



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSGRADO

“COMPARACIÓN DE LA
PENETRACIÓN DE TRES SELLADORES
ENDODÓNTICOS EN LOS TÚBULOS
DENTINARIOS CON MICROSCOPIA
ELECTRÓNICA DE BARRIDO”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA CON
MENCIÓN EN ENDODONCIA

MARGARITA VEGA YSLACHIN

LIMA – PERÚ

2020

ASESORES DE TESIS:

Mg. Esp. CD. Zulema Velásquez Huamán

Asesora

Mg. Esp. CD. Carmen Rosa García Rupaya

Co - Asesora

JURADO DE TESIS

DRA. ALLISON KARINA CHAVEZ ALAYO

PRESIDENTE

MG. JUAN FELIPE HERNANDEZ AÑAÑOS

VOCAL

DRA. NATALIA HENOSTROZA QUINTANS

SECRETARIA

DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo constante, en especial
a mis padres ya que sin ellos nada de esto sería
posible, son lo más importante y siempre están
presentes para motivarme y continuar adelante.

AGRADECIMIENTO

- ❖ A mi hermano, por su apoyo constante e incondicional.

- ❖ A mis asesoras, Dra. Zulema Velásquez Huamán, Dra. Carmen Rosa García Rupaya por su ayuda permanente, cordialidad, paciencia y alentarme a continuar, cuando parecía que me iba a rendir en la culminación del presente trabajo.

- ❖ Al Departamento Académico de Clínica Estomatológica Facultad de Estomatología Universidad Peruana Cayetano Heredia, por su apoyo en la realización del presente trabajo.

- ❖ A la Dra. Dora Maurtua Torres, jefa de la unidad de Microbiología de LID de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

- ❖ Al personal del laboratorio de equipamiento especializado de post grado de la facultad de ciencias biológicas de la Universidad Mayor de San Marcos.

- ❖ A todas las personas que siempre estuvieron conmigo durante esta etapa, por su apoyo, ánimo y confianza, eternamente agradecida.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Tesis Autofinanciada

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN
ABSTRACT

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
II.1. Planteamiento del problema	3
III. MARCO TEÓRICO	5
IV. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	19
V. OBJETIVOS	20
V.1. Objetivo General	21
V.2. Objetivos Específicos	21
VI. METODOLOGÍA	22
VI.1. Diseño del estudio	22
VI.2. Muestra	22
VI.3. Criterios de selección	22
VI.3.1. Criterios de inclusión	22
VI.3.2. Criterios de exclusión	22
VI.4. Operacionalización de Variables	23
VI.5. Procedimientos y/o Técnicas	24
VI.6. Consideraciones éticas	29
VI.7. Plan de Análisis	29
VII. RESULTADOS	30
VIII. DISCUSIÓN	34
IX. CONCLUSIONES	39

	Pág.
X. RECOMENDACIONES	40
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
XII. ANEXOS	

RESUMEN

Objetivo Comparar *in vitro*, mediante el uso de microscopio electrónico de barrido la penetración de 3 selladores endodónticos: A base de resina epóxica AH Plus®, a base de polidimetilsiloxano Roekoseal® y a base de Hidróxido de Calcio, Apexit Plus® en los túbulos dentinarios a 3 y 7mm del ápice radicular con la técnica de compactación lateral en piezas premolares inferiores unirradiculares. **Materiales y Métodos:** Se prepararon 36 piezas dentarias, se dividieron en tres grupos de 12 piezas cada grupo y se obturó con 3 selladores diferentes, las piezas fueron cortadas transversalmente a 3 y 7mm del ápice radicular y luego preparados para ser observadas en el microscópico electrónico de barrido, se evaluaron la penetración de los selladores en los túbulos dentinarios. **Resultados:** Se utilizó la prueba de Anova para comparar los tres grupos y la Prueba de T de Student para comparar pares de grupos. Al comparar los tres grupos de selladores endodónticos se encontró mayor penetración con el sellador a base de polidimetilsiloxano - Roekoseal® a los 3mm. con diferencia estadísticamente significativa Prueba de Anova ($p=0.04$). Al comparar cada uno de selladores a 3mm y 7mm solo se encontró diferencias significativas ($p=0.04$) en AH Plus®, Roekoseal® mostró una penetración alta tanto a los 3mm y 7mm; y Apexit Plus® mostró mejor penetración a los 7mm sin embargo no es una diferencia significativa. **Conclusiones:** Los tres selladores estudiados mostraron penetración en los túbulos dentinarios. Presentando mejor resultado el sellador Roekoseal® los 3mm, y a los 7mm no hubo diferencia significativa entre los 3 selladores evaluados.

Palabras claves: Obturación del Conducto Radicular, Materiales de Obturación del Conducto Radicular, Adaptación Marginal Dental.

ABSTRACT

Objective: To compare in vitro, through the use of a scanning electron microscope, the penetration of 3 endodontics sealers: Based on epoxy resin AH Plus®, based on polydimethylsiloxane Roekoseal® and based on Calcium Hydroxide, Apexit Plus® in the dentinal tubules 3 and 7mm from the root apex with the lateral compaction technique in single-root inferior premolar pieces. **Materials and Methods:** 36 teeth were prepared, divided into three groups of 12 pieces each group and sealed with 3 different sealers, the pieces were cut transversely at 3 and 7mm from the root apex and then prepared to be observed in the electron microscope scanning, the penetration of the sealers into the dentinal tubules was evaluated. **Results:** Anova's test was used to compare the three groups and Student's T-test to compare group pairs. When comparing the three groups of endodontics sealers, greater penetration was found with the polydimethylsiloxane-based sealer Roekoseal® at 3mm. with statistically significant difference Anova test ($p = 0.04$). When comparing each of the sealers to 3mm and 7mm, only significant differences ($p = 0.04$) were found in AH Plus®, Roekoseal® showed a high penetration at both 3mm and 7mm; and Apexit Plus® showed better penetration at 7mm however it was not a significant difference. **Conclusions:** The three sealers studied showed penetration into the dentinal tubules. The Roekoseal® sealer presented the best result at 3mm, and at 7mm there was no significant difference between the 3 sealers evaluated.

Key words: Root Canal Obturation, Root Canal Filling Materials, Dental Marginal Adaptation.

I. INTRODUCCIÓN

La obturación de conductos radiculares se basa en el uso de conos semisólidos de gutapercha acompañados con un sellador endodóntico ya que los conos de gutapercha por sí solos, no sellan el sistema de conductos radiculares.¹

Los selladores endodónticos ocupan los espacios existentes entre los conos de gutapercha y las paredes del conducto radicular, penetrando en los conductos laterales, accesorios, y túbulos dentinarios por las propiedades físicas y químicas que poseen, favoreciendo así el sellado hermético.²

Los selladores endodónticos deben poseer buen escurrimiento, permitiendo así una mejor fluidez y penetración, tanto en los conductos radiculares y túbulos dentinarios. La penetración de los selladores endodónticos en túbulos dentinarios podría influenciar en la calidad del tratamiento, evitando filtraciones y favoreciendo el efecto antibacteriano ya que pueden impedir el crecimiento de cualquier bacteria residual dentro de los túbulos dentinarios y así prevenir la reinfección del conducto radicular.^{3,4}

En el mercado existen diversos tipos de selladores endodónticos, según su composición química tenemos: A base de óxido de Zinc-Eugenol, de resinas, de siliconas, de hidróxido de calcio, de ionómero de vidrio, entre otros, con el propósito de mejorar sus propiedades físicas. Sabiendo que actualmente no existe el sellador endodóntico ideal, se debe tratar de elegir el mejor, para ello debemos

conocer qué sellador endodóntico tiene mejor capacidad de penetración en el sistema de conductos y túbulos dentinarios.

El propósito del presente estudio fue comparar de la penetración de tres selladores endodónticos a nivel de los túbulos dentinarios en premolares inferiores uniradiculares utilizando microscopía electrónica de barrido.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. Planteamiento del Problema

El éxito del tratamiento de conductos se logra con un sellado tridimensional en la obturación, que se determinará por la penetración del sellador endodóntico en el sistema de conductos y en los túbulos dentinarios. Esto va depender de varios factores como la eliminación del barro dentinario, la permeabilidad dentinaria, el tamaño del conducto radicular, y otro factor muy importante como las propiedades químicas y físicas del sellador endodóntico (SE). (Anexo 1)

El SE en el tratamiento de conductos radiculares, es un aspecto que se debe tener en cuenta, sin embargo, se presta poca atención o se desconocen sus propiedades químicas y físicas mejoradas.⁵ Una de las propiedades de los selladores endodónticos que determina su penetración en el sistema de conductos y en los túbulos dentinarios es el escurrimiento, que va a influenciar en la fluidez. Es necesario conocer qué SE tiene mejor penetración, pero no existen muchos estudios que evalúen la penetración de los selladores endodónticos en los túbulos dentinarios.

No existe técnica de obturación de conductos que no use SE, por lo que es importante conocer y comparar la penetración de los selladores endodónticos con diferente composición química con el propósito de utilizar el adecuado, según sea el diagnóstico y el plan de tratamiento planteado y así contribuir con el éxito tanto para el paciente como para el profesional.⁶

Buscando así que SE penetrará mejor en el sistema de conductos, pero sobre todo

en los túbulos dentinarios nos planteamos la siguiente pregunta:

¿Cuál de los tres selladores endodónticos evaluados tendrá la mayor capacidad de penetración en los túbulos dentinarios a 3 y 7 mm del ápice radicular en piezas dentarias unirradiculares?

III. MARCO TEÓRICO

Los selladores endodónticos son sustancias inertes o terapéuticas que sirven de complemento en la obturación del conducto radicular, fijando y adhiriendo los conos de gutapercha entre sí y a las paredes dentinarias, eliminando espacios vacíos. El SE (Anexo1) junto con el material núcleo, que en muchos casos son los conos de gutapercha proporciona el sellado hermético fundamental para la zona apical, pudiendo ingresar en los conductos laterales, secundarios y accesorios del conducto radicular donde la gutapercha no logra ingresar.^{7,8}

Los selladores endodónticos deberían penetrar también en los túbulos dentinarios, considerándose un resultado deseable ya que aumenta la interfase entre las paredes dentinarias y la gutapercha, mejorando el sellado hermético.⁸ Una ventaja significativa de la penetración de los SE es el aislamiento de la fuente de nutrientes a las bacterias viables dentro de los túbulos dentinarios, favoreciendo sus efectos antibacterianos.^{3,9}

La profundidad de penetración del SE en los túbulos dentinarios puede verse afectada por diversos factores como la presencia del barro dentinario, la permeabilidad de la dentina, el diámetro de los túbulos dentinarios, las ramificaciones del conducto radicular y las propiedades físicas y químicas del SE.¹⁰

Características del sellador endodóntico ideal

Se han mencionado varias características o requisitos ideales que los selladores endodónticos deben poseer. Grossman¹⁴ menciona algunos requisitos que son los siguientes:

- Brindar buena adhesión entre la gutapercha y las paredes del conducto radicular.
- Producir un sellado hermético.
- Fácil de introducir en el conducto radicular.
- Tener tiempo de trabajo adecuado o de endurecimiento lento.
- Ser estéril o fácil de esterilizar antes de su colocación.
- Ser radiopaco.
- Poseer partículas finas de polvo para que se pueda mezclar con facilidad con su porción líquido.
- Poseer estabilidad dimensional al fraguar.
- No pigmentar la pieza dentaria.
- No sufrir corrosión.
- Ser bacteriostático, o bien no facilitar el crecimiento bacteriano.
- Debe de ser bien tolerado por los tejidos periapicales. (biocompatibilidad)
- Debe ser insoluble en fluidos bucales pero solubles ante un solvente para poder retirarlo en caso de requerirlo.

Además, Lioni¹⁵ menciona que el SE debe ser homogéneo al ser mezclado, para propiciar una mejor adhesividad, debe ser reabsorbible en caso de sobreobtusión, debe estimular la formación de tejido reparación, no debe ser citotóxico, mutagénico ni carcinogénico.

En la actualidad no existe un SE que cumpla con todos los requisitos antes mencionados. Debido a ello se han propuesto diversos selladores endodónticos con diferente composición química para tratar de mejorar sus propiedades. Los selladores endodónticos se pueden clasificar según su composición química y entre ellos tenemos:

Selladores endodónticos a base de Óxido de Zinc -Eugenol:

- Sellador de Grossman® (Star Dental, Sultan Chemists)
- Sellador de Wash® (Sultan)
- Rocanal™ 2 y 3 (la maison Dentaire)
- Tubli Seal™ (Sybron Kerr)
- N2® (Agsa)
- Endometasone® (Septobond)
- Endofill® (Maillefer-Dentsply)
- Roth 811 (Roth international, Chicago,IL,EE,UU), entre otros.

Selladores endodónticos a base de Silicona Polidimetilsiloxano:

- RSA Roekoseal® (Roeko. Coltene-Whaledent)
- Guttaflow® (Coltene-Whaledent)

Selladores endodónticos a base de Hidróxido de Calcio:

- Calciobiotic Root Canal Sealer o CRCS® (Hygienic)
- Vitapex® (Neo Dental Chemical Products)
- Apexit Plus® (Vivadent -Ivoclar)
- Sealapex® (Sybron/ Kerr) entre otros

Selladores endodónticos a base de Resinas:

- Resina Hidrófila: Hydron® (NDP Dental System), EndoREZ® (Ultradent)

- Resina Epóxica: AH plus® (Maillefer-Dentsply. Suiza), Topseal® (Maillefer-Dentsply), Adseal™ (Meta, Biomed).

Selladores endodónticos a base de Ionómero de Vidrio:

- Activ GP® (Brasseler), Ketac Endo™ (ESPE)

Selladores endodónticos a base de Agregado de Trióxido Mineral

- MTA Fillapex® (Angelus).

Selladores a base de Biocerámicos:

- iRoot SP® (Innovative BioCreamix Inc (IBC), Vancouver, Canadá)
- Endoseque Endosequence (BC Brasseler USA, Savannah, GA, EE.UU.)
- BioRoot RCS® (Septodont, Saint Maur des Fosses, France).¹⁶

A continuación, se describirán los selladores endodónticos que serán evaluados en el presente trabajo de investigación: AH Plus®, Roekoseal®, Apexit Plus®

Selladores Endodónticos a Base de Resina

Los selladores endodónticos a base de resinas, fueron creados en Europa con la finalidad de lograr un sellado estable en el interior de los conductos radiculares. La principal ventaja de éstos selladores endodónticos es la buena adhesión a la dentina, pero también presentan algunos inconvenientes como ser más radiopacos que la gutapercha, difícil de desobturar y puede provocar tinción en la pieza dentaria si en la composición posee plata.^{17, 18}

AH Plus® (Dentsply-Maillefer. Suiza) SE de dos componentes a base de resina amina-epóxica, de una composición diferente y mejorada comparada con su antecesor AH 26. El SE AH Plus®, no presenta liberación de ningún producto tóxico, permitiendo así ser biocompatible.^{19, 20}

AH Plus® posee las siguientes características:

Sellado de larga duración, buena estabilidad dimensional, buena adhesión a la dentina, excelente tolerante hística, buena fluidez, radiopacidad elevada, capacidad antimicrobiana.

AH Plus cuenta con una documentación científica excelente en múltiples estudios clínicos *in-Vitro*, y por ello es usado como SE estándar de oro en muchos estudios.^{16, 21}

Formas de presentación de AH Plus:

1. En tubos para mezcla manual en las pastas A y B.
2. En Jeringa de mezcla AH Plus Jet permitiendo un procedimiento más preciso y rápido.

Pasta A y Pasta B, compuesta por:

- 1.-Pasta A (Pasta Epóxica): Resina epóxica (Bis fenol A; Bis fenol B), Tungstenato de Calcio, Oxido de Zirconio, Sílice, Óxido de Hierro.
- 2.-Pasta B (Pasta Amina): Amino Adamantano, N, N-Dibenzyl 1-5-Oxanonano-diamina-1,9-TCD-diamina, Tungstenato de Calcio, Oxido de Zirconio, Sílice, Aceite de silicona.

AH Plus presenta un tiempo de trabajo de 4 horas, tiempo de fraguado 8 horas, fluidez de 36 mm, espesor de película 26 µm, contracción 1,76 %, solubilidad (después de 1 semana) 0,31 %, muestran una marcada expansión inicial del 4-5%, y luego mantienen una estabilidad pasando las 4 semanas. AH Plus® no tiene actividad carcinogénica, no libera formaldehído.^{16, 21,22}

AH Plus cumple con la mayoría de los postulados de Grossman, las propiedades como el sellado, adhesión, fluidez y capacidad antimicrobiana, son algunas de las características que quizás más nos interesan de estos selladores endodónticos.²³

Los selladores endodónticos a base de resina muestran una penetración más profunda en los túbulos dentinarios y puede deberse a sus propiedades físicas tales como fluidez, solubilidad, viscosidad, composición química, tiempo de trabajo y fraguado.^{24,25}

Rahimi et al. mencionan que los selladores endodónticos a base de resina tienen una fluidez adecuada y una penetración más profunda en los túbulos dentinarios, debido a su espesor de película delgada y más cuando se utiliza la técnica de compactación lateral.²⁶

Díaz de Leon refiere que AH Plus tiene una fluidez de 24 mm, siendo la fluidez mínima requerida por la Norma ISO 6876 es de 20mm y según el fabricante tiene una fluidez de 36mm.²⁷ Siqueira et al. en sus estudios refieren que AH Plus posee mayores valores de fluidez comparados con otros selladores endodónticos a base de óxido de Zinc y eugenol (sellador de Grossman) y resina (ThermaSeal).²⁸

Balguerie et al. refieren que los selladores endodónticos a base de resina epóxica como el AH Plus muestran una mayor adhesión a la dentina y a la gutapercha. Mencionan que sus propiedades de adhesión, buena penetración y adaptación de AH Plus tiene efectos positivos:

- 1.- El buen sellado debido a la mayor superficie de contacto entre el SE y la dentina.

2.- El efecto antimicrobiano, ya que bloquea a los microorganismos residuales en los túbulos dentinarios.²⁹

Leonardo et al. en su estudio realizado *in vitro* observaron que AH Plus inhibió el crecimiento bacteriano con una respuesta tisular satisfactoria en dientes de perros con lesiones periapicales ya que conducía a la reparación periapical.³⁰

Selladores Endodónticos a Base de Silicona

Los selladores Endodónticos a base de silicona se introdujeron en la década 80. Lee Endo Fill® fue el primer SE a base de silicona. Entre las propiedades que permitieron incluirlo como SE fueron la fluidez, biocompatibilidad y adhesión a la dentina.¹⁹

RoekoSeal. RSA® (Coltene- Whaledent. Alemania). Fue introducido en el mercado en el 2002. SE a base de una silicona por adición (Polidimetilsiloxano), aceite de silicona, parafina, dióxido de circonio y hexacloroplatínico como agente catalizador ácido. Es más estable dimensionalmente.

La forma de presentación de Roekoseal RSA® puede ser: En dos tubos, para ser utilizado mediante jeringa con punta mezcladora para así garantizar una mezcla uniforme, automix (Jeringa dispensadora) y la otra forma de presentación es en Single Dose (sobres con dosis única).³¹ RSA® uni dosis consta de dos componentes A+B, se puede manipular fácilmente en proporción 1:1.

Tiempo de trabajo de Roekoseal® es entre 15 -30 minutos. El fraguado alcanza después de 45 a 50 minutos.^{19,31}

Se debe tener presente que el calor disminuye el tiempo de trabajo de Roekoseal® por lo que, cuando se utiliza en técnicas de obturación termoplastificada, el tiempo de trabajo se reduce e incluso puede endurecer de forma inmediata. El fabricante recomienda usar Roekoseal® en sistema de obturación de gutapercha en frío.³¹⁻³³

Características de Roekoseal RSA®:

Su composición no incluye eugenol favoreciendo así la adhesión, es radiopaco gracias al sulfato de bario, no es soluble, es biocompatible, posee alta fluidez, permitiendo con facilidad el relleno de conductos laterales y túbulos dentinarios. Debido al tamaño reducido de su granulometría (menor a 0,9 µm), tiene gran hermeticidad, es bien tolerado por los tejidos.^{19,31}

El espesor de película es muy delgado de 5 µm que permite un fluido sencillo en los espacios más pequeños y en los túbulos dentinarios. Roekoseal® también posee características tixotrópicas, por lo que disminuye la viscosidad al estar sometido a presión, haciendo que el SE pueda penetrar hasta en los conductos más pequeños, logrando una buena distribución en el sistema de conductos radiculares.^{31,34}

RoekoSeal® tiene mínima solubilidad. Diferentes mediciones realizadas según la norma ISO 6876 refieren que tiene una solubilidad del 0% - 0,05%, siendo lo permitido hasta 3%, logrando así una obturación de conductos compacta y con alta estabilidad dimensional. Roekoseal® al contrario de otros selladores endodónticos sufre cierta dilatación de 0.2% es decir se expande ligeramente, en las primeras cuatro semanas y posteriormente se mantiene estable, produciendo así un buen sellado.³¹

RSA® no forma ninguna unión química con la dentina, lo que es favorable al ser necesaria la revisión de la obturación. Los selladores endodónticos a base de silicona proporcionan un buen sellado apical.³⁵

Las desventajas RSA® es que carece de un efecto antibacteriano y no se reabsorbe.^{31, 36,37}

Selladores Endodónticos a Base de Hidróxido de Calcio

Se crearon con el propósito de incorporar las buenas propiedades biológicas del hidróxido de calcio. Evitando la rápida reabsorción de esta sustancia en el periápice y en el interior del conducto.¹⁹

El hidróxido de calcio como SE mantiene la salud o promueve la curación en los tejidos periapicales y brinda efectos antimicrobianos. El hidróxido de calcio se difunde a través de los túbulos dentinarios y puede comunicarse con el espacio del ligamento periodontal para detener la reabsorción radicular externa y acelerar la curación.³⁸

El pH alcalino del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ neutraliza el ácido láctico de los osteoclastos y evita la disolución de componentes mineralizados de los dientes. Este pH también activa la fosfatasa alcalina que juega un papel importante en la formación de tejido duro.³⁹

Apexit Plus ® (Vivadent-Ivoclar. Schaan. Liechtenstein)

Utilizado desde 1990, se presenta en una forma de suministro más cómoda, una versión mejorada y tiene una fórmula más hidrófila comparada a Apexit®.

Apexit Plus®, es un SE bicomponente autopolimerizable basado en $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y salicilato que fragua por la formación de complejos. Para esta formación de complejos se necesitan los tres componentes: Hidróxido de Calcio, salicilato y agua.

Altas temperaturas y la humedad relativa en el conducto durante el fraguado aceleran la reacción.⁴⁰

Composición de Apexit Plus®:

Base: Hidróxido de calcio / Óxido de calcio 36.9%, colofonia hidratada 54.0%, rellenos y otras materias auxiliares (dióxido de silicio altamente disperso éster alquil de ácido fosfórico) 9.1 %.

Activador: Disalicilato 47.6%, Óxido de Bismuto /Carbonato de Bismuto 36.4%, rellenos y materias auxiliares (Dióxido de Silicio altamente disperso éster alquil de ácido fosfórico).

Apexit Plus® presenta una fluidez de 24 mm, tiempo de trabajo 3H, tiempo de fraguado 2:15 H a 37 °C, $\geq 95\%$ humedad relativa, espesor de película:11 μm , cambio dimensional después del fraguado + 0.4%, solubilidad en agua 0.4 - 0.6%.⁴⁰

Existen estudios que refieren una contracción del 0.2%.⁴¹

Según las especificaciones de la organización de estándar internacional (ISO) 6876:2001, los selladores endodónticos deben presentar propiedades físicas adecuadas, entre las cuales menciona: Fluidez, tiempo de trabajo, tiempo de fraguado, espesor de película, cambio dimensional, solubilidad y radiopacidad. (Anexo 2) Entre estas propiedades la fluidez y el bajo espesor de película permiten que el SE ingrese en los conductos laterales, accesorios y túbulos dentinarios y en el punto 7.2 de la normativa refiere que la fluidez del SE debe ser mínimo 20mm y en el punto 7.5 refiere que el espesor de película debe ser máximo de 50 μm .²⁷

Ostravik et al. con respecto al espesor de película del SE, refieren que es la habilidad del material para adaptarse a la geometría de las paredes del conducto. Cuando

menor es el espesor de la película, mejor es la penetración del material en las irregularidades del conducto.⁴¹

Cuando hablamos de penetración de los selladores endodónticos tenemos que mencionar el término escurrimiento, que Powers et al. refieren que es un requisito deseable en los selladores endodónticos y lo definen como la capacidad del SE de penetrar en los conductos accesorios, laterales, y túbulos dentinarios.⁴²

Weissman refiere que los SE deben poseer la propiedad de escurrimiento, permitiendo así ocupar los espacios dejados por la gutapercha, y lo define como el movimiento de un fluido por la acción de su propio peso, teniendo así la capacidad de adherirse en los espacios que dejan la gutapercha y penetrar en las irregularidades de los conductos.⁴³

Weissman evaluó el grado de escurrimiento de los varios selladores endodónticos, demostrando que el SE Procosol® a base de óxido de zinc y eugenol, tenía una velocidad de escurrimiento menor 0.36mm/seg. debido al tamaño de las partículas del SE. Entonces cuanto menor es el tamaño de las partículas de los selladores endodónticos mayor es el grado de escurrimiento y mayor fluidez, refiriendo que hay relación entre el espesor de la película y el grado de fluidez del sellador endodóntico.⁴³

Duarte et al. refieren que la fluidez de los selladores endodónticos puede determinar cuán efectivamente se obturan los conductos accesorios y espacios vacíos entre el cono maestro y conos accesorios. Mientras que la capacidad de fluidez adecuada permite el llenado de irregularidades del sistema de conductos y tubulos dentinarios, una alta fluidez puede provocar extrusión apical, lo que puede provocar lesiones en los tejidos periapicales debido a la citotoxicidad de los selladores

principalmente en la etapa inicial de fraguado.⁴⁴ La organización internacional de normalización ISO 6876 2001 refiere que la fluidez del SE debe ser mínimo 20mm.²⁷

White et al. mencionan que la penetración del SE brinda un aumento de la interfase entre el material de relleno y la dentina, pudiendo así influir en la capacidad de sellado en la obturación de conductos.⁴⁵

Sen et al. en su estudio *in vitro* demostraron que hay una relación inversa entre la profundidad de penetración de los selladores endodónticos y las filtraciones, aunque la correlación encontrada no fue estadísticamente significativa. Concluyeron que la penetración de los SE es un factor importante para proporcionar un sellado y resistencia a la filtración.⁴⁶

Tezelli. evaluó *in vitro* la penetración en los túbulos dentinarios y la permeabilidad de selladores endodónticos sometidos a la contaminación por *Enterococcus faecalis*. Los selladores endodónticos estudiados fueron AH Plus[®], Endo CPM sealer[®], Endorez[®] y N-Rickert[®] mediante microscopía electrónica de barrido. El SE CPM sealer[®] y N- Rickert[®] presentaron contaminación a los 16 días de los 30 días que duró el estudio. El SE EndoRez obtuvo menor penetración de *Enterococcus faecalis*, seguido de N-Rickert. Los selladores AH Plus y Endo CPM sealer fueron semejantes y no obtuvieron el mejor resultado con respecto a la penetración de los selladores en los túbulos dentinarios. Sin embargo, Endorez y AH Plus pudieron evitar el paso del *Enterococcus faecalis* lo que sugiere un buen sellado.⁴⁷

Kont et al. evaluaron la capacidad de sellado de cuatro selladores endodónticos en combinación con la técnica de condensación lateral, luego de 21 días de obturación, Roekoseal obtuvo mejores resultados que los selladores AH Plus (resina), Ketac

Endo (Ionómero vidrio) y Sultan (óxido de zinc-eugenol), siendo éste último el de mayor filtración.⁴⁸

Balguerie et al. evaluaron la profundidad de penetración y adaptación en los túbulos dentinarios de cinco selladores endodónticos: Endobtur, AH Plus, Acroseal, Ketac-Endo, Roekoseal, a nivel de los tercios apical, medio y coronal de la raíz. Obteniendo los mejores resultados tanto en penetración y adaptación en los túbulos dentinarios para el sellador endodóntico AH Plus[®], seguido de Acroseal[®], ambos selladores endodónticos a base de resina epóxica.²⁹

Ordinola et al. evaluaron el porcentaje de profundidad de penetración del SE en los túbulos dentinarios con la técnica de obturación compactación lateral y los selladores endodónticos: Sealer 26[®], GuttaFlow[®] y Sealapex[®] a 3 y 5 mm del ápice radicular y los resultados mostraron una mayor profundidad de penetración con diferencia significativa cuando se comparó Sealapex[®] y Guttaflow[®] y sin diferencia significativa entre Guttaflow[®] y sealer 26[®].⁴⁹

Túbulos dentinarios

Son conductos o estructuras cilíndricas delgadas que se extiende por todo el espesor de la dentina desde la cámara pulpar hasta el límite amelo-dentinario o cemento dentina. En el interior de los túbulos se encuentran los dentinoblastos, fibras colágenas, fibras nerviosas amielínicas y un fluido dentinario procedente de la pulpa.

Morfología de los túbulos dentinarios

Los túbulos dentinarios a nivel coronario siguen un trayecto doblemente curvo, semejante a una S itálica; la curvatura más externa de la S es de convexidad

coronaria y la curva más interna de convexidad apical. A nivel de las cúspides o borde incisal, el trayecto es prácticamente recto.⁵⁰

La curvatura en S es menos acentuada a nivel en la dentina radicular de convexidad apical y aún menos pronunciada en el tercio cervical radicular, a nivel del ápice radicular es prácticamente recto. El diámetro de los túbulos dentinarios se encuentra entre 0,8 micrones en zona la dentina cercana al límite amelo-dentinario y de 2,5 μ a 5 μ en la proximidad de la pulpa o dentina circumpulpar.^{50, 51}

La cantidad y tamaño de los túbulos dentinarios pueden variar de acuerdo a la zona de ubicación en la pieza dentaria y la edad del paciente. Es así que en la zona o límite amelo-dentinario la cantidad de túbulos dentinarios es entre 15 000 por mm², en la zona del tercio medio puede haber 45 000 túbulos dentinarios por mm² y en la zona de dentina alrededor de la pulpa puede haber de 65 000 túbulos dentinarios por mm². En la zona media radicular la cantidad de túbulos dentinarios es entre 32000 y 39000 por mm² y en la zona del ápice radicular es entre 8 000 y 10 000 túbulos dentinarios por mm².^{19,51}

Carrigan et al. evaluaron los túbulos dentinarios con microscopio electrónico de barrido en piezas de sujetos de diferentes edades. Los resultados del estudio muestran una disminución en el número de túbulos dentinarios con el aumento de la edad. Los hallazgos fueron estadísticamente significativos. Éstos resultados demostrarían el aumento de la sensibilidad y el incremento de la penetración bacteriana y filtración en la dentina coronaria, en comparación con la dentina apical.⁵²

IV. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación es de importancia teórica ya que contribuirá con el conocimiento de que selladores endodónticos tiene mejor capacidad de penetración en las irregularidades del conducto radicular y en los túbulos dentinarios. Y actualmente son muy pocos los trabajos de investigación que evalúan penetración de selladores endodónticos a nivel de los túbulos dentinarios.

Desde el punto de vista clínico, es importante ya que permitirá hacer la mejor selección del SE, ya que éstos tienen un rol importante en el éxito del tratamiento de conductos, ayuda a aumentar la interfaz entre el SE y la dentina mejorando así la capacidad de sellado, inactivando cualquier bacteria residual, para prevenir una posible repoblación microbiana del conducto radicular.

También será importante por la metodología, ya que se observará y medirá la penetración de tres selladores endodónticos de diferentes composiciones químicas en los túbulos dentinarios utilizando el microscopio electrónico de barrido por ser uno de los más confiables, con la finalidad de que el resultado final contribuya a elegir el SE apropiado para nuestro tratamiento.

Esta investigación también es importante porque podría permitir generar una línea de investigación que utilizará el microscopio electrónico de barrido para evaluar la penetración de otros tipos de selladores endodónticos.

V. OBJETIVOS

V.1. Objetivo General:

Comparar *in vitro*, mediante el uso de microscopio electrónico de barrido la penetración en micrómetros de 3 selladores endodónticos a base de resina epóxica, polidimetilsiloxano e Hidróxido de Calcio.

V.2. Objetivos Específicos:

1. Determinar la penetración en micrómetros del sellador endodóntico a base de Resina: AH Plus® mediante el uso del microscopio electrónico de barrido a 3mm y 7mm del ápice radicular.
2. Determinar la penetración en micrómetros del sellador endodóntico a base de Polidimetilsiloxano: Roekoseal® mediante el uso del microscopio electrónico de barrido a 3mm y 7mm. del ápice radicular.
3. Determinar la penetración en micrómetros del sellador endodóntico a base de Hidróxido de Calcio: Apexit Plus® mediante el uso del microscopio electrónico de barrido a 3mm y 7mm. del ápice radicular.

Hipótesis

El sellador endodóntico a base resina logrará mayor penetración en los túbulos dentinarios a 3 y 7mm del ápice radicular comparado con los selladores endodónticos a base de polidimetilsiloxano e Hidróxido de Calcio en piezas premolares inferiores unirradiculares.

VI. METODOLOGÍA

VI.1. Diseño del Estudio

Fue experimental *in vitro*.

VI.2. Muestra

Se realizó una prueba piloto previa con 3 piezas dentarias unirradiculares por cada sellador endodóntico utilizado. Se aplicó la fórmula de comparación de medias. (Anexo 3) Resultando el tamaño muestral final para la investigación de 11 piezas dentarias para cada grupo de sellador endodóntico, sin embargo, en el presente estudio se utilizó 12 piezas dentarias por cada grupo.

VI.3. Criterios de Selección

VI.3.1. Criterios de Inclusión.

- Dientes humanos unirradiculares.
- Dientes con conducto completamente desarrollado.
- Dientes de clase I según la clasificación de sistemas de conductos de Zidell.⁵³ (Anexo 4)
- Dientes con una longitud adecuada, que una vez decoronados quede un mínimo de 15mm de largo radicular.

VI.3.2. Criterio de Exclusión.

- Dientes con fracturas coronarias y/o radicales.
- Dientes con tratamiento endodóntico previo.
- Dientes con conductos calcificados y/o atrésicos.
- Dientes con curvaturas moderadas o severas.
- Dientes con reabsorciones radicales.

- Dientes con ápices inmaduros.

VI.4. Operacionalización de Variables

Variable Independiente: Selladores Endodónticos

Sellador endodóntico, son sustancias inertes o terapéuticas que complementan la obturación de conductos, adhiriendo los conos de gutapercha entre si y a las paredes dentinarias sellando apicalmente y los espacios vacíos existentes, conductos accesorios y laterales del sistema de conductos donde la gutapercha no logra ingresar.⁷ Su principal función es evitar filtración entre la interfase gutapercha – pared dentinaria del conducto radicular.

Variable cualitativa nominal, politómica. Implica 3 selladores endodónticos:

- A base de Resina epóxica: AH Plus[®] (Maillefer-Dentsply).
- A base de Polidimetilsiloxano; RoekoSeal[®] (Coltene-Whaledent).
- A base de Hidróxido de calico: Apexit Plus[®] (Vivadent-Ivoclar).

Variable Dependiente:

Penetración de los selladores endodónticos: Es la longitud expresada en micrómetros que penetrará el sellador endodóntico en los túbulos dentinarios.

Variable cuantitativa continua que indica la profundidad de penetración de los SE en los túbulos dentinarios, medida desde la pared del conducto hasta la profundidad de penetración más distante en dirección a la superficie externa radicular del sellador endodóntico en el túbulo dentinario, observada en el microscopio electrónico de barrido.

Covariable

Tercios radiculares, variable cualitativa nominal dicotómica. Túbulos dentinarios de la zona apical y media de la raíz a 3 y 7mm respectivamente, para la observación en el microscopio electrónico de barrido.

VI.5. Procedimientos y/o Técnicas

Validación del equipo y calibración

El microscopio electrónico de barrido modelo Inspect S50, Marca FEI del laboratorio de equipamiento especializado de posgrado de la facultad de ciencias biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos se encuentra validado con los estándares y certificaciones requeridas. (Anexo 5)

Se realizó un estudio piloto para estandarizar los tiempos de trabajo, la proporción y el volumen de los materiales a usar en el presente estudio de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Recolección y selección de los especímenes

La recolección y selección de los especímenes se realizó con las piezas dentarias premolares unirradiculares extraídas por motivos terapéuticos de la clínica Unyon que fueron donadas para el presente estudio.

Las piezas dentarias se colocaron en un frasco que contenía una solución de hipoclorito de sodio al 1% por cuatro horas.⁵⁴ Para remover cualquier resto existente de tejido blando de la superficie radicular, también se retiró cuidadosamente con raspadores manuales los cálculos o remanentes de tejido blando. Posteriormente las piezas dentarias fueron conservadas en frascos que contenían solución salina a temperatura ambiente hasta el momento de su uso.⁴⁹

Se tomaron radiografías periapicales a las piezas dentarias seleccionadas en sentido vestibulo lingual y proximal para confirmar la presencia de un solo conducto y se cumplan con los criterios de selección para el presente estudio.

Preparación de los especímenes

La secuencia de procedimiento fue la siguiente:

Se cortaron las porciones coroneales de las piezas dentarias a nivel unión cemento esmalte con un disco de carborundum (Dentorium) de diámetro 22,2x0.6mm con un motor de baja velocidad Lynx (USA). La longitud de la pieza dentaria fue estandarizada a 15mm. Una lima K número 10 (Maillefer-Dentsply) fue introducido en el conducto radicular hasta que la punta sea visible en el foramen apical. A esta medida se disminuyó 1mm para obtener la longitud de trabajo, que fue 14mm.

Se procedió a realizar las tomas con el Radiovisiografo (RVG), se realizó la conductometría correspondiente con una lima K número 20 (Maillefer-Dentsply. Ballaigues. Suiza).

Preparación Biomecánica

La Preparación Biomecánica se realizó con limas rotatorias Níquel Titanio del sistema Mtwo® (VDW. Munich-Germany) según las recomendaciones del fabricante, se instrumentó hasta una lima 40.04 Mtwo y se terminó con una lima manual número 45 a la longitud de trabajo de 14mm. Se utilizó cada instrumento rotatorio para 5 piezas dentarias y se realizó 10 preparaciones biomecánicas dentarias por día para evitar la fatiga del operador.

Los procedimientos de irrigación se realizaron usando agujas NavITip. con 2 ml de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2,5% para cada instrumento utilizado.

Finalizada la preparación biomecánica una lima K número 15 fue extruida

nuevamente a través del foramen apical para tener la seguridad de no haber obstruido el conducto radicular.

La irrigación final en los conductos radiculares fue realizó con 3 ml de EDTA al 17% (Biodinámica Química, Brasil) por 3 min, seguido de 3 ml de NaOCl al 2,5% para remover el barrillo dentinario.^{29,55,56} (Anexo 6)

División de los Grupos

Los especímenes se dividieron en 3 grupos de 12 piezas dentarias cada grupo para ser obturados con 3 selladores endodónticos diferentes: El primer grupo se obturó con SE AH Plus[®] (Maillefer-Dentsply), el segundo grupo con SE Roekoseal[®] (Coltene- Whaledent), y el tercer grupo con SE Apexit plus[®] (Vivadent-Ivoclar).

Para el grupo del SE Roekoseal[®], se adicionó a la irrigación final 3 ml de alcohol etílico al 95% siguiendo las instrucciones del fabricante.^{31, 49}

Se preparó 2 piezas dentarias que sirvieron para el control negativo, a los cuales no se realizó la obturación de conductos.

A continuación, se secaron los conductos radiculares con conos de papel estériles estandarizados (Endomedic.Corea), probados y ajustados a la longitud trabajo.

Obturación de los Conductos

Los selladores endodónticos se mezclaron de acuerdo con las especificaciones recomendadas por cada fabricante. Al igual que en el procedimiento de preparación biomecánica, sólo se realizó la obturación de conductos de 6 piezas dentarias por día para evitar la fatiga del investigador. La obturación de conductos se realizó con la técnica de compactación lateral con el uso de gutapercha estandarizada y los selladores endodónticos respectivos.

La aplicación del SE se realizó con un cono maestro de gutapercha estandarizado # 45 de .02 de *taper*, (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Suiza) para la compactación lateral se utilizó un espaciador digital tamaño B (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Suiza) ingresando a 1-2 mm corto de la longitud de trabajo, y se utilizó conos accesorios de gutapercha número 20 de .02 de *taper*. El exceso de gutapercha se eliminó mediante el uso de un instrumento caliente y se realizó la compactación vertical correspondiente, la parte coronal del conducto fue sellado con el cemento Coltosol® F (Coltene- Whaledent) con una profundidad de 4mm.

Cada espécimen se colocó en un tubo de ensayo respectivo, previamente codificado por cada grupo de SE y contenían solución salina. Luego fueron llevados a una incubadora del laboratorio de microbiología de la UPCH, por 2 semanas a 37°C a 100% de humedad, para el completo fraguado de los selladores endodónticos.^{28, 49,55,57,58} (Anexo 7)

Seccionamiento y medición de las muestras

Los especímenes se cortaron transversalmente a 3 y 7 mm del ápice radicular (Anexo 8), con un disco de carborundum (Dentorium) de diámetro 22,2x 0.6mm, con un motor de baja velocidad Lynx EE.UU. con un enfriamiento constante de agua a 5°C para evitar el calor por fricción.⁴⁹

Para eliminar todos los restos (in) orgánicos, producidos durante el corte, se limpiaron todas las muestras con un baño de EDTA al 17% durante dos minutos. y luego NaOCl al 3% por dos minutos.^{29,58} Los especímenes se dejaron a temperatura ambiente para permitir su secado por un tiempo de 12 horas.

Procesamiento de las muestras

Se realizó en el laboratorio de equipamiento especializado de post grado de la facultad de ciencias biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Los especímenes fueron llevados para completar el proceso de secado por 1 hora (Beltec Scientific PH – 050A) (Anexo 9) seguidamente fueron colocados en unos pequeños discos debidamente codificados por cada grupo de SE. Inmediatamente se colocaron en la máquina al vacío (SPI®- module Sputter Coater), para su recubrimiento de oro respectivo durante 4 minutos. (Anexo 10) Así los especímenes ya estaban listos para ser llevados para su observación y medición en el microscopio electrónico de barrido MEB (Inspect S50, Marca FEI). (Anexo 11)

Se observó primero una vista panorámica de cada espécimen para poder dividirlo en cuadrantes (4), se escogió aleatoriamente el cuadrante donde se buscaría la mayor penetración del SE en los túbulos dentinarios y hacer la medición correspondiente. (Anexo12)

A un aumento de 1000x se ubicó primero la pared del conducto radicular y a 1500x se midió la profundidad de máxima penetración del sellador endodóntico dentro de los túbulos dentinarios, teniendo dos puntos de referencia, el primero fue la pared del conducto radicular y el segundo la penetración más distante en dirección a la superficie externa radicular, estas medidas fueron tomadas de forma lineal y expresadas en micrómetros, utilizando la herramienta de medición del software XT Microscope control. Se tomó la microfotografía correspondiente a 1 500x para su medición y a 15 000x para su corroboración. (Anexo 13)

Un solo operador calificado de la UNMSM observó y realizó las mediciones de todos los especímenes. Las medidas de la máxima penetración de cada SE a 3 y

7mm del ápice radicular se anotaron en una ficha de recolección de datos.

(Anexo 14)

VI.6. Consideraciones éticas

Las piezas dentarias utilizadas para el presente estudio fueron donadas por la clínica dental Unyon. Las piezas dentarias fueron extraídas por motivos ajenos a la presente investigación.

El proyecto fue presentado al comité institucional de ética (CIE) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia para su revisión y aprobación.

VI.7. Plan de análisis

Primero se elaboró una base de datos en el programa Microsoft office Excel que era un diccionario de variables que presentaba lo siguiente codificación: “Pieza dentaria” (representado en números enteros) “sellador” 1 (AH Plus), 2 (Roekoseal) y 3 (Apexit Plus) que correspondía al tipo de sellador utilizado y “3mm y 7mm” (representado en números enteros). Esta base de datos fue procesada con el programa estadístico stata versión 11.

Se elaboró y realizó una estadística descriptiva para determinar los valores de media y desviación estándar de la penetración de cada uno de los selladores endodónticos en los túbulos dentinarios.

Se analizaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de la variable dependiente. El valor p se establecerá en .05.

Se utilizó la prueba de Anova para la comparación de todos los grupos de selladores y la prueba de T de Student, para determinar si hay diferencia significativa comparando los 3 selladores entre sí.

VII. RESULTADOS

El análisis descriptivo del total de las muestras estuvo conformado por 72 especímenes, correspondiente de 36 piezas dentarias pertenecientes a 3 grupos de 12 piezas por cada SE, observados con MEB a nivel de 3 y 7mm. del ápice radicular.

Cuando se evaluó los tres selladores endodónticos a los 3 mm se encontró que:

El sellador endodóntico (1) AH Plus® tiene una media de 127.14 y (D. E=54.55), (2) Roekoseal® tiene una media de 179.22 y (D. E=43.71) y (3) Apexit Plus® tiene una media de 132.61 y (D. E=59.24). (Tabla N° 1)

Al analizar los tres SE a los 7mm se encontró lo siguiente: El sellador endodóntico (1) AH Plus® tiene una media de 173.05 y (D.E = 48.37), el sellador endodóntico (2) Roekoseal® tiene una media de 186.28 y (D. E =71.8), y el sellador endodóntico (3) Apexit Plus® tiene una media de 155.40 y (D.E= 60.29). (Tabla N° 1)

Comparando los tres SE solo se encontró diferencia significativa en el sellador endodóntico (2) Roekoseal® a los 3 mm ($p= 0.04$) y cuando se evaluaron los selladores por separado se encontró diferencia significativa en el sellador endodóntico (1) AH Plus® a los 3mm y 7mm. ($p= 0.04$). (Tabla N°1)

Se realizó un “box plot” encontrándose que para Roekoseal®, la mediana y el valor mínimo fue mayor que para los otros dos SE, con tendencia a tener valores más altos de penetración en ambas mediciones de 3 y 7mm. (Gráfico 1, Gráfico 2)

Tabla N° 1

Comparación de la penetración (μm) de tres selladores endodónticos en los
túbulos dentinarios con microscopia electrónica de barrido

Selladores	3mm		7mm	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
AH Plus (1)	127.14	± 54.55	173.05**	± 48.37
Roekoseal (2)	179.22*	± 43.71	186.28	± 71.80
Apexit Plus (3)	132.61	± 59.24	155.40	± 60.29

*Prueba de Anova ($p=0.04$).

**Prueba de T de Student ($p=0.04$).

Gráfico N° 1

**PENETRACIÓN DE TRES SELLADORES
ENDODÓNTICOS EN LOS TÚBULOS DENTINARIOS A 3MM DEL ÁPICE**

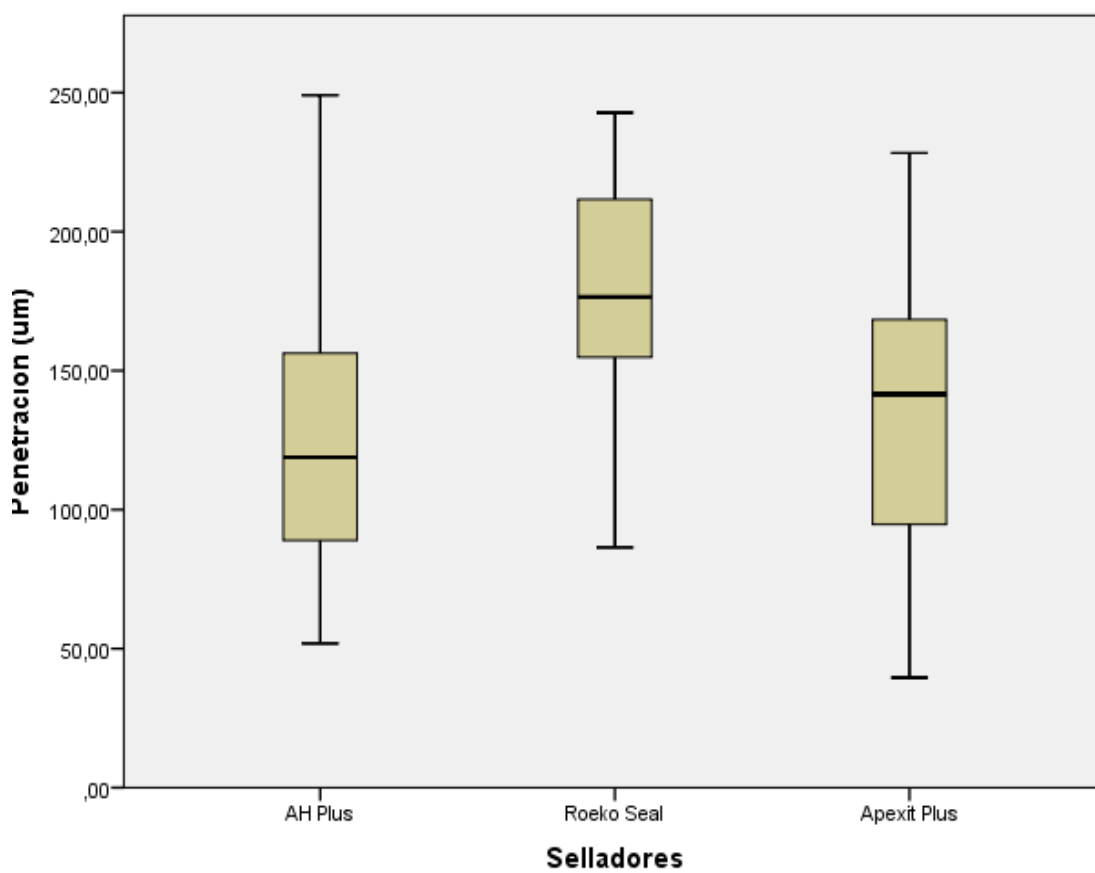
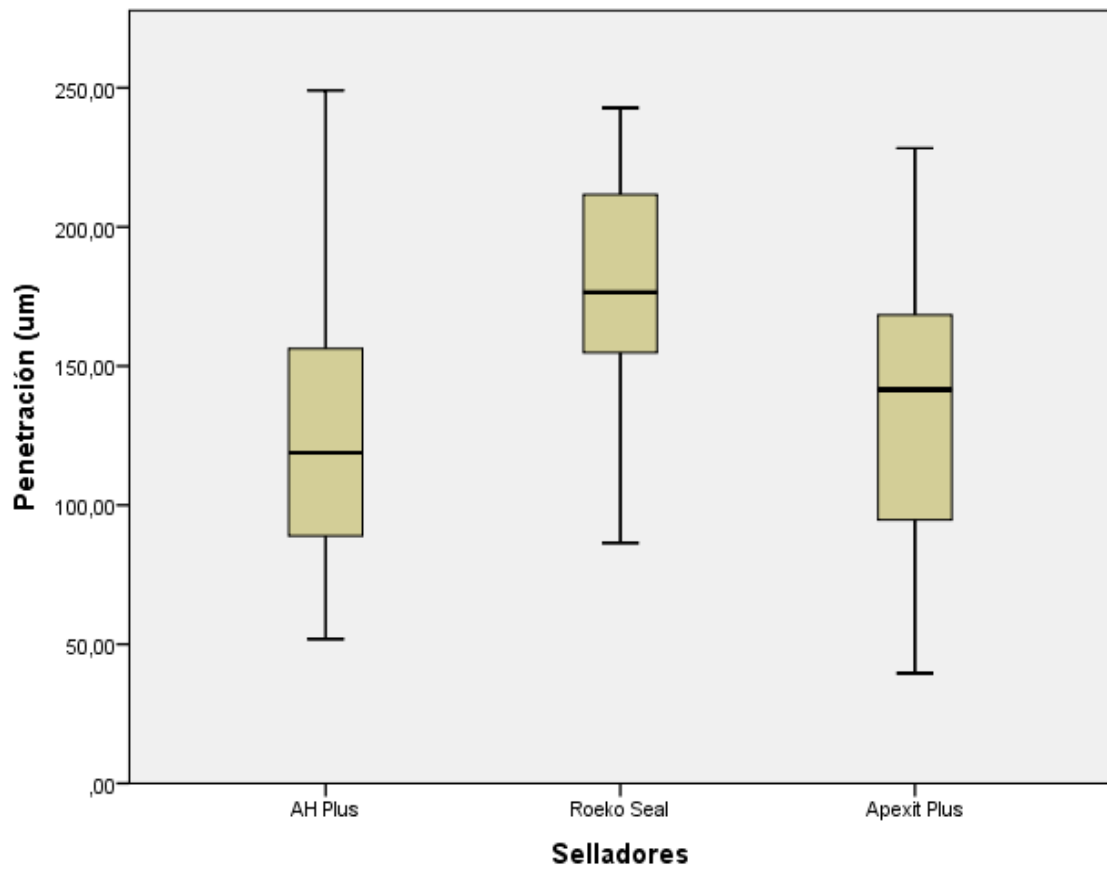


Gráfico N° 2

PENETRACIÓN DE TRES SELLADORES

ENDODÓNTICOS EN LOS TÚBULOS DENTINARIOS A 7 MM DEL ÁPICE



VIII. DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó la comparación de la penetración de tres selladores endodónticos en los túbulos dentinarios, debido a su importancia en el sellado hermético tridimensional, fundamental para el éxito del tratamiento endodóntico.

Se utilizó el método de microscopia electrónica de barrido por ser uno de los instrumentos principales, confiables y podría describir mejor la imagen de los selladores endodónticos a la superficie del diente *in vitro*,^{29,52,59} permite visualizar imágenes con efecto 3D, realizar microfotografías con amplios aumentos que van desde 3x hasta 150 000x. y observar las muestras en secciones longitudinales o transversales. En el presente estudio esta evaluación se realizó con cortes transversales a 3 y 7 mm del ápice radicular.^{29,60}

Mamootil y Messer (2007) Oksan et al. (1993) y Bernardes et al. (2010) refieren que la profundidad de la penetración de los selladores endodónticos en los túbulos dentinarios depende de muchos factores, como la eliminación del barro dentinario, la permeabilidad dentinaria (número y diámetro de los túbulos dentinarios), la dimensión del conducto radicular y también por la influencia de las propiedades físicas y químicas del SE como la fluidez.^{11,13,61}

Zhou, et al. (2013) evaluaron las propiedades físicas y químicas de diferentes selladores endodónticos: A base de silicona, de resina epóxica, Agregado de trióxido mineral (MTA), óxido de Zinc- eugenol y biocerámico. Encontrando

mayor fluidez en el SE a base de silicona, con diferencias estadísticamente significativas.⁶²

Ordinola- Zapata et al. (2009) evaluaron la profundidad de penetración en los túbulos dentinarios de los selladores endodónticos siguientes, a base de silicona, hidróxido de calcio y de resina, obteniendo resultados sin diferencias significativas cuando se comparó el SE a base de silicona y el SE a base de resina.⁴⁹

Kont et al. (2002) evaluaron la capacidad de penetración y sellado de cuatro selladores endodónticos: AH Plus a base de resina, Roekoseal[®] a base de silicona, Ketac Endo a base de Ionómero de vidrio y Sultan a base de óxido de zinc- eugenol, usando la técnica de compactación lateral, luego de 21 días de obturación, se observó mejores resultados para Roekoseal[®], seguido de AH Plus, Ketac Endo y Sultan, presentando éste último menor sellado y mayor filtración en cada una de las muestras.⁴⁸

En el presente estudio Roekoseal[®] sellador endodóntico a base de silicona Polidimetilsiloxano mostró mayor penetración en los túbulos dentinarios. Contrariamente Balguerie et al. (2009) obtuvo resultados desfavorables para Roekoseal[®], esto puede estar relacionado con la técnica de obturación de gutapercha caliente utilizada en dicho estudio.²⁹ Roekoseal[®] que en las técnicas termoplastificadas el tiempo de trabajo se reduce e incluso puede endurecer de forma inmediata.³¹

Un aumento de la temperatura podría explicar la menor penetración del sellador endodóntico a nivel de los túbulos dentinarios y presentar un aspecto granular en el microscopio electrónico de barrido. En nuestro estudio se siguió con las

recomendaciones del fabricante, que es utilizar Roekoseal® en técnica de obturación de gutapercha en frío. La mayor penetración en los túbulos dentinarios se puede deber a la alta fluidez que tiene Roekoseal®, como lo mencionan otros autores y el mismo fabricante.^{19,31}

Faira et al. (2010) evaluaron la fluidez de cinco selladores endodónticos, teniendo como resultado que el sellador endodóntico a base de Hidróxido de calcio presentó mayor fluidez en comparación al basado en resina epóxica, el autor menciona que podría ser debido a que la fórmula del sellador a base de resina epóxica fue modificada en su composición por los fabricantes, sustituyendo la metamina con TCD-diamina.⁶³ En el presente trabajo el sellador endodóntico a base de resina epóxica AH Plus® presentó mayor penetración en los túbulos dentinarios en comparación con el Apexit Plus® que es un sellador endodóntico a base de Hidróxido de calcio. Es importante indicar que el sellador endodóntico AH Plus® si bien presentó una menor penetración a los 3mm del ápice radicular, tuvo una notable mejora a los 7mm. Bernardes et al. (2010) evaluaron la fluidez de tres selladores endodónticos, Sealer 26, AH Plus y MTA Obtura, refiriendo una mayor capacidad de fluidez para el SE AH Plus, lo que podría deberse a la concentración de resina epóxica que presenta, a diferencia los otros selladores endodónticos usados.⁶¹

Chandra et al. (2012) demostró que no hubo diferencias significativas en la profundidad de penetración en el tercio apical entre el SE RoekoSeal®, y AH Plus®.⁶⁴

En el presente estudio hubo menor penetración para los tres selladores endodónticos evaluados a los 3mm apicales, lo cual es similar a los estudios de Balguerie et al.(2011), Bassem et al. (2019), Teixeira et al. (2005) y Paque et al (2006) que coinciden en referir que la penetración más pobre de los selladores en los túbulos dentinarios se da en el tercio apical, ésto se puede explicar por el ingreso ineficaz del irrigante en esta región del conducto radicular, por el diámetro y número reducido de túbulos dentinarios en esta zona y la mayor presencia de esclerosis tubular.^{29,58,65,66}

Siqueira et al. (2000) evaluaron la fluidez y el efecto antibacteriano de varios selladores endodónticos como Kerr pulp canal sealer™ EWT, Grossman®, ThermaSeal, Sealer 26 y AH Plus®, resultando AH Plus® y Kerr Pulp canal sealer™ con valores de fluidez superiores, todos mostraron cierta actividad antimicrobiana, sugiriendo así que éstos selladores endodónticos tienen potencial de ayuda en el control microbiano del sistema de conductos radiculares.²⁸ Saleh et al. (2004) y Candeiro et al. (2012) refieren que los selladores endodónticos permiten neutralizar la vía de nutrientes de los microorganismos, pudiendo ejercer un efecto contra las bacterias residuales en los túbulos dentinarios.^{67,68}

Versiani et al. (2006) refiere que la capacidad de penetración de los selladores endodónticos se ve aumentada cuando previamente se retira el barrillo dentinario.⁶⁹ Kokkas et al. (2004) evaluaron la influencia del barrillo dentinario en la penetración de los selladores endodónticos en los túbulos dentinarios, usando AH Plus®, Apexit Plus® y Roth 811, siendo sus resultados favorables para AH Plus® y Apexit Plus®.⁵⁵

El presente estudio siguió el mismo protocolo de irrigación final para el retiro del barrillo dentinario utilizado por Kokkas et al. (2004) para favorecer la penetración de los selladores endodónticos utilizados.

Haragushiku et al. (2010) menciona que una mayor penetración del sellador endodóntico en los túbulos dentinarios proporciona una mejora en la unión mecánica entre el sellador endodóntico y la dentina radicular.⁷⁰

El sellador endodóntico a base resina no logró la mayor penetración en los túbulos dentinarios a 3 y 7mm del ápice radicular comparado con el sellador endodóntico a base de polidimetilsiloxano rechazando así la hipótesis planteada.

El presente estudio demuestra que los selladores endodónticos penetran en los túbulos dentinarios y que esto depende de su composición química y física, así como de la permeabilidad dentinaria. La penetración de los selladores endodónticos en los túbulos dentinarios brinda efectos positivos en nuestro tratamiento como una mayor superficie de contacto entre la dentina y el sellador endodóntico, con retenciones micromecánicas, previniendo cualquier filtración bacteriana ya que logra un bloqueo de los microorganismos residuales en los túbulos dentinarios brindando así el sellado hermético tridimensional.

IX. CONCLUSIONES

Después de realizar el estudio se puede concluir lo siguiente:

- 1.- Los tres selladores endodónticos estudiados mostraron penetración en los túbulos dentinarios. El sellador endodóntico que mostró mejor penetración fue Roekoseal®, presentando mejor resultado a los 3mm cuando se comparó los 3 grupos de selladores, siendo esto estadísticamente significativa ($p<0.05$) y a los 7mm también mostró penetración, pero no hubo diferencia significativa entre los 3 selladores endodónticos.
- 2.- Al comparar la penetración de cada uno de selladores a 3mm y 7mm solo se encontró diferencias significativas ($p<0.05$) en el sellador endodóntico AH Plus®. Roekoseal® mostró una penetración alta tanto a los 3mm y 7mm; y Apexit Plus® mostró una mejora a los 7mm sin embargo no es una diferencia estadísticamente significativa.

X. RECOMENDACIONES

- Realizar mayor investigación sobre las propiedades químicas y físicas de los selladores endodónticos para así establecer cuales pueden favorecer una mayor penetración de los selladores endodónticos en los túbulos dentinarios sobre todo en el tercio apical.
- Estudios sobre las propiedades químicas y físicas podrían contribuir a una mejor comprensión del comportamiento clínico de los selladores endodónticos.
- Realizar estudios con selladores endodónticos biocerámicos para poder determinar sus propiedades y su nivel de penetración en los túbulos dentinarios.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. De Bruyne MA, De Bruyne RJ, Rosiers L, De Moor RJ. Longitudinal study on microleakage of three root-end filling materials by the fluid transport method and by capillary flow porometry. *Int Endod J* 2005; 38:129-36.
2. Weis MV, Parashos P, Messer HH. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *Int Endod J* 2004; 37:653-63.
3. Heling I, Chandler NP. The antimicrobial effect within dentinal tubules of four canal sealers. *J Endod* 1996; 22:257-9.
4. Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR. Effect of tubule orientation in the cavity wall on the seal of dental filling materials: an in vitro study. *Int Endod J* 1998; 31:326-32.
5. Camejo MV. Microfiltración coronaria en dientes tratados endodóncicamente. *Acta odontológica*[internet].2008[consultado Nov 2018]; 46(4). Disponible en <http://www.actaodontologica.com>.
6. Cohen S, Hargreaves K, Keiser K. *Vías de la pulpa*. 9a.ed. Madrid: Elsevier Mosby; 2008.
7. Grossman, L. Antimicrobial effect of root canal cements. *J Endod* 1980; 6: 594-7.
8. Moradi S, Ghoddusi J, Forghani M. Evaluation of Dentinal Tubule Penetration after Use of Dentin Bonding Agent as a Root Canal Sealer. *J Endod* 2009; 35: 1563-66
9. Gutmann JL, Witherspoon DE. Obturation of the cleaned and shaped root canal System. In: Cohen S, Burns R, eds. *Caminos de la pulpa*, 8ª ed. San Louis, Mosby; 2004: 293-364
10. Peters L, Wesselink P, Moorer W. The fate and role of bacteria left in root dentinal tubules. *Int Endod J* 1995; 28: 95-99
11. Mamootil K, Messer H. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *Int Endod J* 2007; 40: 873 – 81
12. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1975; 1: 238-42

13. Oksan T, Aktener BO, Sen BH, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1993; 26:301– 05.
14. Grossman L. An improved root canal cement. *J. Am. Dent. Assoc* 1958; 56:381-85.
15. Lioni B. Agentes selladores. Relación entre la velocidad de reabsorción y la bicompatibilidad. *Electronic Journal Endodontics Rosario* [Internet]. 2010 [citado mayo 2018]; 2: 462-485. Disponible en: <https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/1695/76-177-1-pb.pdf?sequence=1>.
16. Zhang W, Li Z, Peng B. Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *YMOE*. 2009;107: 79-82.
17. Katz A, Kaffe I, Tagger M. Densiometric measurement of radiopacity of Gutapercha cones and root dentin. *J Endod* 1990; 16: 211-13.
18. Tanomaru - Filho M, Jorge EG, Guerreiro JM. Radiopacity evaluation of new root canal filling materials by digitalization of images. *J Endod* 2007; 33:249-51.
19. Canalda C, Brau E. *Endodoncia técnicas clínicas y bases científicas*. 2da. ed. Madrid: Masson;2006.
20. Dartar M. A Comparison of the In Vitro citotoxicity of two root canal sealers. *J Oral Rehabilitation* 2003; 30:426-29
21. AH Plus Cemento sellador de conductos radiculares [Internet]. citado junio 2018. Disponible en <http://www.dentsplyargentina.com.ar/ahplusfolleto.pdf>
22. Zmener O, Spielbera C, Lamber-hini F, Rucci M. Sealing properties of a new epoxy resino based root canal sealer. *Int Endod J* 1997; 30:332-34.
23. Malfaz Vázquez JM, Malfaz Vázquez C. AH plus como cemento sellador ideal. *Revisión Bibliográfica*. 2008. Endodoncistas. Valladolid.
24. Patel DV, Sherrieff M, Ford TRP, Watson TF, Mannucci F. The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: a confocal microscopic study. *Int Endod J* 2007; 40:67-71.
25. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco M, Mjor I. Bonding to root canal: structural characteristic of the substrate. *Am J Dent* 2000; 13: 255-60

26. Rahimi M, Jainan A, Parashos P, Messer HH. Bonding of resin-based sealers to root dentin. J Endod 2009; 35:121-4
27. Díaz de Leon, A. Evaluación de las propiedades físicas de Acroseal® Evolution III, AH Plus® y Sealapex® en base a la norma ISO 6876 [Tesis especialidad]. Ciudad de México: Facultad de odontología división de estudios de posgrado e investigación, Universidad Nacional Autónoma de México; 2017
28. Siqueira J, Favieri A, Gahyva S, Moraes S, Lima K, Lopes H. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. J Endod. 2000; 26:274-77.
29. Balguerie E, Van der Sluis L, Vallaey K, Gurgel-Georgelin M, Diemer F. Sealer Penetration and Adaptation in the Dentinal Tubules: A Scanning Electron Microscopic Study. J Endod 2011; 37: 1576-79.
30. Leonardo MR, Madeiros AA, Da Silva LA. Tanomaru Filho M. Apical and periapical repair of dogs teeth with periapical lesions after endodontic treatment with different root canal sealers. Pesqui odontol Bras 2003; 17:69-74.
31. Sellador Roekoseal automix.[internet] [consultado agosto 2019] Disponible <https://lam.coltene.com/es/>
32. Barzuna M. Comparación del nivel de filtración apical de la técnica de cono único utilizando gutapercha de conicidad y cuatro diferentes selladores. Asociación Costarricense congresos odontológicos [internet]. [consultado Dic 2019]; 18:108-118. Disponible en <http://docplayer.es/7226546>
33. Tyagi S, Tyagi P, Mishra P. Evolution of root canal sealers: An insight story. Eur J Gen Dent 2013; 2:199-218.
34. Leonardo Mr. In Vivo antimicrobial activity of 2% Chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. J Endod 1999; 25:167- 71.
35. Roggendorf MJ. Influence of moisture on the apical seal of root canal fillings with five different types of sealer. J Endod 2007; 33:31-33.
36. Ingle JI, Bakland LK. Endodontics. 5^{ta}. ed. México: Mc Graw-Hill; 2002.
37. Clinical performance of RoekoSeal automix compared with Grossman sealer as root canal filling materials in the treatment of chronic apical periodontitis. NIOM. [Internet]. 2005. [citado octubre 2018]. Disponible en www.roeko.com/acrobat/EnglishRSA1.Pdf.

38. Desai S, Chandler N. Calcium hydroxide – based root canal sealer: Review. J Endod 2009; 35: 475-80.
39. Stock C. Calcium hydroxide: root resorption and perio-endo lesions. Br Dent J 1985; 158:325-324.
40. Apexit plus: Documentación científica. Ivoclar Vivadent [internet]. Madrid 2014 [citado 25 jun 2018]. Disponible en: <http://www.ivoclarvivadent.com/es>
41. Ostravik D, Nordahl I, Tiballs J. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. Dental Materials 2001; 17:512-19.
42. Powers JM, Craig RG. Review of the composition canal properties of endodontic filling materials. J Mich Dent Ass 1979; 61: 523-31.
43. Weisman M.I. A study of the flow rate of ten root canal sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1970; 29: 255-61.
44. Duarte MA, Ordinola-Zapata R, Bernardez RA, et al. Influence of calcium hydroxide association on the physical properties of AH Plus. J Endod 2010; 36:1048-51
45. White RR, Goldman M, Lin PS. The influence of the smear layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. J Endod 1987; 13:369–74.
46. Sen BH, Piskin B, Baran N. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. Int Endod J 1996; 29:23–8.
47. Tezelli Bortolini M. Avaliação de cimentos endodônticos quanto a penetração intratubular e microinfiltração por *Enterococcus faecalis*. [Tesis Maestría] Taubaté: Programa de Pós-Graduação em Departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté. Universidad de Taubaté 2006.
48. Kont CF, Adanir N, Belli S, Pashley DH. A quantitative Evaluation Of apical leakage of four root canal sealers. Int Endod J 2002; 35:979-984.
49. Ordinola - Zapata R, Bramante CM, Graeff MS, del Carpio Perochena A, Vivian RR, et al. 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. Oral Surg Oral Medicine Oral Pathol Oral Radiol and Endod 2009; 108: 450-57.

50. Gómez de Ferraris ME, Campos A, Histología y Embriología Bucodental. 1a. ed. Buenos Aires: Medica Panamericana; 2000.
51. Ten Cate AR. Histología oral: Desarrollo, estructura y función. 2a.ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1986.
52. Carrigan P, Morse D, Furst L. A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. J Endod 1984; 10: 359-63
53. Ingle JI, Bakland L. Endodoncia. 5a. ed. México DF: Mc Graw-Hill; 2005.
54. Zhang K, Kyung y cadenero et al. Efectts of different exposure times and concentrations of sodium hipoclorite / ethylendiaminetetraacetetic aci on the structura integrity of mineralizados dentin. J Endod 2010; 36: 105-9.
55. Kokkas A, Boutsoukis A, Vassiliadis P. The influencie of the Smear layer on dentinal tubule penetration depth by three Different Root canal sealers: An in vitro study. J Endod 2004; 2:100-2.
56. Sangoi Barreto M, Do Amaral Moraes R. Vertical root fractures and dentina defects: effects of root canal preparation, filling, an mechanical cycling. J Endod 2012;38: 1135-39
57. Allan NA, Walton RE, Schaffer M. Setting Times for Endodontic Sealers under Clinical Usage and In Vitro Conditions. J Endod 2001; 6: 421-23.
58. Bassem M, Ahmed S, Princy P, et al. scanning electron microscope Evaluation of dentinal tubules penetration of three different root Canal Sealers. EC Dental Science 2019; 18:1121-27
59. Khader AM. An in vitro scanning electron microscopy study to evaluate the dentinal tubular penetration depth of three root canal sealers. J Int Oral Health 2016; 8:191-94.
60. Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Perdigão J, Lambrechts P, et al. Microscopy investigations. Techniques, results, limitations. Am J Dent 2000; 13: 3-18.
61. Bernardes RA, de Amorim Campelo A, Junior DSS, et al. Evaluation of the flow rate of 3 endodontic sealers: Sealer 26, AH Plus, and MTA Obtura. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010; 109: 47-49.

62. Zhou Hui-min, Shen Y, Zheng W, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod* 2013;39: 1821-26.
63. Faira NB, Massi S, Croti HR, Gutierrez JC. Comparative assessment of the flow rate of root canal sealers. *Rev odonto cienc* 2010; 25:170-173.
64. Chandra SS, Shankar P, Indira R. Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: A confocal microscopic study. *J Endod* 2012; 38:1412-16.
65. Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: An SEM analysis. *Int Endod J* 2005; 38:285-90.
66. Paque F, Luder HU, Sener B, Zehnder M. Tubular sclerosis rather than the smear layer impedes dye penetration into the dentine of endodontically instrumented root canals. *Int Endod J* 2006; 39:18–25
67. Saleh IM, Ruyter IE, Hapassalo M, Orstavick D. Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling, with different root canal sealers in vitro. *Inter Endod J* 2004; 37:193- 98
68. Candeiro G, Correia F, Duarte M, Ribeiro-Siqueira D, Gavini G. Evaluation of Radiopacity, pH, release of Calcium Ions, and flow of a bioceramic root canal Sealer. *J Endod* 2012; 38:842-45.
69. Versiani MA, Carvalho-Junior JR, Padilha MI, Lacey S, Pascon EA, Sousa-Neto MD. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. *Int Endod J* 2006; 39:464-71.
70. Haragushiku GA, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT, Alfredo E, Silva SC, Silva RG. Adhesion of endodontic sealers to human root dentine submitted to different surface treatments. *Photomed Laser Surg* 2010; 28:405-10.

XII. ANEXOS

Anexo 1

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Sellador endodóntico: SE

Roekoseal: RSA

EDTA: Ácido Etilenodiaminotetracético

NaOCl: Hipoclorito de Sódio

Ca(OH)₂ - Hidróxido de Cálcio

ml: Mililitro

mm/seg: Milímetro por segundo

mm²: Milímetro cuadrado

µm: Micrómetro

min: Minuto

°C: Grado centígrado

MEB: Microscopio electrónico de barrido

ANOVA: Análisis de Varianza

D.E: Desviación estándar

UPCH: Universidad Peruana Cayetano Heredia

UNMSM: Universidad Nacional Mayor de San Marcos

EE.UU.: Estados unidos

ISO: Organización de Estándar Internacional

Anexo 2



ISO 6876:2001

Relación con otras normas ISO: Anula a: ISO 6876:1986

Es anulada por: ISO 6876:2012

ESTANDAR INTERNACIONAL ISO 6876: MATERIALES DENTALES PARA EL SELLADO DE CONDUCTOS RADICULARES

La Organización de Estándares Internacionales (ISO por sus siglas en inglés) es una organización internacional no gubernamental, cuyo objetivo es el desarrollo de normas internacionales. Este organismo está formado por organizaciones nacionales e internacionales de la normalización de más de 80 países. La ISO trabaja para conseguir establecer especificaciones internacionales sobre los materiales dentales. El beneficio de dichas especificaciones para la odontología es incalculable, teniendo en cuenta la oferta y la demanda de materiales, instrumentos y

dispositivos dentales. Los dentistas cuentan con criterios de elección imparciales y fiables. En otras palabras, si los dentistas usan principalmente estos materiales que cumplen con las normas adecuadas, pueden dar por hecho que estos materiales serán satisfactorios.

NORMA ISO 6876:2001 (Materiales para sellado de conductos radiculares)

Este estándar internacional fue publicado por primera vez en 1986 (ISO 6876:1986). No había diferencias significativas entre la ISO 6876 y las especificaciones ANSI/ADA 57 (1983). En adición las casas de prueba reportaron

dificultades con algunos de los procedimientos establecidos en los procedimientos establecidos en los estándares internacionales. Con el fin de armonizar los estándares ISO y ANSI/ADA, se han realizado mejoras en los procedimientos para las pruebas.

Este estándar internacional especifica los requerimientos y métodos para materiales selladores de conductos que fragüen con o sin la presencia de humedad, y que son utilizados para la obturación permanente del conducto radicular, con o sin la presencia de puntas de obturación. Se aplica solamente a los materiales de uso ortógrado.

Esta norma internacional no incluye métodos de ensayo cualitativos y cuantitativos específicos para demostrar la ausencia de riesgos biológicos inaceptables, pero se recomienda qué, para la evaluación de tales riesgos biológicos, se tenga en cuenta las Normas ISO 10993-1 e ISO 7405.

REQUERIMIENTOS DE LA ISO 6876:2001

SELLADOR	REQUERIMIENTO
Fluidez	Diámetro no menor de 20 mm
Espesor de película	No mayor a 50 µm
Tiempo de trabajo	No debe ser < 90% al establecido por el fabricante
Tiempo de fraguado	Para cementos que tienen un tiempo de fraguado >30 min, debe estar dentro del rango indicado por el fabricante
Porcentaje de solubilidad	No debe exceder el 3% y no deben mostrar evidencia de desintegración a la examinación visual.
Cambio dimensional	No debe exceder 1.0% en contracción o 0.1% en expansión
Radiopacidad	Mínimo 3mmAL

Fuente: Tesis: Díaz de Leon

Anexo 3

Comparación de dos medias:

Fórmula:

$$n = \frac{2 (Z_a + Z_b)^2 * S^2}{d^2}$$

Donde:

n = sujetos necesarios en cada una de las muestras

Z_a = Valor Z correspondiente al riesgo deseado

Z_b = Valor Z correspondiente al riesgo deseado

S^2 = Varianza de la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia.

d = Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar (datos cuantitativos)

COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS	
(Se pretende comparar si las medias son diferentes)	
Indique número del tipo de test	
Tipo de test (unilateral o bilateral)	1 UNILATERAL
Nivel de confianza o seguridad (1- α)	95%
Poder estadístico	80%
Precisión (d) (Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar, datos cuantitativos)	5.00
Varianza (S^2) (De la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia)	22.00
TAMAÑO MUESTRAL (n)	11

Anexo 4

Clasificación del Sistema de conductos de Zidell

Clase 1

Conductos Maduros, no complicados, recto o ligeramente curvo

Clase 2

Conductos complicados:

- a) Curvatura pronunciada
- b) Curva Dilacerada
- c) Curva Dilacerada
- d) Bifurcación Apical
- e) Curva Apical
- f) Conductos Adicionales
- g) Conductos Laterales o Accesorios

Clase 3

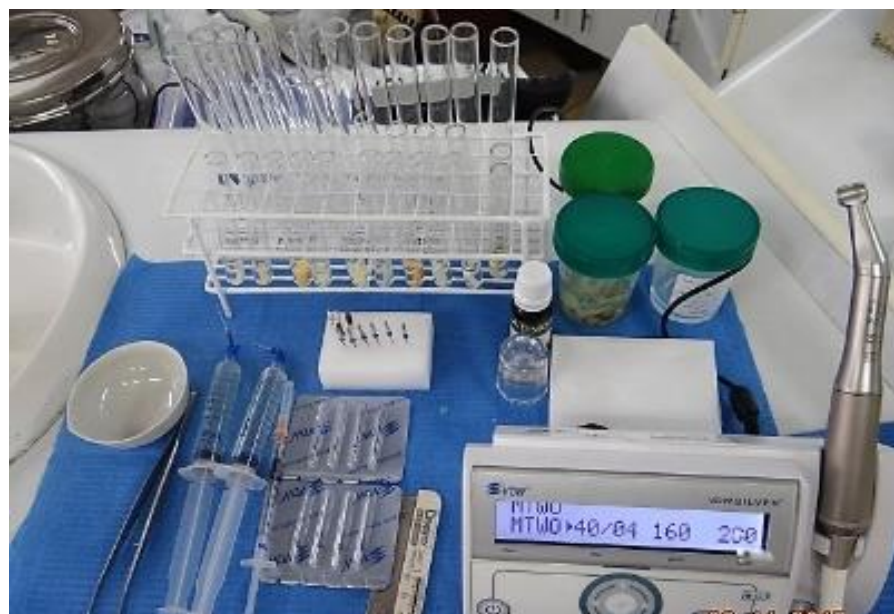
Conductos Radiculares Inmaduros

- a) Ápice en forma de Trabuco
- b) Ápice abierto conducto Tubular, se excluirán del estudio aquella pieza que presentan:
Ápices abiertos, reabsorciones internas, externa, cálculos pulpares, conductos calcificados.⁵⁴

Anexo 5

Inspect S; System Acceptance Test		4022 290 39261
3 System Acceptance Test Certificate		
Inspect Scanning Electron Microscope		
Customer		
Name		PO#:
Address		SO#:
Microscope		
Inspect	FP 20..... /	
Configuration		
Serial number		
Acceptance Test		
	Factory	Service
Ambient Conditions:		
Basic Instrument:		
Accessories:		
This document certifies that the Inspect....., Serial Number D, has been tested at the above mentioned facility and that the system has satisfactorily TESTED the performance specification as outlined in the above purchase order.		
Factory Manager signature: Date:.....		
Service Engineer signature: Date:.....		
Return this copy to Brno		

Anexo 6



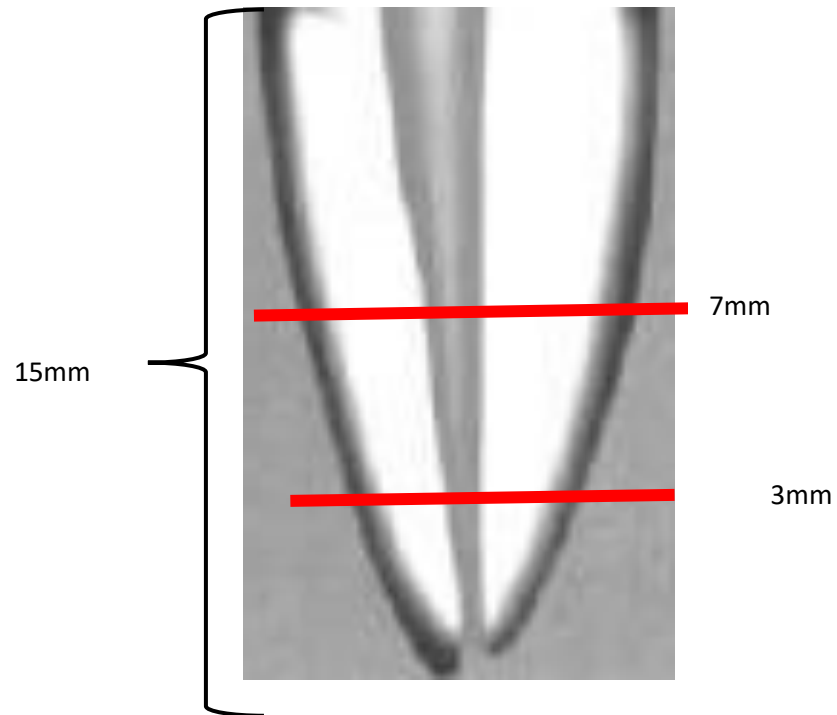
Anexo 7

Los especímenes se colocaron en tubos de ensayo con solución salina previamente codificados. Se llevaron a la incubadora a 37°C al 100% de humedad durante 2 semanas.

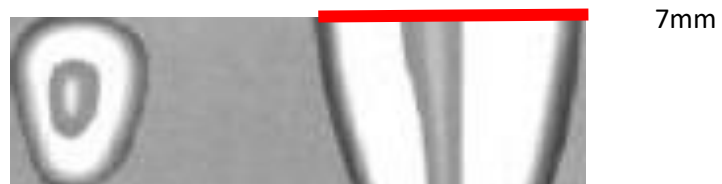


Anexo 8

Cortes de las muestras a 3 y 7mm del ápice radicular.



Zona a observar en el microscopio electrónico de barrido



Anexo 9

Los especímenes se llevaron a un horno de secado (Beltec Scientific PH – 050A)



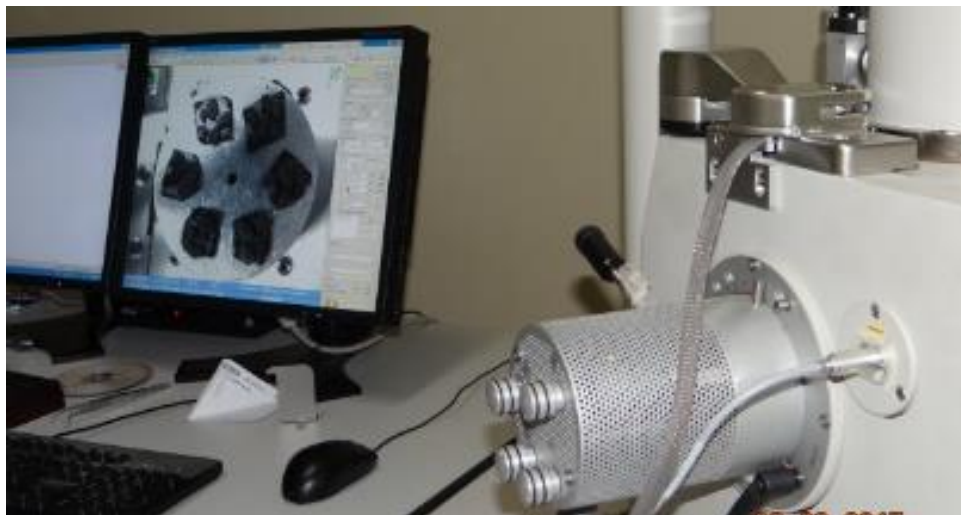
Anexo 10

Los especímenes se llevaron a una Máquina al vacío (SPI®- module Sputter Coater) para su recubrimiento de oro.



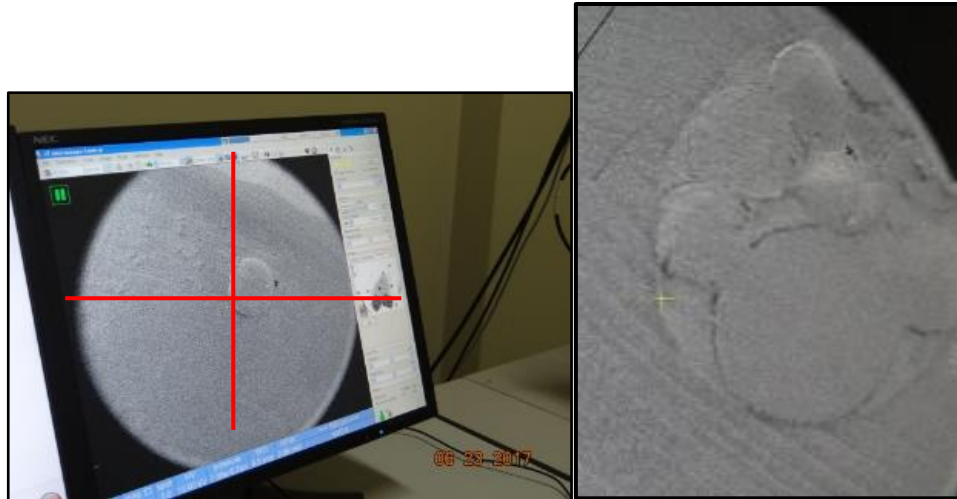
Anexo 11

Microscopio electrónico de barrido del laboratorio de equipamiento especializado de posgrado de la facultad de ciencias biológicas dela UNMSM.



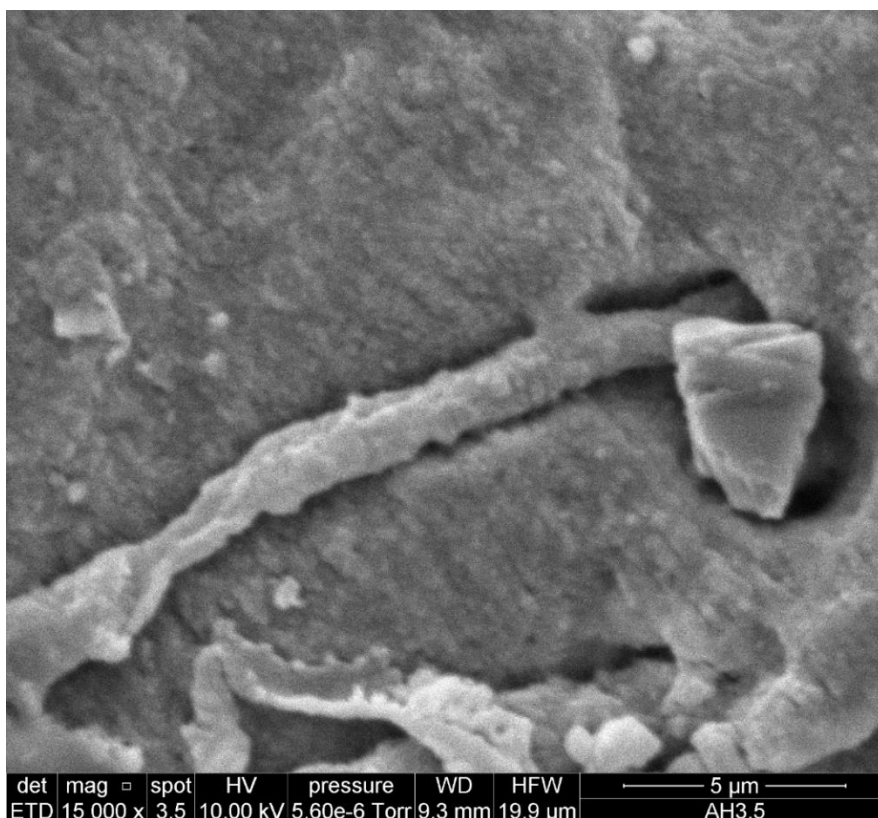
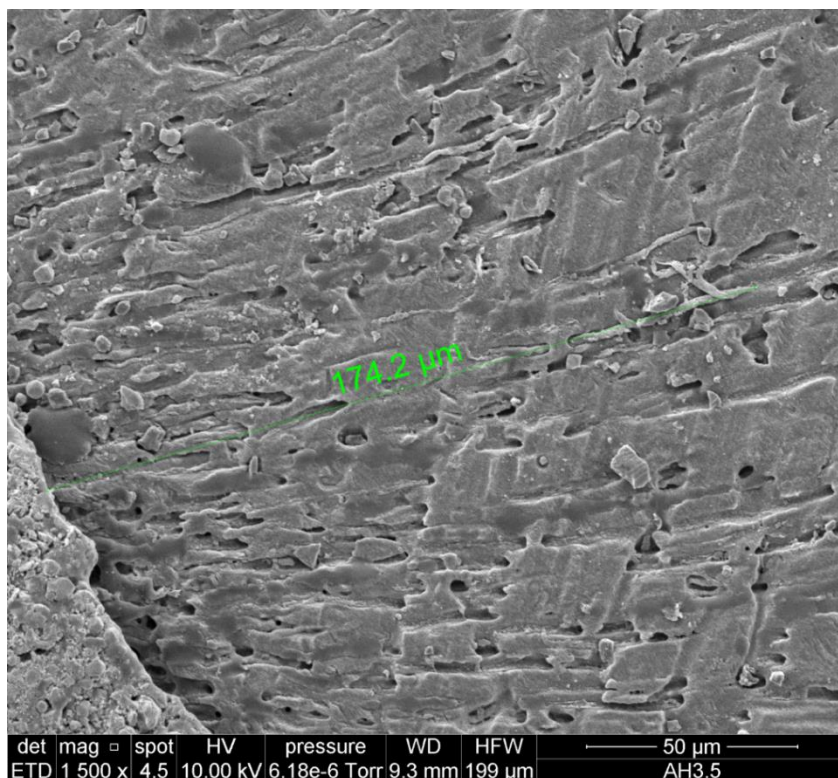
Anexo 12

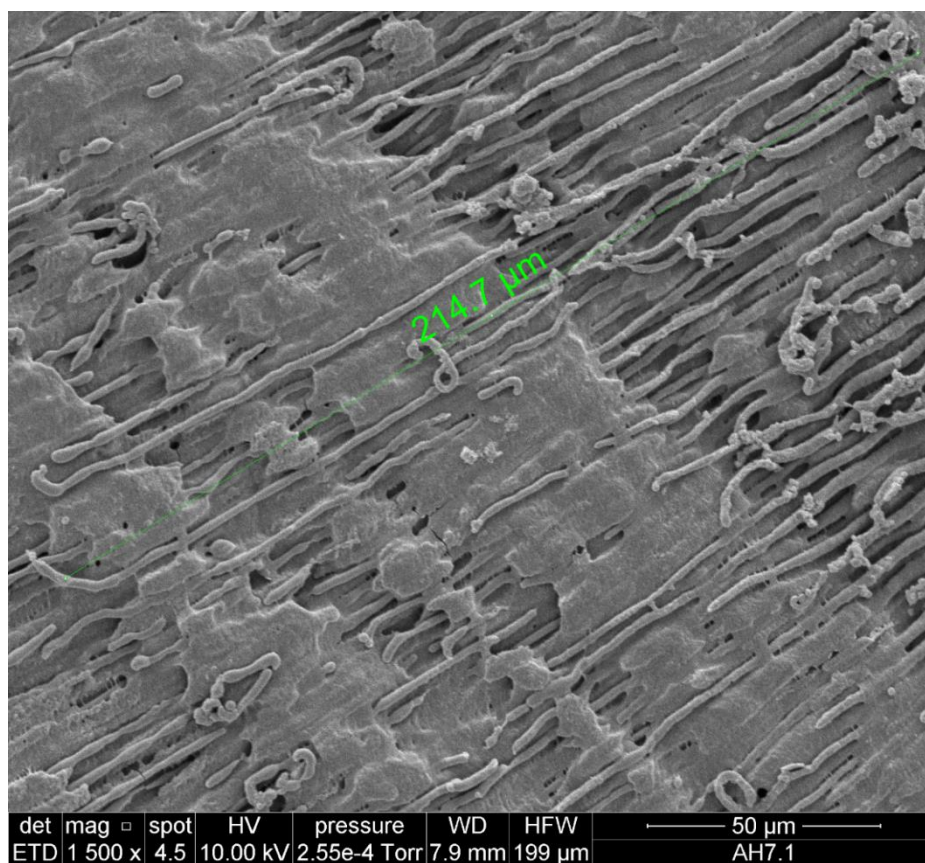
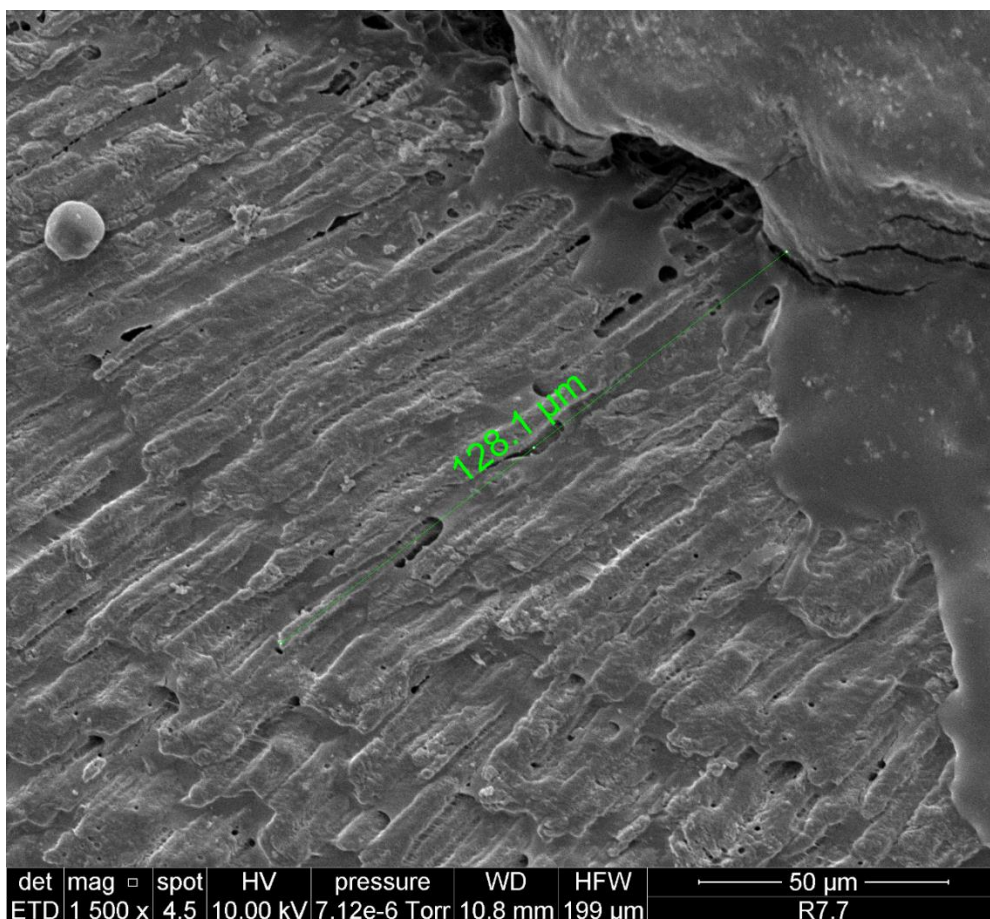
Vista panorámica para cada espécimen en MEB y división en cuadrantes.



Anexo 13

Medición de la penetración de los selladores Endodónticos. MEB





Anexo 14

Ficha de Recolección de Datos

Medidas de la penetración de los selladores endodónticos a 3 y 7mm del ápice radicular

Muestra/ Cemento	AH Plus		Roekoseal		Apexit Plus	
	3 mm	7 mm	3 mm	7 mm	3mm	7mm
1	121.5	214.7	145.1	170.2	153	138
2	71.38	115	143.9	135.4	152	129
3	113.4	112	86.38	103	173.8	163
4	91.33	150	164.5	209.2	131.1	141.2
5	174.2	189.8	209.2	194.7	104.2	146
6	138.3	141.8	175	117	163	186.3
7	86.52	170.8	166.8	128	103.7	273
8	116.1	214	178	132	210.6	229.8
9	51.84	99.19	187.7	175	228.3	192.9
10	126	206	214	331.2	85.76	132.2
11	249.1	234.9	242.8	276.6	46.2	84.4
12	186	228.4	237.3	263.1	39.6	48.96

Medida expresada en μm

Anexo 15

RESULTADOS DE PRUEBAS ESTADÍSTICAS

Distancia 3mm

Prueba de ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	19663.619	2	9831.810	3.513	0.041
Dentro de grupos	92359.128	33	2798.761		
Total	112022.747	35			

Prueba post hoc Tukey						
Selladores		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-52.0842	21.5977	0.0549	-105.0805	0.9121
	3	-5.4658	21.5977	0.9653	-58.4621	47.5305
2	1	52.0842	21.5977	0.0549	-0.9121	105.0805
	3	46.6183	21.5977	0.0936	-6.3780	99.6146
3	1	5.4658	21.5977	0.9653	-47.5305	58.4621
	2	-46.6183	21.5977	0.0936	-99.6146	6.3780

Distancia 7mm

Prueba de ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5762.960	2	2881.480	0.777	0.468
Dentro de grupos	122424.217	33	3709.825		
Total	128187.178	35			

Prueba post hoc Tukey						
Selladores		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-13.2342	24.8657	0.8561	-74.2495	47.7812
	3	17.6525	24.8657	0.7594	-43.3629	78.6679
2	1	13.2342	24.8657	0.8561	-47.7812	74.2495
	3	30.8867	24.8657	0.4374	-30.1287	91.9020
3	1	-17.6525	24.8657	0.7594	-78.6679	43.3629
	2	-30.8867	24.8657	0.4374	-91.9020	30.1287

Sellador AH Plus

Prueba de T de Student										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Penetración (um)	Se asumen varianzas iguales	0.021	0.885	-0.2181	22	0.040	-45.9100	21.0457	-89.5560	2.2640
	No se asumen varianzas iguales			-0.2181	21.689	0.040	-45.9100	21.0457	-89.5923	2.2277

Sellador Roekoseal

Prueba de T de Student										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Penetración (um)	Se asumen varianzas iguales	3.139	0.090	-0.291	22	0.774	-7.0600	24.2660	-57.3847	43.2647
	No se asumen varianzas iguales			-0.291	18.169	0.774	-7.0600	24.2660	-58.0071	43.8871

Sellador Apexit Plus

Prueba de T de Student										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Penetración (um)	Se asumen varianzas iguales	0.039	0.846	-0.934	22	0.360	-22.7917	24.4005	-73.3953	27.8119
	No se asumen varianzas iguales			-0.934	21.993	0.360	-22.7917	24.4005	-73.3962	27.8128

Cuadro de Operacionalización de Variables

Comparación de la penetración de tres selladores endodónticos en los túbulos dentinarios con Microscopia Electrónica de Barrido.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION	VALORES O CATEGORIAS
Selladores endodónticos (Variable Independiente)	Son sustancias inertes o terapéuticas que complementan la obturación de conductos, adhiriendo los conos de gutapercha entre si y a las paredes dentinarias.	Forma de manipulación y tiempo de trabajo de cada uno de los selladores endodóntico	Cualitativa	Composición química de cada sellador endodóntico utilizado.	Nominal Politómica	➤ AH Plus ® (Maillefer-Dentsply) ➤ RoekoSeal ® (Coltene-Whaledent) ➤ Apexit Plus ® (Vivadent/Ivoclar)
Penetración del sellador endodóntico (Variable Dependiente)	Es la longitud expresada en μm que penetrará el sellador endodóntico en los túbulos dentinarios.	Ingreso del sellador endodóntico en los túbulos dentinarios. Medida desde la pared del conducto hasta la profundidad de penetración más distante, en dirección a la superficie externa radicular.	Cuantitativa Continua	Microfotografía a 1500x emitida por el microscopio electrónico de barrido. A la mayor penetración del sellador en el túbulo dentinario.	Razón	Micrómetro (μm)
Tercios Radiculares (Covariable)	Tercio medio y apical de la raíz.	Túbulos dentinarios de la zona media de la raíz. Túbulos dentinarios de la zona Apical de la raíz.	Cualitativa	Ubicación de la raíz para la observación.	Ordinal Dicotómica	3mm 7mm