establece un enlace químico que ayuda en la adhesión a las paredes del conducto radicular.

2. 6. AH PLUS

El AH Plus es un cemento de obturación que tiene como base química un polímero epoxi-amida, este mantiene las propiedades ventajosas de su precursor que es el AH 26. Dentro de estas tenemos : alta opacidad; importante para su visibilidad a nivel radiográfico, baja solubilidad, muy poca contracción y muy buena compatibilidad tisular, además que es químicamente estable en su almacenamiento. Dos propiedades de su precursor se han

eliminado: la tendencia a la decoloración y la liberación de formaldehído. (Azar NG, 2012)

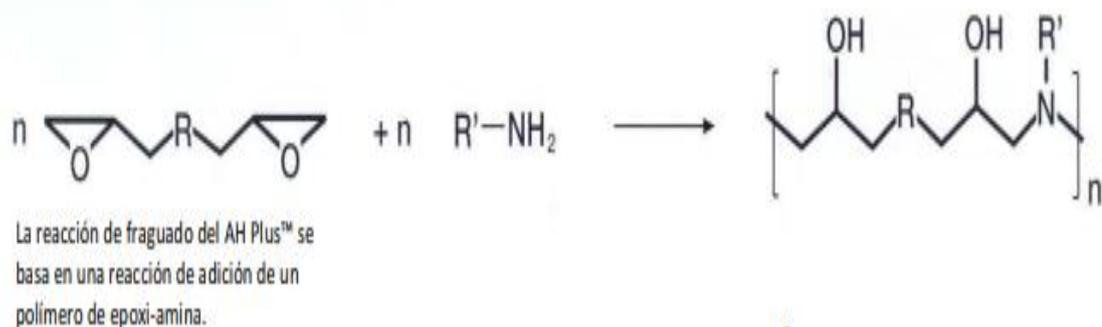


Fig 2. Composición química del Ah Plus

2.5.1. Composición

El cemento AH Plus tiene una presentación de pasta –pasta, presentes en dos tubos.



Fig3. Ah Plus

Químicamente está compuesto por 3 tipos diferentes de aminas, también rellenos para brindar radiopacidad y aerosil. (Azar NG, 2012)

AH Plus Paste A	AH Plus Paste B
Bisphenol-A epoxy resin	Dibenzylidiamine
Bisphenol-F epoxy resin	Aminoadamantane
Calcium tungstate	Tricyclodecane-diamine
Zirconium oxide	Calcium tungstate
Silica	Zirconium oxide
Iron oxide pigments	Silica
	Silicone oil

Tabla 4. Composición Ah Plus

Fuente: Dentsplysirona

2.6.2. Propiedades

a.- Radiopacidad

La radio opacidad en los cementos de obturación se ha establecido como una de las propiedades más importantes. Para mejorar la radio opacidad de su precursor Ah26, se utilizó nuevos rellenos con una mayor capacidad de absorción. (McMichen FR, 2012).

b.- Interacción

Que tan espeso sea el cemento es una propiedad física importante, que puede ser decisivo en cuanto al sellado hermético del conducto. El tamaño medio de la partícula del cemento obturador Ah Plus es de 8mm y el espesor de toda la película que se forma es de 26mm , que es claramente menos a la de los valores estándar que da la ISO para los cementos obturadores que es de 50mm. (J.D. Pecora, 2011).

c.- Adhesión a la dentina

Un estudio de KHATAR, HICKEL y KREMERS en el 2006 analiza la adhesión de 5 selladores del conducto radicular: (sellador de Grossman, Apexit, Ketac-Endo, AH Plus, Roeko Seal Automix) a la dentina y gutapercha .los resultados arrojaron una adhesión de AH Plus a la dentina superior a la de los demás cementos analizados (4 MPa).

d.- Fluidez

Esta es una característica muy importante dentro de la manipulación de los cementos obturadores. (J.D. Pecora, 2011).

Una buena fluidez ayuda a una fácil preparación del cemento, además el cemento debe tener la importante capacidad de penetrar fácilmente en el sistema de conductos radiculares y tener cierto grado de estabilidad allí dentro. (Mc Michen FR, 2012).

Por lo tanto, AH Plus tiene una fluidez de 36mm y cumple perfectamente con los requisitos de las normas ISO que dictan que debe ser mayor a los 25mm. (J.D. Pecora, 2011). En el siguiente cuadro se resumen las propiedades que presenta el cemento obturador AH Plus.

Datos técnicos	
Radio - opacidad	13,6 mm/ mm Al
Tiempo de trabajo	4 h
Tiempo de fraguado	8 h (37° C)
Fluidez	36 mm
Espesor de capa	26 μ m
Contracción	1,76 %
Solubilidad (después de 1 semana)	0,31 %

Tabla 5. Características Ah Plus

Fuente: Dentsply

2.7. PENETRACIÓN DEL CEMENTO SELLADOR EN TÚBULOS DENTINARIOS

2.7.1 Complejo dentino pulpar

Se denomina complejo dentino pulpar al conjunto de la dentina y la pulpa, pues ambos tejidos forman una estructura única y comparten un componente esencial que son las células denominadas odontoblastos. (Cohen, 2011) (Gómez, 2002)

2.7.1.1. Pulpa dental

“La pulpa es un tejido conjuntivo laxo muy vascularizado e innervado”, contiene elementos celulares como fibroblastos, macrófagos, linfocitos, fibras de colágeno, vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios. La pulpa cumple funciones sensitiva, nutritiva, formativa defensiva y de reparación (Goldberg, Endodoncia. Técnicas y Fundamentos., 2002) (Gómez, 2002).

2.7.1.2. Dentina

La dentina es un tejido mineralizado con capacidad indefinida de formar nuevo tejido como un mecanismo de defensa ante alguna agresión; está compuesto de matriz inorgánica, la hidroxiapatita en un 70 %; matriz orgánica 20 % principalmente proteínas con predominio de colágeno tipo I y contiene también agua en un 10%. La dentina es muy permeable gracias a la presencia de túbulos dentinarios que están atravesando todo su espesor que permiten el paso de diferentes sustancias (Cohen, 2011).

2.7.1.2.1. Túbulos dentinarios

Los túbulos dentinarios son estructuras que cruzan todo el espesor de la dentina y van desde el límite amelo -dentinario o el límite cemento -dentinario hasta la pulpa, tienen forma cónica, y su diámetro depende de la dentina peritubular formada, siendo nula a nivel de la pulpa, es así que el mayor diámetro es justamente hacia el tejido pulpar. A nivel de la corona recorren en forma de “S” y en la zona apical son rectos (Cohen, 2011).

La característica principal es que albergan a la prolongación odontoblástica que en sí es una extensión del citoplasma de células odontoblásticas, el espacio que

queda entre la prolongación y la pared tubular está ocupada por el fluido dentinario, fibras nerviosas amielínicas, fibras de colágeno y cristales de hidroxiapatita. Este espacio permite que el fluido dentinario mantenga nutrida a la dentina y de la misma manera transportar estímulos desde el exterior hacia la pulpa (Cohen, 2011) (Canalda, 2014) (Gómez, 2002).

2.7.2. Penetración del cemento obturador

En el ámbito endodóntico se realizan investigaciones constantemente con el objetivo de encontrar el cemento obturador que cumpla con las características ideales y por ende pueda garantizar un correcto sellado de la anatomía del sistema de conductos radiculares.

Es por esta razón que se siguen modificando fórmulas, descubriendo y creando cementos de mejores cualidades. (Rangel, 2015).

Dentro de estas cualidades una muy importante es el grado de penetración en túbulos dentinarios, ya que una penetración ideal va a crear una barrera física, mejora la retención del material de obturación y por ende reduce la posibilidad de una recolonización bacteriana. (Mamootil K, Messer HH ,2007).

Cuanto más lejos pueda penetrar un cemento sellador en los túbulos dentinarios, mayor será su efecto antibacteriano (Khalil I, 2016).

Propiedades físicas y químicas como la humectabilidad y fluidez son parámetros importantes que pueden tener un impacto en la profundidad de penetración tubular del cemento obturador. (Khalil I, 2016).

Estos últimos años se ha investigado ampliamente las propiedades que presentan particularmente los cementos biocerámicos es así que en un estudio de Táccio et al. (2012) Se evaluó la radio opacidad, el pH y el fluidez del BC Sealer y lo

comparo con AH Plus obteniendo como resultado que BC Sealer posee menor radio opacidad que AH Plus, un pH más alto y mayor liberación de iones calcio en comparación con el cemento mencionado en cuanto a la fluidez, resultado similar, sin diferencias significativas, de igual manera Koch et al. (2013), realizó una investigación con Micro CT en la cual instrumentó 16 molares los obturo y superpuso las imágenes de las piezas pre instrumentadas, post instrumentadas y obturadas, y concluyó que la obturación realizada con un cemento biocerámico llenó el 97% de todo el conducto radicular.

Es importante tomar en cuenta que el mayor grado de penetración tubular supone una mayor posibilidad de éxito clínico, es así que en el año 2018 Chybowski et al, realizó un estudio retrospectivo en el que evaluó el éxito clínico en piezas dentales obturadas con cono único y el cemento biocerámico BC Sealer, este estudio incluyó pacientes tratados desde el 2009 hasta el 2015, observaron piezas dentales con un diagnóstico de pulpitis irreversible y necrosis con y sin lesión apical y al cabo de 30 meses volvieron a evaluar a los pacientes y observaron que en piezas con patología pulpar hubo curación y en piezas con pulpitis o necrosis con periápice sano no hubo signos de lesión apical, por lo tanto concluyeron que el uso del cemento BC Sealer es un buena opción para la obturación.

3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo experimental, in vitro, comparativo y descriptivo. Es experimental e in vitro debido a que se realizó en piezas dentales extraídas, los mismos que fueron expuestos a diferentes procedimientos simulando condiciones clínicas. Descriptivo porque describió paso a paso la técnica para la eliminación de barrillo dentinario y es comparativo porque se comparó dos tipos de cementos de obturación, en cuanto a su grado de penetración.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población.

Está constituida por premolares superiores e inferiores uniradiculares que fueron donados por profesionales odontólogos de distintos consultorios odontológicos.

3.2.2 Muestra.

Considerando los criterios de inclusión y exclusión, está constituida por 12 premolares uniradiculares.

3.1.1.1 Criterios de inclusión.

- Premolares uniradiculares
- Piezas dentales con ápice cerrado
- Piezas con conducto único y recto

3.1.1.2 Criterios de exclusión.

- Molares, premolares biradicales y dientes anteriores
- Dientes con ápice abierto
- Dientes con conductos calcificados o con tratamiento endodóntico previo
- Dientes con reabsorción radicular

3.2 Materiales

- Motor endodóntico X Smart Plus (Dentsply Maillefer)
- Limas Reciproc blue (VDW)
- Limas K # 10 (Dentsply Maillefer, Switzerland)
- Ultrasonido DTE
- Agujas de irrigación NaviTip (Ultradent)
- Regla milimetrada (Dentsply Maillefer)
- Jeringa de plástico desechable 3mL Nipro
- Placa de fósforo
- Microscopio electrónico de barrido (Jeol JSM-5310)
- Hipoclorito de sodio al 5,25%
- EDTA al 17% (Eufar)
- Suero fisiológico (Lira)
- Conos de gutapercha Reciproc blue 40
- Cemento Ah Plus
- Cemento EndoSequence HiFlow
- Sistema de obturación B&L
- Equipo de corte (QUEHELER ISOMED 1000)

- Ionómero Ketac Molar (3M)

3.4 Procedimiento

3.4.1 Preparación de las muestras

La muestra se obtuvo mediante la donación de clínicas odontológicas las cuales almacenaban premolares extraídos por motivos ortodónticos en un recipiente con suero fisiológico. Se inició el proceso removiendo el tejido restante y cálculo al diente mediante la utilización de ultrasonido (DTE), posteriormente se lavó con agua para después ser sumergidos en solución de hipoclorito de Sodio al 5.25% durante 15 minutos para eliminar cualquier material orgánico de la superficie de la raíz (Fig. 4) y se almacenaron en una solución de Hipoclorito de Sodio al 0.25 % hasta su uso.



Fig4. Piezas dentales

Los dientes fueron cortados en el equipo de corte del laboratorio de la USFQ (QUEHELER ISOMED 1000) hasta estandarizar su longitud a 16mm (Fig. 5 y Fig.6).



Fig.5 Regla endodóntica, cera, para montaje de corte



Fig.6 Maquina de corte

Se accedió a los conductos, y la longitud de trabajo se determinó a 16 mm mediante la inserción de una lima # 15 K-flexofile (Dentsply Maillefer, Suiza). Se restó 0,5mm de la longitud y se trabajó con 15,5 mm. (Fig. 7)



Fig.7 Determinación de longitud de trabajo

La instrumentación se realizó mediante la utilización del motor XSmart Plus (Dentsply) y se prepararon los conductos con el sistema recíprocante Reciproc Blue (VDW) llegando a la longitud de trabajo con una lima R40 (Fig. 8), los conductos fueron irrigados entre lima y lima con 5ml de hipoclorito de sodio al 5.25 %, y como irrigación final se utilizó EDTA al 17% en una jeringa de 3 ml y se dejó actuar durante tres minutos. (Fig.9)



Fig.8 Instrumentación recíprocante

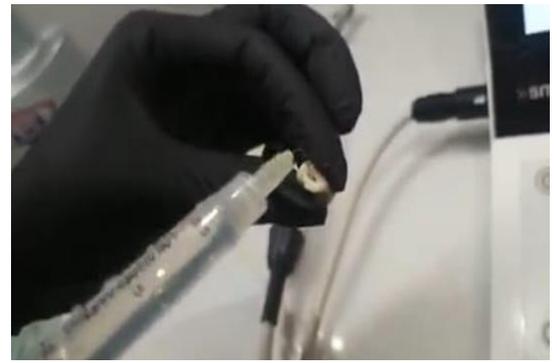


Fig.9 Irrigación

Los conductos fueron secados con puntas de papel estériles absorbentes 45 (Protaper Dentsply Maillefer), las raíces se recubrieron con 2 capas de barniz de uñas (marca Vogue) para evitar la manipulación externa.

3.4.2 División de los grupos.

La muestra se dividió al azar en dos grupos: 2 grupos de 5 dientes cada uno y el grupo control de 2 dientes. El primer grupo se obturó con el cemento sellador Ah Plus® (Dentsply/Maillefer - Suiza) y técnica de obturación vertical. (Fig 10). El segundo grupo se obturó con el cemento sellador EndoSequence BC Sealer

HiFlow (Brasseler USA) y técnica de obturación vertical. (Fig11) .El tercer grupo sin cemento sellador, solo con gutapercha como grupo control negativo.



Fig.10 Obturación Grupo 1



Fig11.Obturación Grupo 2

3.4.3 Manejo experimental de las muestras

La muestra se dividió al azar en dos grupos: 2 grupos de 10 dientes y el grupo control de 2 dientes. El primer grupo se obturó con el cemento sellador Ah PlusI® (Dentsply/Maillefer - Suiza) y técnica de obturación vertical. El segundo grupo se obturó con el cemento sellador EndoSequence HiFlow (Brasseler USA) y técnica de obturación vertical. El tercer grupo sin cemento sellador, solo con gutapercha como grupo control negativo.

Los conductos se obturaron con una técnica vertical de onda continua (B & L) y conos estandarizados Reciproc Blue (VDW).

Se tomaron radiografías periapicales de las muestras para observar que no exista presencia de espacios dentro de la obturación, y se sellaron en la parte coronal con un cemento de Ionómero de vidrio de auto curado Ketac TC Molar (3M ESPE) y se esperó 5 minutos hasta que fragüé.

Se cortaron los dientes primero sagitalmente y luego se dividió en tercios en el equipo de corte del laboratorio de la USFQ (QUEHELER ISOMED 1000) (Fig.12) y se almacenaron en tubos de ensayo por grupos hasta la observación en el microscopio electrónico de barrido. (Fig.13)



Fig.12 Corte de las muestras



Fig.13 Muestras clasificadas

Una vez obtenidas las muestras mediante los cortes se procedió a quitarles la humedad, esto se hizo mediante liofilización que es un proceso en el que se congelan las piezas dentarias y posteriormente son llevadas a cámara de vacío para realizar la separación del agua por sublimación (Fig 14). De esta manera se eliminó el agua desde el estado sólido al gaseoso del ambiente sin pasar por el estado líquido.



Fig.14 Maquina de secado

Una vez retirada la humedad de las piezas dentarias, éstas fueron colocadas en la cámara de Recubrimiento de Oro (Fig.15). Finalmente se selló y se programó el tiempo de recubrimiento en el cual el oro cayó uniformemente sobre las piezas dentarias, se hizo vacío y automáticamente las muestras se recubrieron en su totalidad, dicho proceso tomó un tiempo aproximado de 2 minutos.

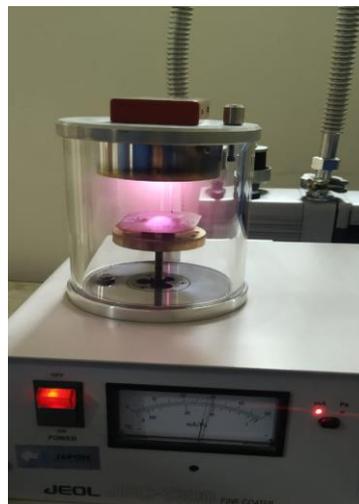


Fig15.Recubrimiento en oro de las muestras

A continuación se observó en el microscopio electrónico de barrido (Jeol JSM-5310) del INSPI en la ciudad de Guayaquil utilizando aproximadamente a 2000 X de magnitud. (Fig.16y Fig.17)



Fig.16 Microscopio electrónico de barrido (Jeol JSM-5310)



Fig.17 Colocación de las muestras en el Microscopio electrónico de barrido

3.4.4 Manejo de datos

Se analizaron cada una de las imágenes obtenidas y se tomaron tres medidas significativas en micras del grado de profundidad de penetración de los dos cementos estudiados mediante un programa de medición (Image J), se realizó una tabla con todos estos valores para su análisis con el Ingeniero estadístico. (Fig.18)(Anexo 1).

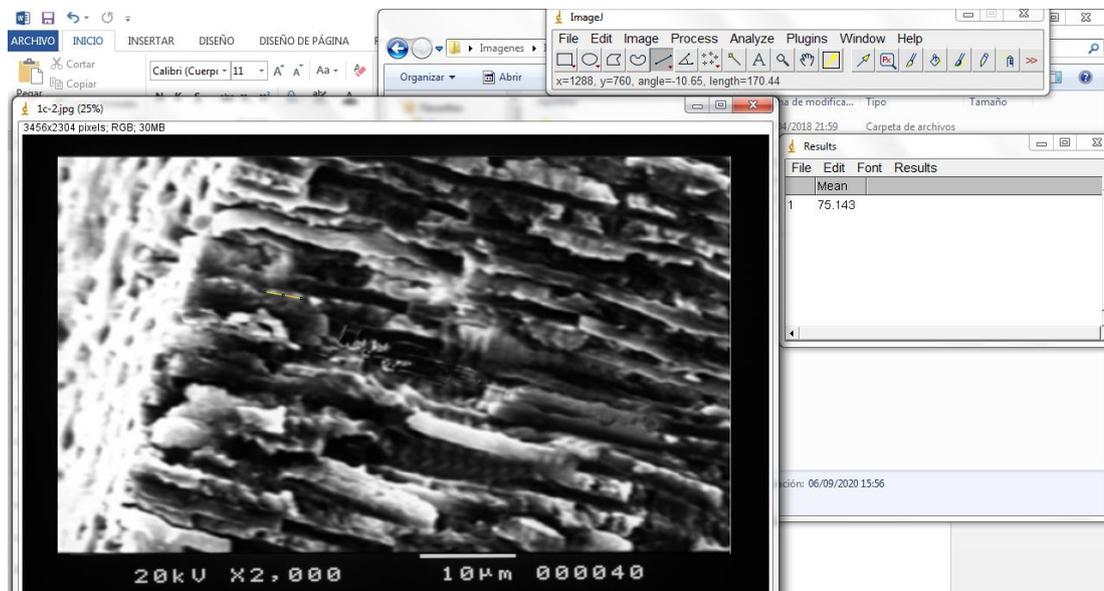


Fig.18 Análisis en el programa Image J

3.4.5 Análisis de datos.

Todo el análisis estadístico se realizó en el software estadístico RStudio.

4. RESULTADOS

4.1. Análisis estadístico de los datos

Para estudiar la diferencia entre el grado de penetración de los dos cementos de obturación se realizó un diseño completo al azar con factores de bloque.

Se realizó un diseño aleatorio por bloques usando como factor la marca y como factor de bloque el tercio del diente. Para empezar, se graficó los resultados obtenidos de las distancias medidas a través del equipo apropiado para observar si los datos tenían una distribución más o menos triangular y luego verificar los supuestos para poder realizar la tabla ANOVA con factor de bloque.

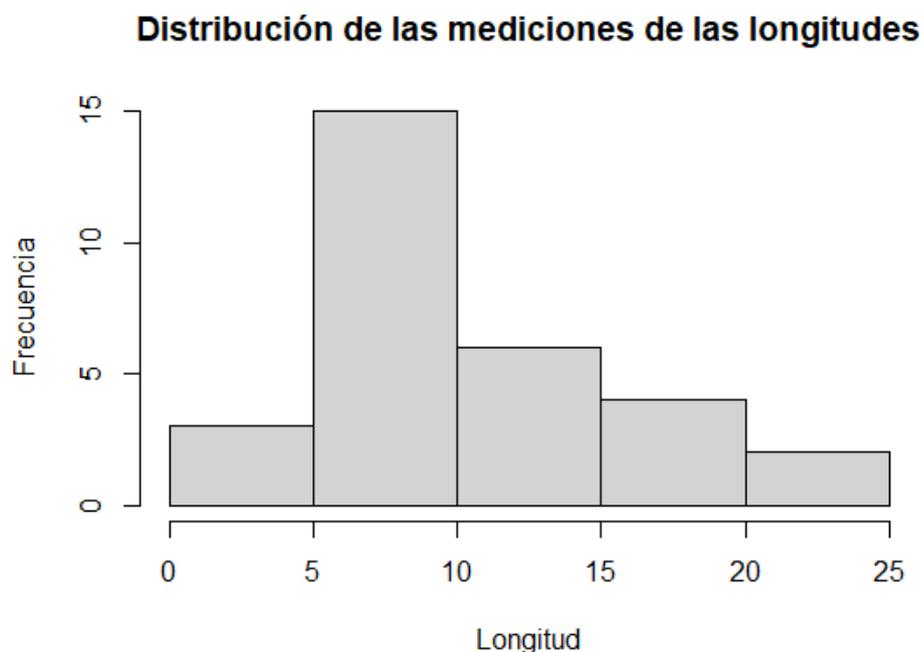


Fig.19 Distribución de los datos

Como se puede ver los datos tienen una distribución algo sesgada a la derecha, pero tiene una forma semejante a una curva normal. (Fig.19)

Se verifican los supuestos de homogeneidad en la varianza a través de la prueba de Levene obteniéndose que las muestras son homogéneas pues el p-value es $0.4079 > 0,05$.

```
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value Pr(>F)
group  5  1.0577 0.4079
      24
```

4.2. Pruebas de normalidad

Se realizaron dos pruebas de normalidad, la prueba de Shapiro Wilks y el test de Geary, el resultado de la prueba de Shapiro –Wilk arrojó un p-value igual a $0.494 > 0.05$ que significa que no se puede rechazar la hipótesis nula que indica que los datos están normalmente distribuidos.

```
Shapiro-Wilk normality test
data:  aov_residuals
W = 0.96831, p-value = 0.494
```

En segundo lugar, se realizó una prueba de bondad de ajuste para verificar si los datos podrían considerarse que están normalmente distribuidos con media y varianza desconocidas, para ello se utilizó el test de normalidad de Geary, obteniéndose los siguientes resultados.

```
Geary test for normality
data:  AH_plus$Distancia
d = 0.77131, p-value = 0.828
```

El valor de p-value igual a 0.828 con lo que no se puede rechazar la hipótesis nula, es decir indica que los datos siguen una distribución normal con media y varianza desconocidas.

Una vez verificados los supuestos se realizó un análisis de varianza por bloques, donde el factor de bloque era el tercio del diente para determinar si la marca afecta en la característica estudiada, obteniéndose los resultados siguientes:

Analysis of Variance Table						
Response: AH_plus\$Distancia						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
AH_plus\$Marca	1	291.59	291.589	16.0278	0.0005223	***
AH_plus\$`Tercio del Diente`	4	205.61	51.403	2.8255	0.0472028	*
Residuals	24	436.62	18.193			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

La tabla indica que la marca es un factor que incide en la característica estudiada por el p-value menor a 0.0005 y el factor de bloqueo en este caso el tercio del diente podría ser otro factor a tomar en cuenta puesto que el p-value es menor a 0.05.

En conclusión, la marca si incide en la variable bajo estudio y el tercio del diente es un factor que puede incidir por tanto debe ser considerada para evitar que afecte en el resultado de la variable de estudio.

Para verificar cuál de los dos cementos penetra más en los túbulos dentinarios primero representamos gráficamente a través de un diagrama de caja los datos obtenidos para las dos marcas de cemento obturador.

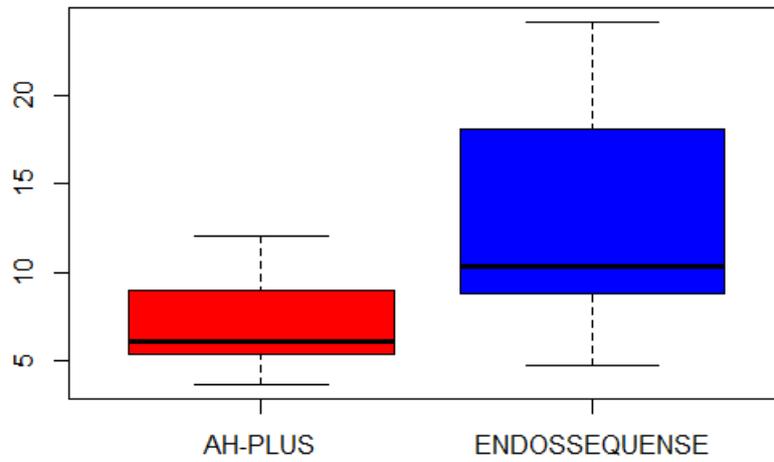


Fig.20 Diagrama de caja

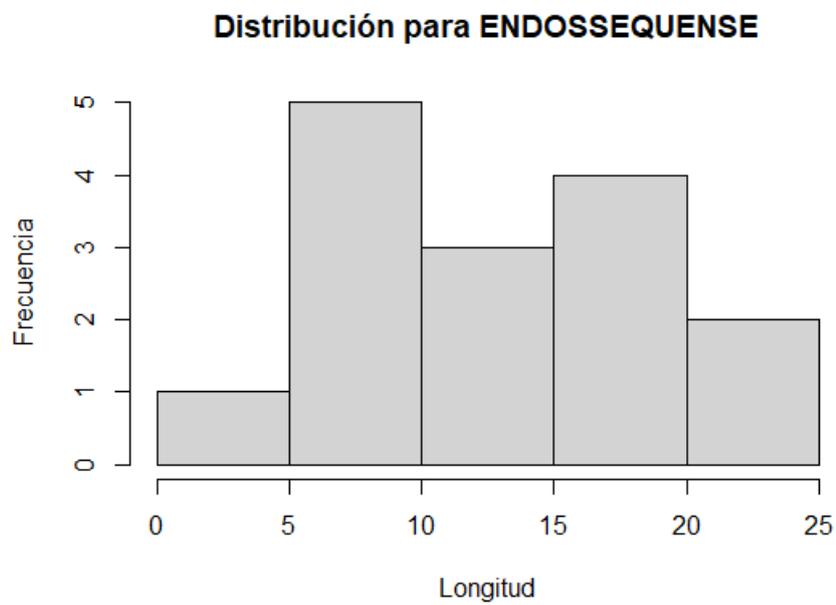


Fig.21 Distribución de datos grupo Endosseque

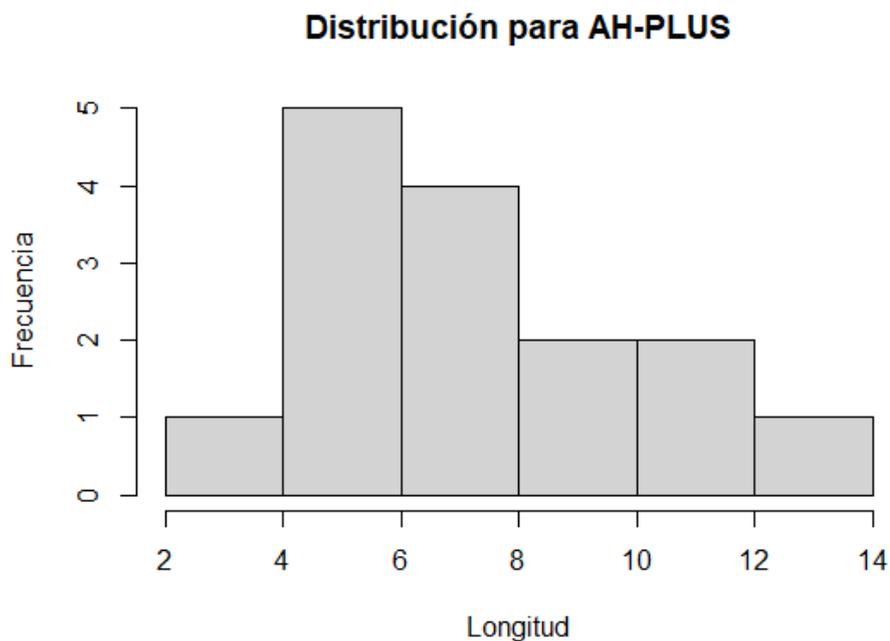


Fig.22 Distribución de datos grupo Ah Plus

4.3. Pruebas de Hipótesis

Se realizó una prueba de hipótesis para verificar si las medias son iguales para los dos grupos obteniéndose los siguientes resultados:

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>AH-PLUS</i>	<i>ENDOSSEQUENSE</i>
Media	7,048	13,28326667
Varianza	6,276122714	39,5978495
Observaciones	15	15
Varianza agrupada	22,9369861	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	28	

Estadístico t	-3,565475757	
P(T<=t) una cola	0,00066454	
Valor crítico de t (una cola)	1,701130934	
P(T<=t) dos colas	0,00132908	
Valor crítico de t (dos colas)	2,048407142	

Tabla 6.Prueba T

Esto significa que la media del cemento es mayor para EndoSequence HiFlow que para AH-PLUS pues el p-value para una cola es menor 0.001 (0.00066).

A continuación, se realizó diagramas de caja para representar las muestras de cada uno de los subgrupos de los tercios apical, medio y cervical tanto del grupo 1 como del grupo 2, combinado los dos factores de modo que puede visualizarse entre otras cosas en que tercios y con que grupo hubo mejores resultados y en que tercios el cemento penetra más en los túbulos dentinarios.

La mayor dispersión está en el tratamiento que combina la marca EndoSequence HiFlow en el tercio apical del diente mientras que la menor dispersión esta para la marca AH-Plus.

Si se compara entre los diferentes tercios del diente se observa que en los tercios apical y cervical hubo más penetración del cemento en el grupo EndoSequence HiFlow , mientras que en el tercio apical no existió una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos del presente estudio.

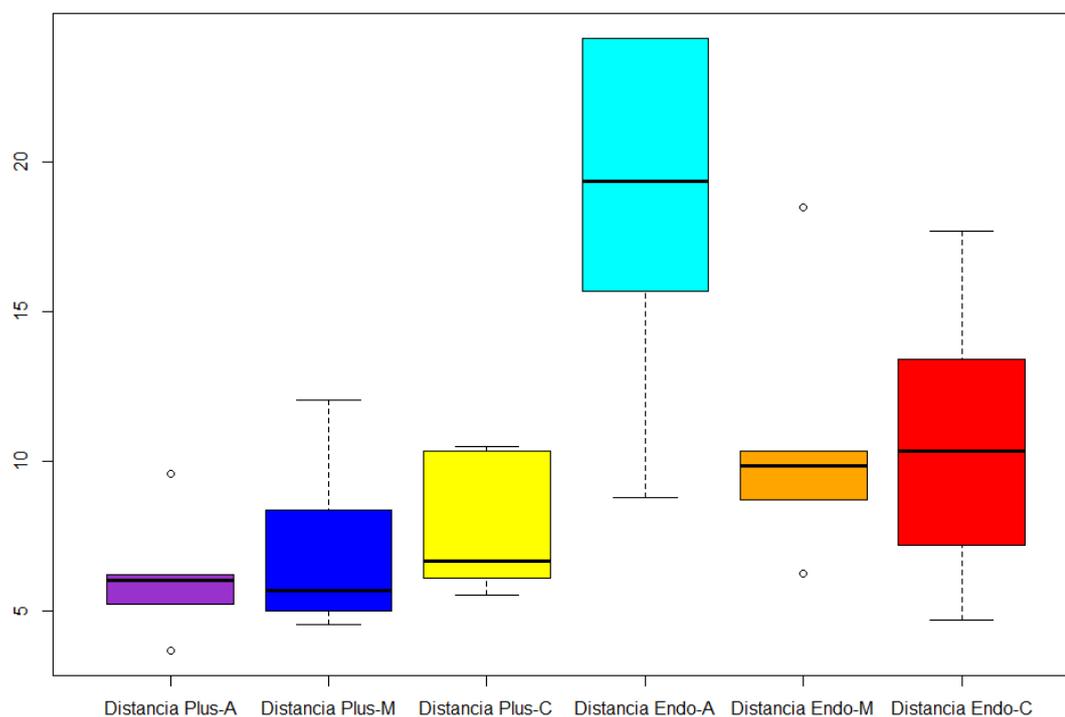


Fig.23 Diagrama de cajas grado de penetración por tercios

Para verificar analíticamente lo observado en el gráfico anterior, se realizaron pruebas de hipótesis para la diferencia de medias, comparando las medias de la penetración alcanzadas por el cemento obturador y el mismo tercio del diente, obteniéndose que el $p\text{-value} = 0,00189$ en el tercio apical es mayor para EndoSequence HiFlow que para Ah Plus.

	<i>Distancia Plus-</i> <i>A</i>	<i>Distancia Endo-A</i>
Media	6,1618	18,4282
Varianza	4,7132022	41,5776637
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	23,14543295	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-4,031386828	
P(T<=t) una cola	0,001890378	
Valor crítico de t (una cola)	1,859548038	
P(T<=t) dos colas	0,003780756	

Valor crítico de t (dos colas) 2,306004135

	<i>Distancia Plus- M</i>	<i>Distancia Endo- M</i>
Media	7,147	10,7418
Varianza	9,7416295	21,2665772
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	15,50410335	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-1,443515362	
P(T<=t) una cola	0,093433343	
Valor crítico de t (una cola)	1,859548038	
P(T<=t) dos colas	0,186866685	
Valor crítico de t (dos colas)	2,306004135	

	<i>Distancia Plus- C</i>	<i>Distancia Endo-C</i>
Media	7,8352	10,6798
Varianza	5,7430537	26,1139442
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	15,92849895	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-1,126947759	
P(T<=t) una cola	0,146214835	
Valor crítico de t (una cola)	1,859548038	
P(T<=t) dos colas	0,292429671	
Valor crítico de t (dos colas)	2,306004135	

4.4. DISCUSIÓN

Las propiedades de los cementos obturadores endodónticos están determinadas principalmente por el tipo de componentes y sus proporciones lo que se traduce en el correcto funcionamiento bajo condiciones clínicas. (Hui-min Zhou, 2013)

El mayor grado de penetración del cemento obturador endodóntico, su adaptación y sus propiedades de adhesión a la dentina radicular tienen 2 efectos en beneficio tanto

del profesional odontólogo como del paciente, el primero es el selle hermético tridimensional que está dado por una mayor superficie de contacto entre la dentina y el cemento sellador y el segundo es que debido a esta adaptación previene cualquier filtración microbiana, por lo tanto, logra un bloqueo de microorganismos residuales al entrar en contacto directo con los túbulos dentinarios .(Candeiro G,2012).

En el presente estudio se evaluó el grado de penetración tubular en premolares uniradiculares del cemento Biocerámico EndoSequence Hiflow y el cemento resinoso Ah Plus en los tercios apical, medio y cervical.

En cuanto a los resultados; se obtuvo que el grado de penetración en los túbulos dentinarios en los tres tercios fue mayor en el cemento sellador biocerámico de marca Endosequence HiFlow con una penetración tubular media de 11.51 um en comparación al cemento a base de resina Ah Plus con una penetración tubular media de 7.72 um.

La fluidez es uno de los principales factores que tiene una repercusión directa en la penetración tubular y se define como la capacidad de un sellador para penetrar en irregularidades, canales laterales, o túbulos dentinales del sistema de conductos radiculares. La fluidez se determina por la consistencia, tamaño de partícula, velocidad de cizallamiento, temperatura, tiempo, diámetro interno del conducto radicular. De estos factores, el tamaño de partícula y la consistencia de los selladores son los de más consideración. (Topalian M, 2010).

Existen muy pocos estudios comparativos con el cemento Endosequence HiFlow debido a su reciente aparición en el mercado, este difiere de su antecesor Endosequence BC Sealer debido a su capacidad de soportar altas temperaturas, mayor viscosidad y mayor radiopacidad ,motivo por el cual se le puede utilizar con técnicas de obturación diferentes a la técnica de cono único.

En el estudio de F. J. Rodríguez-Lozano, del presente año se afirma que el cemento Endosequence HiFlow posee propiedades biológicas adecuadas para su uso seguro como material de obturación del conducto radicular y promueve una mayor expresión de genes osteo- cementogénicos en comparación con el Endosequence BC Sealer y el Ah Plus, este estudio se evaluó mediante microscopía electrónica de barrido y análisis de rayos X de dispersión de energía (SEM - EDX), se utilizó espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP - MS) para determinar la liberación de iones de los selladores.

Corroborando que el cemento biocerámico va a presentar un mayor grado de penetración a nivel de los túbulos dentinarios George Taccio de Miranda Candeiro (2012) en su estudio demuestra , que el cemento obturador Endosequence BC Sealer , tiene un mayor grado de flujo y está de acuerdo con las recomendaciones ISO 6786/2001 ,mientras que el cemento obturador AH Plus presentó un flujo significativamente más bajo, lo que coincide con el presente estudio al demostrar que EndoSequence va a tener una mayor penetración en los túbulos dentinarios al compararlo con el Ah Plus .

Ingride Ribeiros (2015) en su investigación compara la interfase dentino- cemento entre los selladores AH Plus y Endosequence por medio de MEB donde describe que el cemento EndoSequence posee un ángulo de contacto bajo el cual va a permitir la fácil penetración a través de los túbulos dentinarios mejorando su adhesión y selle hermético, resultados que concuerda con el presente estudio.

George Taccio, y col. (2013) investigaron varias propiedades de cementos biocerámicos, entre estas se encontraba el flujo o fluidez de los cementos en los túbulos dentinarios, y encontraron que: Endosequence presentaba una fluidez mayor al AH Plus, esto se puede atribuir al tamaño de las partículas de Endosequence y a

su alta afinidad con la humedad de los túbulos dentinarios. Lo que concuerda con el estudio realizado por Emre Nagas y colaboradores,(2015) quienes corroboraron que las condiciones de humedad en los túbulos dentinarios si afectan la adhesión de los cementos selladores, por lo cual Endosequence presenta mayor adhesión que AH Plus, aparte de su tamaño de partícula extremadamente pequeño y su bajo nivel de viscosidad, lo que mejora la fluidez de dicho sellador en los túbulos dentinarios, resultados que coinciden con los obtenidos en el presente estudio.

Roula El Hachem (2018), en su estudio afirma que el grado de penetración máxima y media fueron significativamente mayores a 5mm en los grupos obturados con Ah Plus y con Endosequence Bc Selaer a 1 mm del ápice radicular, sin embargo en los tercios medio y cervical el Bc Sealer logró un mayor grado de penetración, resultados que concuerdan con los obtenidos en el presente estudio.

Por otra parte los resultados obtenidos en el presente estudio difieren con el descrito por Pawar Sudhir (2014) en el cual compara tres selladores endodónticos: Endosequence biocerámico (BC) Sealer, AH Plus y Epiphany vistos en MEB y concluye que el sellador biocerámico y AH plus tenían igual equivalencia para lograr un selle hermético, lo cual no coincide con los resultados del presente estudio que demuestran estadísticamente que hay una diferencia significativa entre el grado de penetración de los dos cementos.

5. CONCLUSIONES

- Comparando el grado de penetración de los cementos de obturación se concluye que el grado de penetración promedio del cemento Endosequence HiFlow fue de 11.51 um micras. Y El grado del cemento Ah Plus en tercio medio fue de 7,72 micras.
- En cuanto al grado de penetración promedio en dientes premolares mandibulares uniradiculares al utilizar Endosequence y Ah Plus existe una diferencia estadísticamente significativa, siendo mayor para el cemento Endosequence HiFlow.
- El grado de penetración a nivel del tercio apical y cervical es mayor con el cemento de obturación Endosequence HiFlow, mientras que en el tercio medio no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos. De acuerdo al análisis estadístico en base a las fotografías obtenidas en el microscopio electrónico de barrido.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los profesionales realizar una buena elección sobre el tipo de cemento que se va a utilizar de acuerdo a la técnica de obturación, siendo el Endosequence HiFlow una excelente opción por todo lo expuesto en este trabajo de investigación.
- Realizar una investigación similar al presente estudio en donde se incluyan diversas técnicas de obturación con cada cemento estudiado.
- Ampliar la investigación realizando una comparación con la obturación con conos de la misma casa fabricante del EndoSequence HiFlow, ya que según sus recomendaciones al usar estos elementos juntos proporciona un máximo sellado de los conductos radiculares.
- Sería interesante investigar más propiedades físicas y químicas del Endosequence HiFlow, como su pH, adhesividad, y acción antimicrobiana en investigaciones futuras, debido a la falta de artículos científicos sobre el tema.

7. REFERENCIAS

- Balguerie, DDS, Lucas van der Sluis, DDS, PhD, Karen Vallaey, DDS, MSc, Marie Gurgel-Georgelin, DDS, MSC, and Franck Diemer, DDS, MSc, PhD Sealer Penetration and Adaptation in the Dentinal Tubules: A Scanning Electron Microscopic Study, JOE Volume 37, Number 11, November 2011.
- Camargo CH, Oliveira TR, Silva GO et al. (2014) Setting time affects in vitro biological properties of root canal sealers. Journal of Endodontics 40, 530–3.
- Camps J, Jeanneau C, Ayachi IE, et al. Bioactivity of a calcium silicate-based endodontic cement (BioRoot RCS): interactions with human periodontal ligament cells in vitro. J. Endod. 2015;41:1469-73. Doi: 10.1016
- Cohen, S. Hargreaves, K.M. VIAS DE LA PULPA, 9a. ed. Elsevier. Madrid. 2008.
- Emre Nagas, DDS, PhD, M. Ozgur Uyanik, DDS, PhD, Ayhan Eymirli, DDS, Zafer C. Cehreli, DDS, PhD, Pekka K. Vallittu, DDS, PhD, Lippo V.J. Lassila, DDS, PhD, and Veli Durmaz, DDS, PhD, Dentin Moisture Conditions Affect the Adhesion of Root Canal Sealers, JOE — Volume 38, Number 2, February 2012.
- Estrella Carlos, CIENCIA ENDODÓNTICA, Primera Edición 2005, Editora Artes Médicas
- Fajardo, C. K., Martini, I., Mena, P. A., Guillen, R. E. (2019). Microfiltración apical entre dos cementos de obturación: biocerámico y resinoso en premolares unirradiculares preparadas con protaper, y obturadas con condensación lateral. Odontología Vital 31:37-44.
- Gabriela Racciatti, AGENTES SELLADORES EN ENDODONCIA, Artículo de Revisión, Rosario -Argentina 2015
- George T_accio de Miranda Candeiro, DDS, MSc, Fabr_icia Campelo Correia, DDS, Marco Antonio H_ungaro Duarte, DDS, MSc, PhD, Danieli Colac_o

Ribeiro-Siqueira, DDS, MSc, PhD, and Giulio Gavini, DDS, MSc, PhD*, Evaluation of Radiopacity, pH, Release of Calcium Ions, and Flow of a Bioceramic Root Canal Sealer, JOE Volume 38, Number 6, June 2012.

- Giuseppe Cantatore Root canal obturation and root integrity, ENDODONTIC PRACTICE febrero 2016
- Gómez P. Cementos selladores en endodoncia. Ustasalud Odontología 2004; 3: 100 – 107
- Guneser MB, Akman M, Kolcu İB, Eldeniz AU. Fracture resistance of roots obturated with a novel calcium silicate based endodontic sealer (BioRootRCS). J Adhes Science and Techno 2016; 30: 2420-2428.
- Hui-min Zhou, PhD, Ya Shen, DDS, PhD, Wei Zheng, PhD, Li Li, PhD, Yu-feng Zheng, PhD, and Markus Haapasalo, DDS, PhD, Physical Properties of 5 Root Canal Sealers, JOE — Volume 39, Number 10, October 2013
- Maria Cecília Tezelli Bortolini, Silvana Soléo Ferreira dos Santos, Sandra Márcia Habitante, Jane Rose Dias Dionísio Rodrigues, Rodrigo Vance, Antonio Olavo Cardoso Jorge, Endodontic sealers: Intratubular penetration and permeability to *Enterococcus faecalis*, ORIGINAL RESEARCH, Indian J Dent Res, 21, 2010
- Mario Roberto Leonardo. Endodoncia Tratamiento de conductos radiculares. Principios Técnicos y Biológicos. Latinoamericana. Volumen 1 2005.
- Miranda Candeiro GT, Campelo Correia F, Húngaro Duarte MA, Ribeiro Siqueira DC, Gavini G. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. J Endod 2012.
- Noushin Shokouhinejad, DDS, MSc,* Mohammad Sabeti, DDS, MA,† Hedayat Gorjestani, DDS, MSc,‡ Mohammad Ali Saghiri, BSc, MSc, PhD,§ Mehrdad Lotfi, DMD, MSc, and Atefeh Hoseini, DDS, Penetration of Epiphany, Epiphany

Self-Etch, and AH Plus into Dentinal Tubules: A Scanning Electron Microscopy Study, JOE — Volume 37, Number 9, September 2011

- Oliveira, J. M. G. Tanomaru, N. Faria-Junior & M. Tanomaru-Filho Bacterial leakage in root canals filled with conventional and MTA-based sealers, International Endodontic Journal, 44, 2011.
- Prüllage RK, Urban K, Schafer E, Dammaschke T. Material properties of a tricalcium silicate-containing a mineral tiroxide aggregate containing and an epoxy resin-based root canal sealer. J Endod 2016; 42:784-8. Doi: 10.1016/j.joen.2016.09.018.
- S. Lacey, T. R. Pitt Ford, T. F. Watson & M. Sherriff, A study of the rheological properties of endodontic sealers, International Endodontic Journal, 38, 499–504, 2015.
- Saurabh S. Chandra, BDS, MDS, Padmanabhan Shankar, MDS, and Rajamani Indira, MDS Depth of Penetration of Four Resin Sealers into Radicular Dentinal Tubules: A Confocal Microscopic Study, JOE -Volume 38, Number 10, October 2012
- Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Razmi H, Sajadi S, Davies TE, Saghiri MA et al. Bioactivity of EndoSequence root repair material and Bioaggregate. Int Endodontic J 2012; 45: 1127-34.
- Silva EJ, Rosa TP, Herrera DR et al. (2017) Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. Journal of Endodontics 50, 407–14.
- Soares y Golber ENDODONCIA TECNICA Y FUNDAMENTO, Editorial Médica Panamericana,Buenos Aires 2002

8. ANEXOS

ANEXO 1: Mediciones del grado de penetracion en micras

GRUPO AH PLUS			GRUPO ENDOSEQUENCE		
1 A	1	3,690	2A	1	19,368
	2	6,238		2	24,141
	3	5,248		3	15,677
	4	6,024		4	24,146

	5	9,609		5	8,809
1M	1	5,713	2M	1	6,268
	2	8,388		2	10,338
	3	4,571		3	9,879
	4	5,003		4	8,730
	5	12,060		5	18,494
1C	1	10,490	2C	1	4,704
	2	10,354		2	17,698
	3	6,687		3	10,360
	4	5,540		4	7,226
	5	6,105		5	13,411

ANEXO 2: Fotografías de radiografías periapicales tomadas a las piezas dentales obturadas

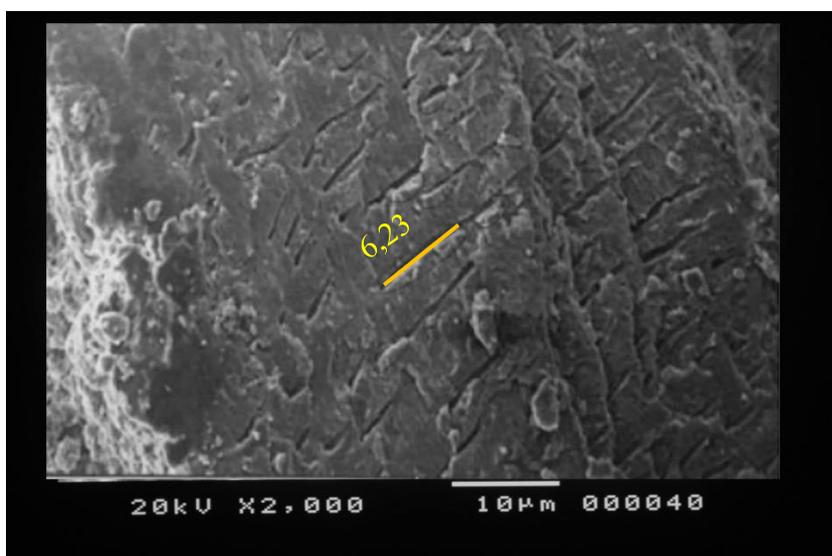


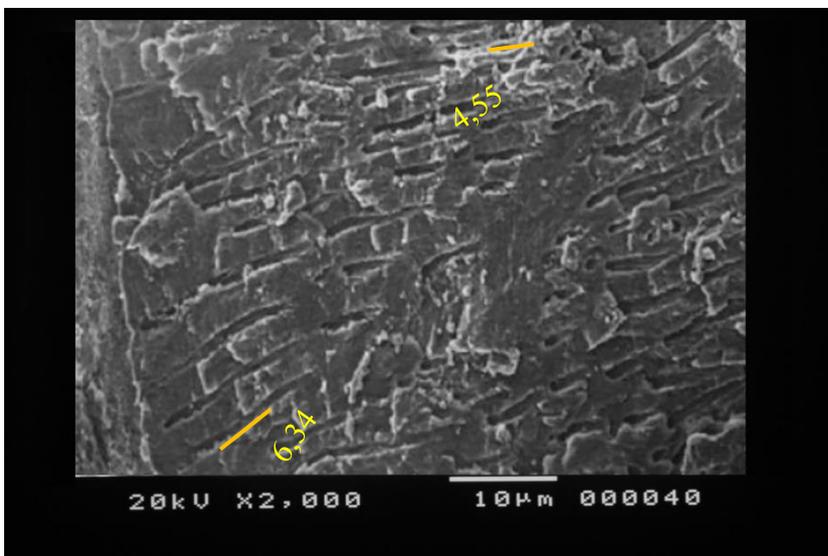
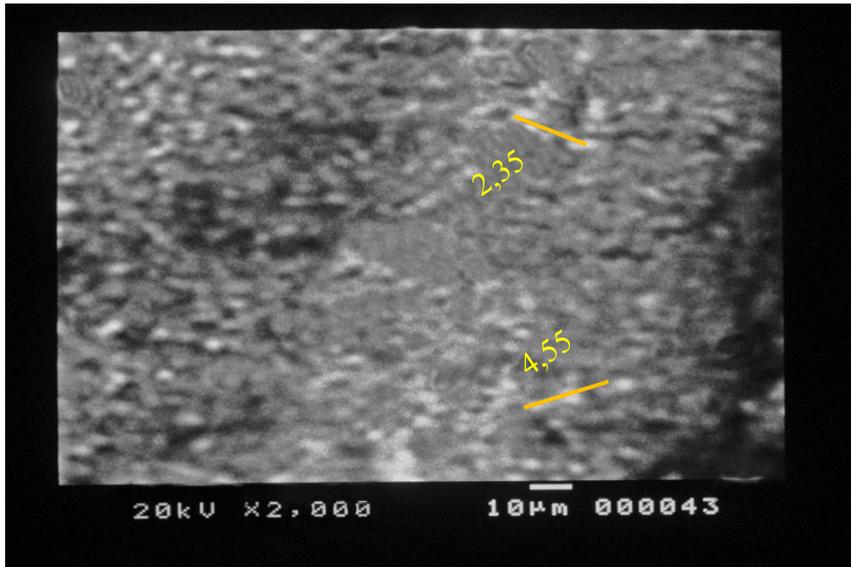


ANEXO 3: Fotografías de las muestras bajo el microscopio electrónico de barrido

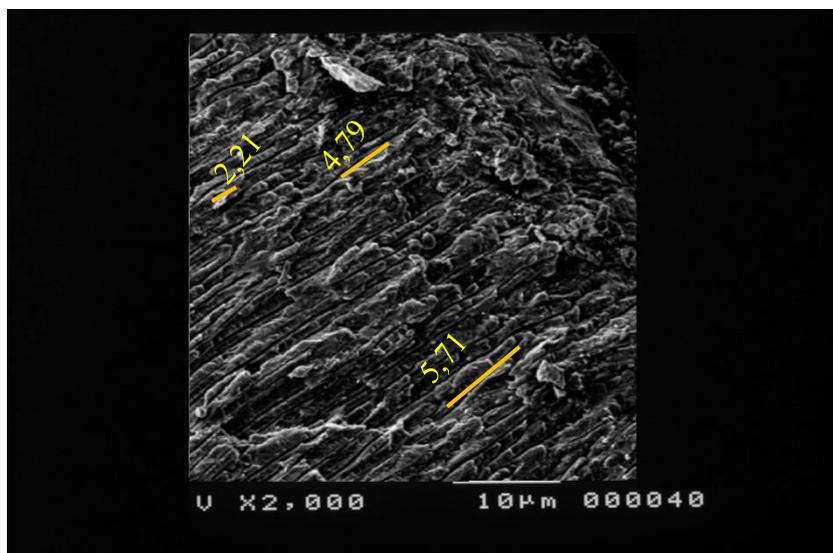
Grupo 1: Ah Plus

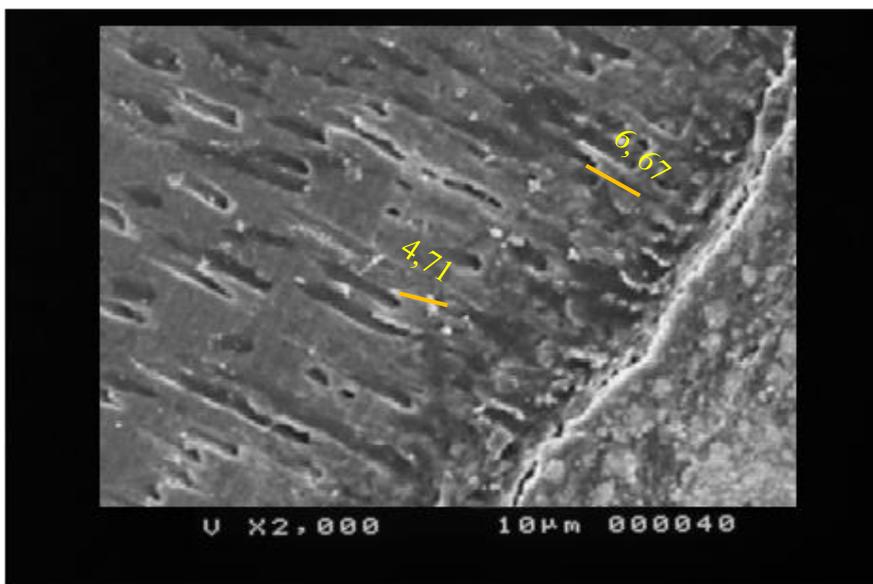
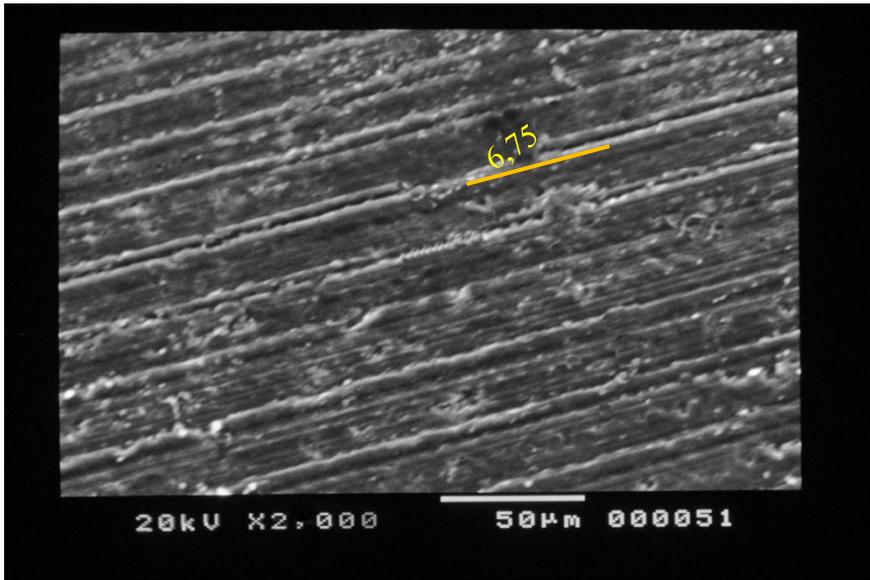
Grupo 1 Tercio Apical



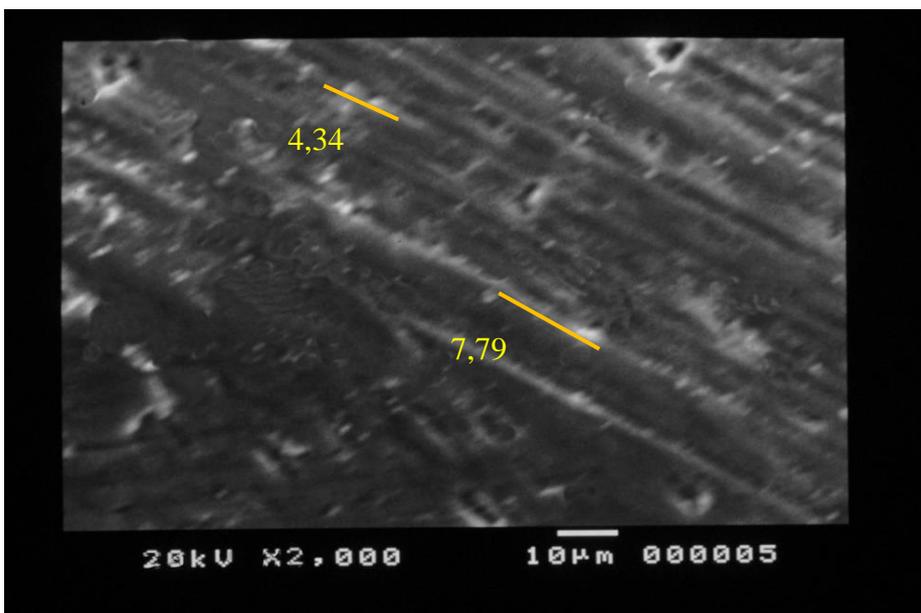
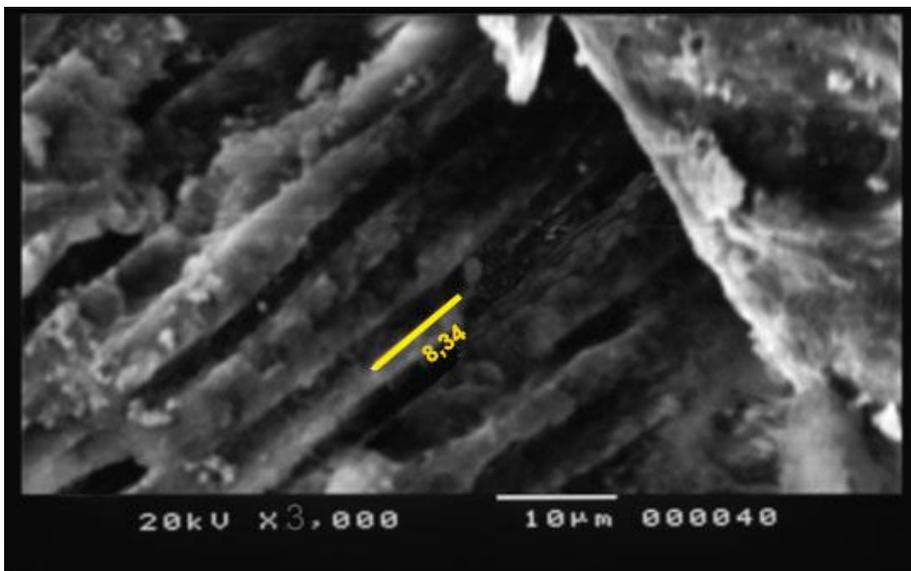
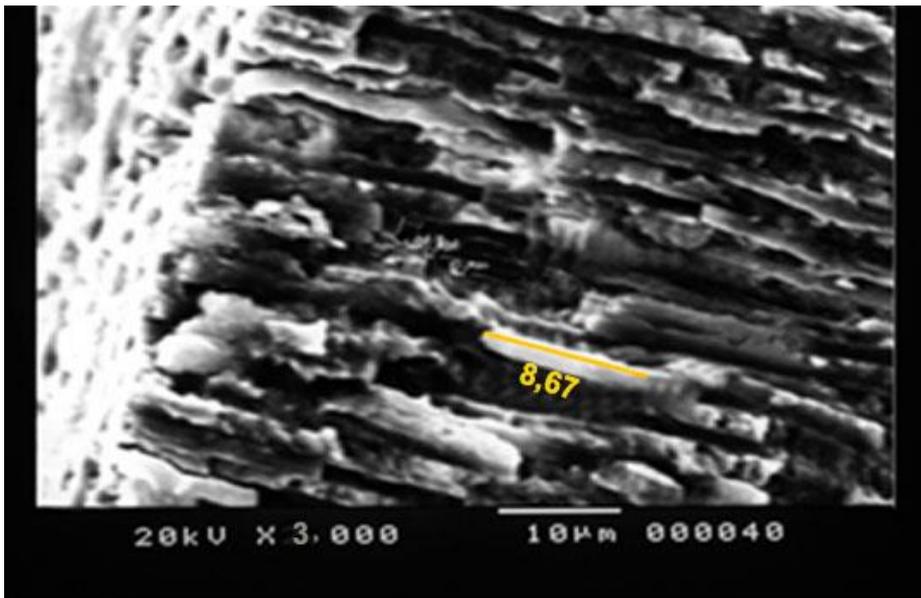


Grupo 1 tercio medio

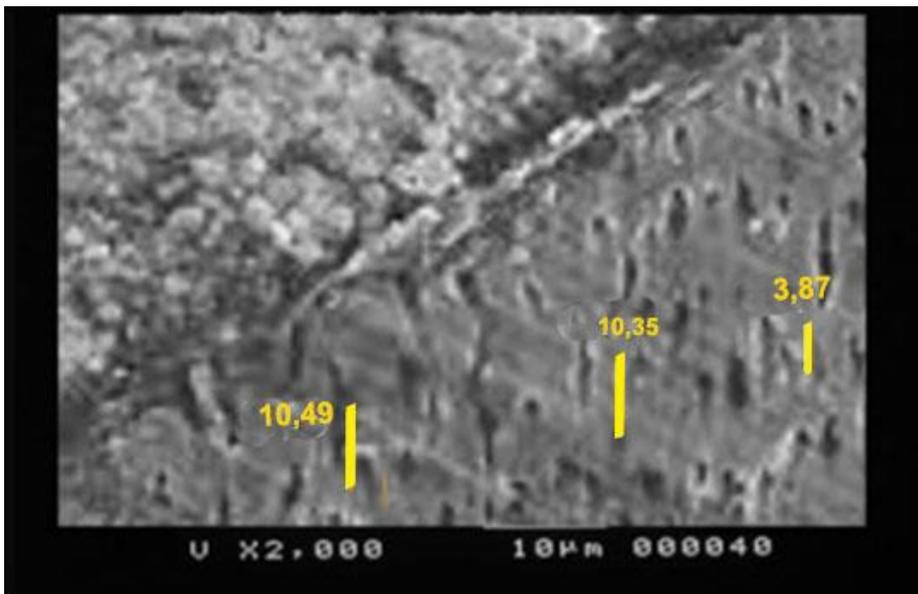
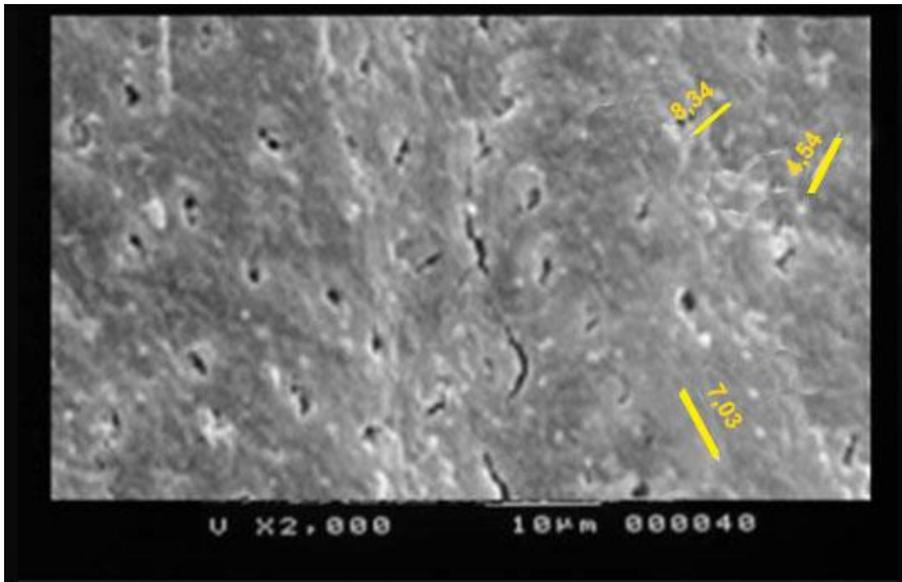


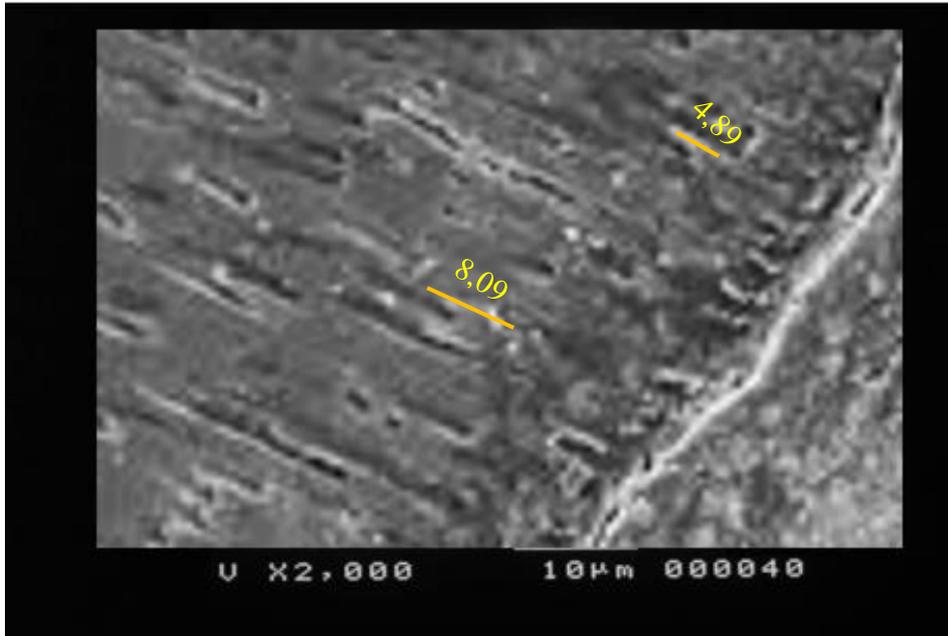


Grupo 1 tercio cervical

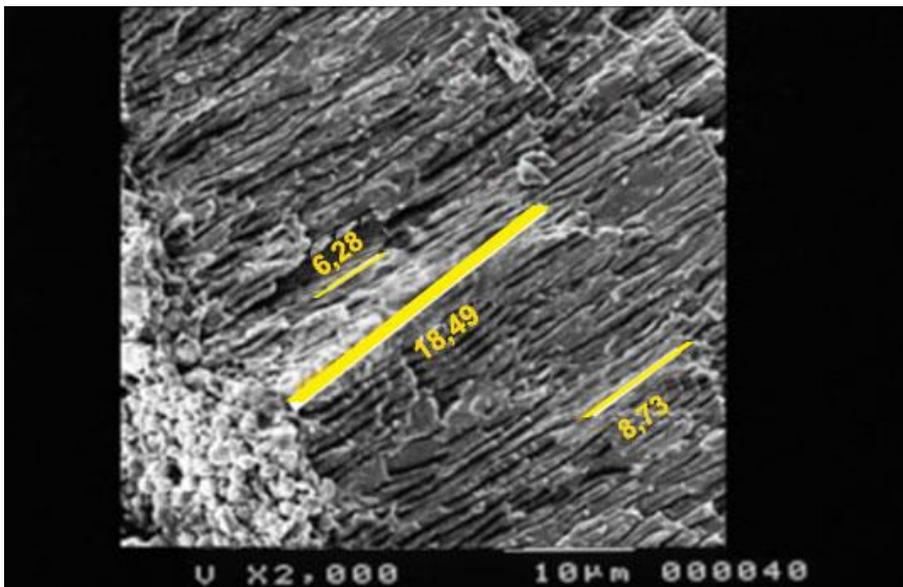


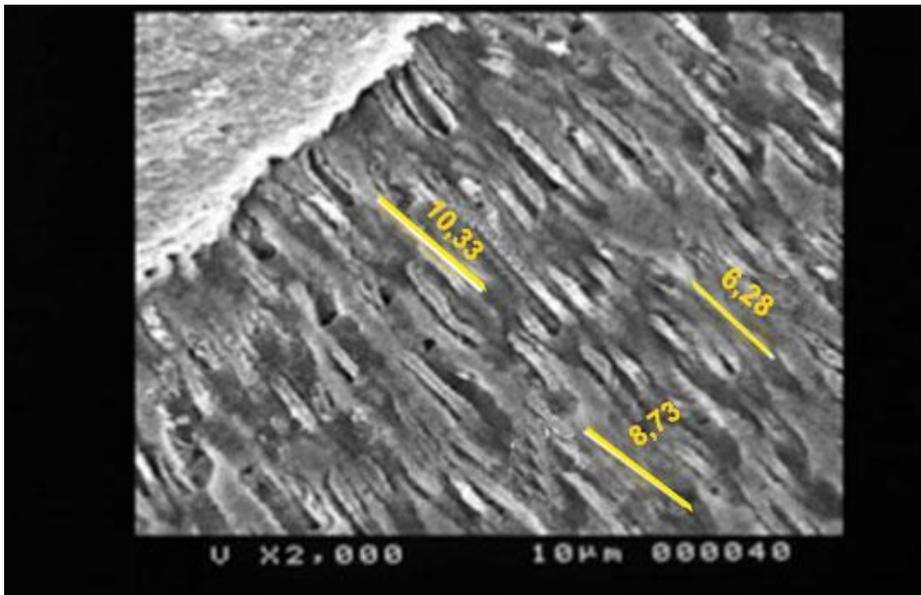
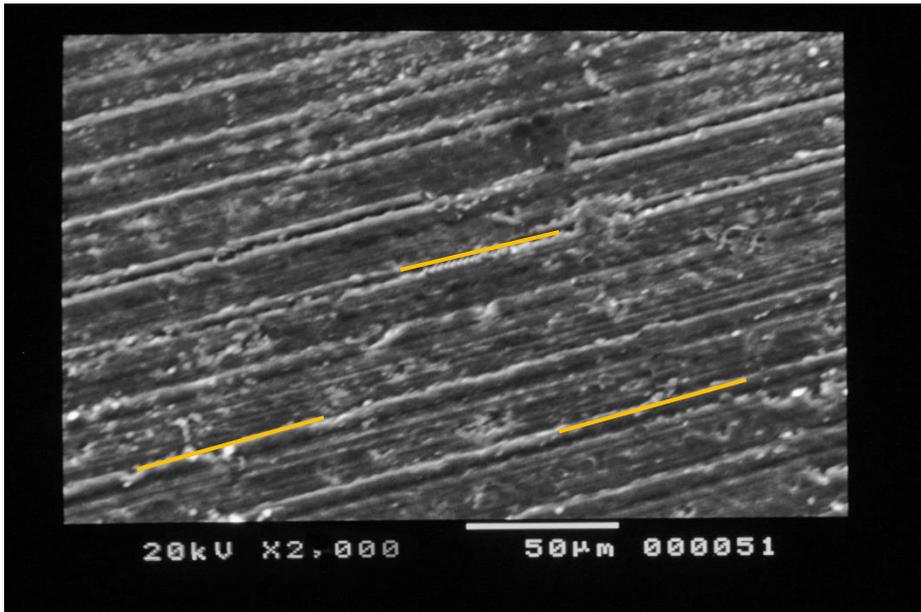
Grupo 2 Tercio apical





Grupo 2 tercio medio





Grupo 2 tercio coronal

