

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN**  
**ÁREA DE CONOCIMIENTO: ODONTOLOGÍA**  
**ESPECIALIDAD DE ENDODONCIA**



**Tesis para optar al título de Especialista en Endodoncia**

**Grado de microfiltración apical de selladores biocerámicos utilizados para la obturación endodóntica con técnica de cono único. Estudio in vitro.**

**Autora:**

**Dra. Ana Cristina Chávez Blanco.**

**Tutora:**

**Esp. Karen Badilla.**

**Docente Especialidad de Endodoncia.**

**Asesor metodológico:**

**Dr. Leonardo Mendoza Blanco.**

**León, Abril de 2024.**

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el grado de microfiltración apical de 2 selladores endodónticos biocerámicos con técnica de cono único. Se utilizaron 26 dientes humanos, unirradiculares, extraídos, que fueron instrumentados y luego se dividieron en dos grupos que fueron obturados con técnica cono único y sellador EndoSequence BC Sealer y BioRoot, se sumergieron en azul de metileno por siete días, luego fueron cortados longitudinalmente con un disco de diamante y se procedió a observarlos en un estereoscopio. El grupo 1 (EndoSequence Bc Sealer) presentó microfiltración grado 0 en un 11.5%, grado 1 en 19.2, grado 2 en 19.2%, el grupo 2 (BioRoot) presentó microfiltración grado 0 en 15.4%, grado 1 en 15.4% y grado 2 en 19.2% del total de los casos. Ambos selladores presentaron grados de microfiltración 0, 1, 2. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la penetración del tinte en el conducto unirradicular de las piezas dentales estudiadas entre los grupos, ninguno de los dos selladores logró evitar completamente la filtración del tinte en todos los dientes.

**Palabras Claves:** Microfiltración apical, sellador biocerámico, BioRoot, EndoSequence BC Sealer.

## **Dedicatoria:**

### **A Dios:**

Por haberme dado la vida, salud, fortaleza y sabiduría para culminar esta etapa de mi vida y lograr esta meta.

### **A mis padres:**

Por su amor incondicional, su apoyo en todo momento y por el esfuerzo que realizaron para que pudiera cumplir mi sueño.

### **A mi hija:**

Por ser mi mayor bendición, fuente de motivación e inspiración, que me impulsa a ser cada día mejor por ella.

### **Agradecimientos:**

En primera instancia agradezco a Dios por ser mi fuente de sabiduría, fe, fortaleza.

A mi asesora científica Dra. Badilla por su guía, apoyo en el proceso de realización de esta tesis, por transmitirme sus conocimientos para mejorar esta investigación.

A mi asesor metodológico Dr. Leonardo Mendoza por el apoyo brindado en el proceso de esta investigación.

A la universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León), por ser mi casa de estudios y por encaminarnos a ser mejores profesionales.

# ÍNDICE

I.	Introducción.....	1
II.	Objetivos.....	3
2.1	General.....	3
2.2	Específicos.....	3
III.	Marco teórico .....	4
IV.	Diseño metodológico.....	19
4.1.	Tipo de estudio.....	19
4.2.	Área de estudio .....	19
4.3.	Población.....	19
4.4.	Muestra.....	19
4.5.	Tipo de muestreo .....	19
4.6.	Unidad de análisis.....	19
4.7.	Criterios de inclusión .....	20
4.8.	Criterios de exclusión .....	20
4.9.	Procedimiento para la recolección de datos.....	20
4.10.	Aspectos éticos .....	26
4.11.	Procesamiento de datos .....	26
V.	Resultados .....	27
VI.	Discusión .....	30
VII.	Conclusiones .....	33

VIII. Recomendaciones:.....	34
IX. Referencias Bibliográficas.....	35
X. Anexos.....	41

## I. Introducción

La endodoncia es la ciencia y el arte que se dedica a tratar el diente y tejido periapical desde un punto de vista morfológico, estructural, fisiológico y patológico, conjugando el conocimiento para tratar de manera integral al diente y tejidos que lo rodean (Estrela, 2005).

La microfiltración es el paso de fluidos tisulares apicales o coronalmente a lo largo de cualquier interfaz entre la superficie del conducto radicular y sus materiales de obturación. (McClanahan, Crepps, Maranga, Worrell, Behenia, 2020, p. 32).

En el tratamiento endodóntico se considera que, tanto la preparación biomecánica como la obturación de los conductos radiculares son de vital importancia para un correcto sellado hermético, estos son relevantes en la terapéutica endodóntica, al evitar la microfiltración y la replicación de microorganismos en el interior del conducto (Leonardo, 2011).

Ramos Cruz (2013) afirma que la obturación de los conductos radiculares debe realizarse con una técnica y un material que promueva su sellado hermético, evitando así el paso de fluidos tisulares que se encuentran cercanos al periápice hacia la parte interna del espacio endodóntico, impidiendo la colonización de microorganismos.

Una de las posibles fallas en el proceso de obturación de conductos radiculares depende tanto de los materiales que se utilicen como de la técnica de obturación; sin embargo, existen nuevos selladores que se espera hayan superado los percances de los anteriores, los selladores biocerámicos demuestran propiedades clínicas favorables para su uso.

Un sellador endodóntico es un cemento dental radiopaco utilizado, generalmente en combinación con un material sólido o de núcleo semisólido, para rellenar huecos y sellar los conductos radiculares durante la obturación (McClanahan y otros., 2020).

Es importante evaluar la calidad de obturación de los materiales de sellado, así como seleccionar la técnica correcta de obturación y el adecuado sellador, los cuales establecen un parámetro ideal para finalizar acertadamente el tratamiento. Esta investigación tiene por objetivo estudiar el grado de microfiltración apical en dientes extraídos de conducto único usando dos selladores endodónticos biocerámicos, esta surge de la necesidad que se tiene como profesionales de la odontología de realizar tratamientos de conductos radiculares con un sellado óptimo que conlleve a disminuir la mayor causa de fracasos, la microfiltración de fluidos al interior del conducto; busca contribuir a un mayor conocimiento de las características del sellado apical en conductos radiculares utilizando el sellador EndoSequence BC Sealer y BioRoot Flow.

La importancia de este estudio radica en evaluar la eficacia de ambos selladores, analizar los resultados obtenidos y tener más elementos a disposición en el campo profesional y así tomar decisiones que ayuden a la práctica clínica y lograr el éxito del tratamiento.

De acuerdo con investigaciones consultadas sobre microfiltración no se encontraron publicaciones científicas publicadas sobre estudios con los selladores EndoSequence BC Sealer y BioRoot Flow tanto a nivel internacional como nacional.

El presente estudio busca responder a la siguiente pregunta:

¿Cuál es el grado de microfiltración apical en dos selladores biocerámicos utilizados para la obturación endodóntica en dientes extraídos de conducto único?

## **II. Objetivos**

### **2.1 General**

Analizar el grado de microfiltración apical en dientes extraídos de conducto único de dos selladores endodónticos biocerámicos con técnica de cono único.

### **2.2 Específicos**

- Medir el grado de microfiltración apical del sellador endodóntico biocerámico EndoSequence BC Sealer.
- Medir el grado de microfiltración apical del sellador endodóntico biocerámico BioRoot Flow.
- Comparar la microfiltración apical entre los selladores endodónticos EndoSequence BC Sealer y BioRoot Flow.

### **III. Marco teórico**

#### **1. Sellador endodóntico**

Un sellador endodóntico es un cemento dental radiopaco utilizado generalmente en combinación con un material sólido o núcleo semisólido, para rellenar huecos y sellar los conductos radiculares durante la obturación, se incluyen resinas, biocerámicos, hidróxido de calcio, óxido de zinc-eugenol, ionómero de vidrio y otros. (McClanahan, y otros, 2020, pág. 43)

#### **2. Propiedades ideales de un sellador endodóntico:**

Grossman identificó 11 propiedades para un sellador ideal de conductos radiculares.

- 1) Proporciona un sello hermético cuando se fragua.
- 2) Producir una adecuada adherencia entre sí mismo, las paredes del conducto y el material de relleno.
- 3) Ser radiopaco, para que se pueda ver en una radiografía.
- 4) Sin tinción de la estructura dental.
- 5) Ser dimensionalmente estable. Sin contracción al fraguar.
- 6) Ser fácilmente mezclado e introducido en los conductos. Polvo muy fino, para que pueda mezclarse fácilmente con líquido.
- 7) Soluble en un solvente común si es necesario quitar el relleno de conductos radiculares.
- 8) Ser insoluble en fluidos tisulares.
- 9) Bacteriostático, o al menos no fomentar el crecimiento bacteriano.
- 10) No ser irritante para los tejidos perirradiculares.
- 11) Ser de fraguado lento para asegurar suficiente tiempo de trabajo. (Grossman. 2021 p. 334).

#### **3. Clasificación de los selladores de conductos radiculares**

- Selladores de uso común

1. Selladores a base de óxido de zinc y eugenol
2. Selladores a base de resina epoxi
3. Selladores a base de silicato de calcio (biocerámicos).

➤ Otros selladores disponibles

1. Selladores de hidróxido de calcio
2. Selladores de silicona
3. Selladores a base de ionómero de vidrio
4. Otros selladores a base de resina
5. Selladores medicados (Grossman, 2021, p.334)

#### **4. Selladores endodónticos biocerámicos:**

Los biocerámicos son un grupo de materiales cerámicos bioactivos que son biocompatibles por naturaleza, con buenas propiedades físicas y químicas utilizados en endodoncia como materiales de recubrimiento pulpar o de relleno radicular. (McClanahan, y otros, 2020)

Las principales ventajas de los materiales biocerámicos están relacionados con sus propiedades físicas y propiedades biológicas.

#### **4.1. Propiedades biológicas:**

##### **4.1.1. Biocompatibilidad:**

La biocompatibilidad es un requisito esencial de cualquier sellador de conductos radiculares como material de relleno radicular, pues constituye un verdadero implante que entra en contacto directo con el tejido vital donde sobresalen para encontrarse con la superficie externa (Ørstavik, 2005). Se dice que un material es biocompatible cuando el material que entra en contacto con el tejido

no logra desencadenar una reacción adversa, como toxicidad, irritación, inflamación, alergia o carcinogenicidad (Sun, Wataha, & Hanks, 1997).

La mayoría de los estudios evalúan biocompatibilidad a través de investigaciones de citotoxicidad, en referencia al efecto del material sobre la supervivencia celular (Schmalz, 1944). Se ha evaluado la citotoxicidad de los selladores a base de biocerámica in vitro utilizando células de osteoblastos humanos (Salle, y otros, 2012), de ratón (Loushine, y otros, 2011 ) y células de ligamento periodontal humanos (Bae, y otros, 2010). La mayoría de los selladores endodónticos a base de biocerámica se ha encontrado que son biocompatibles, esta biocompatibilidad se atribuye a la presencia de fosfato de calcio en el propio sellador.

Los selladores a base de silicato de calcio se pueden considerar mínimamente irritantes al tejido y no interfieren con la regeneración ósea, incluso cuando se extruye inadvertidamente a través de la constricción apical (Bryan, y otros, 2010).

Algunos autores de estudios ex vivo recomiendan seguir realizando estudios para corroborar la citotoxicidad de los selladores biocerámicos (Loushine, y otros, 2011 ). Otros establecen que los selladores biocerámicos son ligeramente citotóxicos cuando la mezcla está fresca y no tóxico cuando está fraguado (Zhang, Li, & Peng, 2010).

#### **4.1.2. Bioactividad:**

Se ha sugerido que el mecanismo de estimulación de reparación por depósito de tejido mineralizado depende del pH y de la capacidad de liberar  $\text{Ca}^{2+}$  (Okabe, Sakamoto, Takeuchi, & Matsushima, 2006). Se observó que la humedad facilita la hidratación de silicatos de calcio para producir hidrogel de silicato de calcio e hidróxido de calcio, que reaccionan parcialmente con el fosfato para formar hidroxiapatita y agua (Zhang, Li, & Peng, 2009).

Según Parirock y Torabinejad, la presencia de calcio puede favorecer un pH alcalino, que conduce a un efecto bioquímico que acelera el proceso de curación (Torabinejad & Parirokh , 2010).

#### **4.1.3. Efecto antibacteriano.**

Los selladores biocerámicos poseen un potencial efecto antibacteriano debido a su alto pH. Un pH alcalino favorece la eliminación de bacterias como *Enterococcus faecalis* que podrían sobrevivir después de la preparación quimiomecánica, el pH intraconducto altamente alcalino puede matar o suprimir el crecimiento de *E.faecalis* (McHugh, Zhang, Michalek, & Eleazer, 2004).

Un estudio mostró que EndoSequence BC Sealer mató a *Enterococcus faecalis* dentro de los 2 minutos del contacto (Zhang, Shen, Ruse, & Haapasalo, 2009).

## **4.2. Propiedades fisicoquímicas de los selladores biocerámicos:**

### **4.2.1. Fluidez:**

La fluidez es una propiedad física importante que permite que el material pueda penetrar en irregularidades, istmos y ramificaciones del sistema de conductos (Siqueira, Fraga, & Garcia, 1995). Sin embargo, un flujo alto podría aumentar la posibilidad de extrusión del material hacia la región periapical (de Miranda Candeiro, Campelo Correia, Húngaro Duarte, Ribeiro-Siqueira, & Gavini, 2012).

La fluidez debe ser de 17mm o superior según NSI/ADA y ISO. (Chicago, IL, USA Patente n° Specification N°57, 2000) (Geneva, Switzerland Patente n° 6876:2012, 3rd ed., 2012)

La composición, tamaño de partícula, la temperatura y el tiempo de mezclado son los principales factores relacionados a las características de flujo de los selladores Zhou, y otros, (2013).

Estudios realizados han demostrado que los biocerámicos utilizados alcanzaron los valores mínimos, en el estudio realizado por (Zhou, y otros, 2013).

#### **4.2.2. Solubilidad:**

Los selladores a base de silicato de calcio muestran alta solubilidad después de la inmersión en agua en comparación con el estándar a base de resina (Jafari & Jafari, 2017). Esta alta solubilidad puede explicarse por las nanopartículas hidrófilas que aumentan en su superficie y permiten que más moléculas líquidas entren en contacto con el sellador (Al-Haddad & Che Ab Aziz, 2016).

La solubilidad de un sellador de conducto radicular no debe exceder el 3% en masa. Un sellador de conducto radicular altamente soluble invariablemente permitiría la formación de espacios dentro y entre el material y la dentina radicular, proporcionando así vías de filtración desde la cavidad bucal y tejidos periapicales (Ørstavik, 2005).

Aunque la alta solubilidad de los selladores a base de silicato de calcio se pueden considerar una desventaja, su potencial bioactivo es una consecuencia de la solubilidad de estos materiales incluso después del fraguado. (Lopes Zordan-Bronzel , y otros, 2019)

De acuerdo con (Zhou, y otros, 2013) la solubilidad se mantenía dentro del límite permitido en las recomendaciones ISO 6876/2001 (fracción de masa del 3%). El sellador EndoSequence BC exhibió el mayor valor de solubilidad (2.9% +-0,5%) entre los materiales probados.

#### **4.2.3. pH:**

Según los fabricantes, los selladores biocerámicos presentan un pH elevado (12,8). De Miranda Candeiro y otros, 2012 evaluaron el pH de los selladores biocerámicos y se encontró que el pH máximo el valor fue 11,21 después de 10 días, al igual que otro estudio realizado por (Zhou, y otros, 2013) en el que se midió el pH tanto la mezcla fresca como fraguado y se mantuvo un pH alcalino.

Un pH alcalino favorece la eliminación de bacterias como *Enterococcus faecalis* que podrían sobrevivir después de la preparación quimiomecánica e inducir

o mantener la inflamación periapical pero no sobreviven en un pH cercano a 11. (McHugh, Zhang, Michalek, & Eleazer, 2004)

#### **4.2.4. Espesor de película:**

Según ISO6876/2012 y ANSI/ADA No. 57, el espesor de la película no debe exceder los 50  $\mu\text{m}$  para selladores, como resultado final de las condiciones de prueba.

Los selladores iRoot SP, BioRoot RCS y Endoseal MTA cumplieron con la especificación ISO de espesor de película inferior a 50  $\mu\text{m}$  en varios estudios. Pero también se informaron resultados contradictorios sobre el espesor de la película para BioRoot RCS en un estudio (Donnermeyer, Bürklein, Dammaschke, & Schäfer, 2019).

#### **4.2.5. Cambios dimensionales:**

Las especificaciones ISO 6876/2012, recomienda que el cambio dimensional no debe exceder el 1,0% de contracción o el 0,1% expansión (Zhou, y otros, 2013).

Zhou, y otros (2013) investigaron los cambios dimensionales y se demostró una ligera expansión en el sellador biocerámico.

#### **4.2.6. Radiopacidad:**

La radiopacidad es una propiedad física esencial que permite la visualización del material de obturación endodóntico mediante examen radiográfico para comprobar la calidad de la obturación (de Miranda Candeiro, Campelo Correia, Húngaro Duarte, Ribeiro-Siqueira, & Gavini, 2012).

En el estudio realizado por Lopes Zordan-Bronzel , y otros (2019), los selladores endodónticos cumplieron con los requisitos del Instituto Nacional Estadounidense de Estándares/ADA. AH Plus mostró la mayor radiopacidad, sellador TotalFill BC y Bio-C sealer presentaron una radiopacidad similar. Esto probablemente se explica por la presencia, cantidad y proporción de agentes radiopacificadores en cada material. Los resultados de radiopacidad de los

biocerámicos fueron significativamente más bajos, probablemente porque los selladores de silicato de calcio tienen óxido de circonio en su composición, mientras que AH Plus contiene óxido de circonio y también tungstato de calcio (de Miranda Candeiro, Campelo Correia, Húngaro Duarte, Ribeiro-Siqueira, & Gavini, 2012).

La radiopacidad de los selladores biocerámico va a depender del radiopacificador. (Húngaro Duarte, y otros, 2009) evaluaron la radiopacidad del cemento Portland con diferentes agentes radiopacificadores. Se observó que esta asociación es más radiopaca cuando los siguientes agentes radiopacificadores fueron añadido en orden decreciente: óxido de bismuto, óxido de circonio, calcio tungstato, sulfato de bario y óxido de zinc. Por lo tanto, podría inferirse que dependiendo de la cantidad y proporción de cada radiopacificante se puede obtener un cemento más o menos radiopaco (de Miranda Candeiro, Campelo Correia, Húngaro Duarte, Ribeiro-Siqueira, & Gavini, 2012).

El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares y la Asociación Dental Americana (American Dental Association, ADA) en su especificación número 57 del año 2000 establecen una radiopacidad mínima equivalente a 3.00 m Al. La norma establecida por (International Organization for Standardization, ISO) 6878, también especifica que la radiopacidad debe ser igual o superior a 3mm de Al.

#### **4.2.7. Tiempo de fraguado.**

El tiempo de fraguado de los selladores endodónticos debe permitir tiempo suficiente para que el material sea colocado en los conductos radiculares.

El tiempo de fraguado ideal de un sellador de conductos radiculares debería permitir un tiempo de trabajo adecuado. Sin embargo, un lento tiempo de fraguado puede provocar irritación del tejido, y la mayoría de los selladores de conductos radiculares producen cierto grado de toxicidad hasta estar completamente fraguados (Al-Haddad & Che Ab Aziz, 2016).

#### **4.2.8. Capacidad de sellado:**

Los selladores biocerámicos forman una capa interfacial específica en las paredes de la dentina conocida como la zona de infiltración mineral. Los productos de la hidratación del sellador alteran el colágeno de la dentina interfacial debido a sus efectos alcalinos. Esta alteración da lugar a la formación de una estructura porosa que favorece la difusión de altas concentraciones de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{OH}^-$  y los iones  $\text{CO}_3^{2-}$ , favoreciendo la mineralización en esta área (Sfeir, y otros, 2021)

La liberación de calcio y los iones de hidroxilo del material que contiene silicato de calcio pueden resultar en la formación de una capa de apatita cuando entra en contacto con líquidos que contienen fosfato durante 2 meses. Por lo tanto, la formación de esta capa interfacial desarrolla un enlace químico entre el material de silicato de calcio y paredes dentinarias. (de Miranda Candeiro, Campelo Correia, Húngaro Duarte, Ribeiro-Siqueira, & Gavini, 2012)

Estudio realizado por Madhuri, y otros (2016), en comparación con todos los demás selladores, EndoSequence BC Sealer mostró la fuerza de unión más alta con una diferencia estadísticamente significativa. Esto puede deberse a su verdadera naturaleza autoadhesiva, que forma un enlace químico (a través de la producción de hidroxiapatita durante el fraguado) con la dentina.

#### **5. Hidratación del silicato de calcio**

Los fosfatos de calcio monobásicos se incluyen en los selladores para facilitar la reacción con el hidróxido de calcio para producir agua e hidroxiapatita tras la activación del sellador por el agua. Tanto el agua sorbida derivada del medio externo como la producida por la reacción entre los fosfatos de calcio y el hidróxido de calcio participan en la hidratación de partículas de silicato de calcio para generar una fase de hidrato de silicato de calcio. La hidroxiapatita se coprecipita dentro de la fase de hidrato de silicato de calcio para producir una estructura de tipo compuesto, que refuerza el cemento fraguado (Quanzu, Troczynski, & Liu, 2002 ).

## 6. EndoSequence BC Sealer

EndoSequence BC Sealer es un sellador premezclado listo para usar. EndoSequence BC Sealer es un sellador insoluble, radiopaco y libre de aluminio, es un material a base de silicato de calcio, que requiere la presencia de agua para fraguar y endurecer (Brasseler, 2012).

### 6.1. Composición:

Silicato tricálcico, silicato dicálcico, fosfato de calcio, sílice coloidal e hidróxido de calcio, óxido de circonio.

### 6.2. Propiedades:

- **Biocompatibilidad:** BC Sealer es esencialmente un material de reparación de raíces con una consistencia fluida. Las propiedades osteogénicas únicas de BC Sealer lo hacen particularmente efectivo en casos no vitales con pérdida ósea extensa o periodontitis apical (Brasseler, 2012). Un estudio mostró que BC Sealer es más biocompatible que AH Plus® (Zhang, Li, & Peng, 2010).
- **Fluidez:** El tamaño de partícula extremadamente pequeño y la naturaleza hidrofílica de BC Sealer le permiten fluir en todos los aspectos de la anatomía del conducto. Un estudio demostró que BC Sealer tiene un ángulo de contacto más bajo que todos los demás selladores probados. Esta característica única de BC Sealer mejora su capacidad para adherirse a la dentina y los materiales de obturación y también mejora su capacidad para eliminar eficazmente los microorganismos en todos los aspectos del sistema de conductos radiculares.
- **pH:** BC Sealer es alcalino (pH +12) lo que lo hace altamente antibacteriano. Un estudio mostró que BC Sealer eliminó a *Enterococcus faecalis* dentro de los 2 minutos del contacto (Zhang, Shen, Ruse, & Haapasalo, 2009).
- **Propiedades de sellado:** La fórmula hidrófila productora de hidroxiapatita de BC Sealer y su excelente fluidez permiten que se adhiera fácilmente tanto a la dentina como a la superficie del material de obturación biocerámicos (BC Points™). Un estudio mostró que BC Sealer tiene una fuerza de unión superior en comparación a otros selladores populares. El estudio varió el contenido de

humedad para determinar su efecto sobre las fuerzas de unión. El sellador BC Sealer superó a todos los demás selladores en todos los niveles de humedad (Nagas , y otros, 2011).

### **6.3. Especificaciones técnicas**

- **Tiempo de trabajo:**

No se requiere mezclar. EndoSequence BC Sealer puede aplicarse inmediatamente e introducirse directamente en el conducto radicular. El tiempo de trabajo puede ser más de 4 horas a temperatura ambiente.

- **Tiempo de fraguado:**

El tiempo de fraguado es de 4 horas. Sin embargo, en conductos muy secos, el tiempo de fraguado puede ser de más de 10 horas.

### **6.4. Contraindicaciones:**

No utilice EndoSequence BC Sealer en pacientes con alergia conocida a cualquiera de los ingredientes del producto.

### **6.5. Instrucciones de uso**

Cubra el cono principal de gutapercha o una pequeña lima manual con sellador (extra oralmente) y usar la punta o lima para aplicar el sellador a las paredes del conducto.

- 1) Retire la tapa de la jeringa del EndoSequence BC.
- 2) Fije de forma segura una punta BC con un giro en el sentido de las agujas del reloj hasta el centro de la jeringa. Las puntas BC son flexible y se puede doblar para facilitar el acceso al conducto radicular.
- 3) Inserte la punta de la jeringa en el conducto no más profundo que el tercio coronal (1/3).

- 4) Suavemente dispense una pequeña cantidad (1-2 marcas de referencia) de EndoSequence BC Sealer en el conducto radicular comprimiendo el émbolo de la jeringuilla.
- 5) Usando una lima manual #15 o similar, cubra ligeramente las paredes del conducto con el sellador en el conducto.
- 6) Luego cubra el cono de gutapercha con una fina capa de sellador e insértelo lentamente en el conducto. El cono maestro de gutapercha llevará suficiente sellador hasta el ápice.
- 7) Es importante insertar el cono maestro muy lentamente hasta su longitud de trabajo final.

Después de cada aplicación, retire la punta BC de la jeringa con un giro en sentido contrario a las agujas del reloj hasta el centro de la jeringa y deséchela. Limpiar el exterior de la jeringa. y retire el exceso de pasta, coloque la tapa de la jeringa firmemente en el cubo de la jeringa y coloque la jeringa en la bolsa de aluminio y asegúrese de sellar la bolsa. Almacenar la bolsa en un área seca a temperatura ambiente (Brasseler Dental USA, s.f.).

## **7. BioRoot® Flow**

### **7.1. Composición:**

BioRoot Flow está compuesto por silicato tricálcico, propilenglicol, povidona, carbonato de calcio, Aerosil (sílice), óxido de circonio, acrilamida/ copolímero acriloidimetiltaurato de sodio, isohexadecano y polisorbato.

### **7.2. Propiedades:**

- **Biocompatibilidad:** fórmula de alta pureza mineral y libre de monómeros que reduce el riesgo de reacciones adversas en los tejidos.
- **Propiedades bioactivas:** formación de hidroxiapatita en la interfase diente-sellador y mineralización de la estructura dentinaria.
- **pH alcalino.**
- **Propiedades de sellado:** cristalización del material dentro de los túbulos dentinarios creando un sello hermético.

- **Retractable:** si se necesita un nuevo tratamiento, BioRoot® Flow se puede retirar fácilmente del conducto radicular (Septodont, 2019).

### 7.3. Especificaciones técnicas

- Tiempo de trabajo:  $\geq 1$ h
- Tiempo de fraguado\* :45min – 8h
- Radiopacidad\*  $\geq 3$ mm Al

\*Realizado de acuerdo con la norma EN ISO 6876:2012

### 7.4. Instrucciones de uso

- 1) Realice el procedimiento de limpieza y modelado del conducto radicular utilizando procedimientos de endodoncia estándar.
- 2) Enjuague con solución salina estéril para eliminar cualquier residuo de irrigante y seque sin deshidratar totalmente el conducto radicular.
- 3) Saque la jeringa de la lámina protectora (deje a un lado la lámina para su posterior almacenamiento).
- 4) Retire la tapa de la jeringa. Coloque la punta girándola en las roscas de la punta de la jeringa para "bloquearla". Las puntas son flexibles y se pueden doblar para facilitar el acceso al conducto radicular. Asegúrese de que la punta esté correctamente bloqueada para evitar el desmontaje de la punta.
- 5) Compruebe el flujo libre del sellador extruyendo una pequeña cantidad de sellador antes del procedimiento. En caso de obstrucción, la jeringa debe desecharse.
- 6) Inserte la punta de la jeringa en el conducto, retírela 2 mm e inyecte la cantidad requerida de BioRoot® Flow.
- 7) Complete la obturación insertando el cono maestro de gutapercha (técnica de un solo cono) o varios conos de gutaperchas (técnica de condensación lateral).

Limpieza y almacenamiento de la jeringa

- Desenrosque la punta y deséchela.

- Retire cualquier exceso de pasta de la jeringa con una gasa seca y limpia y vuelva a tapar la jeringa. Asegúrese de que la tapa esté correctamente bloqueada para evitar que se desmonte la tapa.
- Limpie la jeringa y el mango con etanol y guárdelos en la lámina protectora (Septodont, 2019).

## **8. Microfiltración:**

La microfiltración apical se considera la causa más común del fracaso endodóntico y está influenciada por muchas variables, como las diferentes técnicas de obturación, las propiedades químicas y físicas de los materiales de obturación del conducto radicular y la presencia y ausencia de capa de barro dentinario (Moreira Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006 ).

### **8.1. Concepto:**

La microfiltración es el paso de fluidos tisulares apicales o coronalmente a lo largo de cualquier interfaz entre la superficie del conducto radicular y sus materiales de obturación. (McClanahan, Crepps, Maranga, Worrell, Behenia, 2020, p. 32).

### **8.2. Métodos de medición de la microfiltración:**

Existen múltiples métodos de medir la microfiltración apical entre los que tenemos la penetración de tintes, filtración de fluidos, filtración bacteriana entre otros.

**8.2.1. Penetración de tintes:** es basada en la medición lineal de la penetración del tinte entre la obturación y las paredes del conducto. Algunos de los colorantes usados en los estudios de penetración de tinte está el azul de metileno (Ballullaya, y otros, 2017), tinta china (Kikly, Jaa<sup>foura</sup>, Kammoun, & Sahtout, 2020)

**8.2.2. Filtración de fluidos:** consiste en un sistema de presión lleno de fluido, que mide el movimiento del agua a través de raíces obturadas con selladores endodónticos bajo una presión de 3 psi, monitoreando el movimiento de una

burbuja en línea (Zhang, Li, & Peng, 2009), (Carvalho de Vasconcelos, Bernardes, Húngaro Duarte, Monteiro Bramante, & Gomes de Moraes, 2011).

**8.2.3. Filtración de bacterias:** consiste en dispositivos, compuesto de dos cámaras, una superior que corresponde a un tubo Eppendorf abierto en la punta, por donde sobresale el ápice del diente, con un caldo de cultivo estéril, y una cámara inferior de vidrio, donde el ápice entra en contacto con el interior de la cámara inferior que contiene un caldo de cultivo con suspensión con microorganismos (*Enterococcus faecalis*), las muestras se incuban para corroborar el crecimiento bacteriano. Se considera positivo la filtración de bacterias si el frasco superior presenta turbidez o mediante algún indicador de pH (Monardes Cortés, Abarca Revenco, & Castro Hurtado, 2014).

## 9. Estudios previous

Estudio de (Krell & Madison, 1985) compara la filtración apical en dientes obturados con sellador de fosfato de calcio (CPC) y sellador de Grossman (GC) usando condensación lateral. Fueron utilizados veintidós dientes anteriores de una sola raíz, de los cuales se usaron dos como control, diez fueron obturados con sellador de Grossman y diez con sellador a base de fosfato de calcio. Se colocaron en azul de metileno al 1% por 2 semanas, se cortaron en sentido vestibulo lingual y se observó la penetración de tinte. En este estudio de penetración de tinte que comparó los sellos apicales en conductos obturados con gutapercha y GC o CPC, los resultados indican que el sellador CPC no proporcionó un sellado apical tan bueno como el sellador GC bajo las condiciones experimentales utilizadas.

Un estudio realizado por (Ballullaya, y otros, 2017) se seleccionaron sesenta raíces humanas extraídas. Se utilizaron selladores a base de óxido de zinc y eugenol, Sealapex, AH Plus, MTA Plus, EndoRez, EndoSequence BC Sealer y técnica de condensación lateral. Las muestras fueron procesadas para la prueba de filtración por penetración de tinción, cortadas longitudinalmente y examinadas bajo estereomicroscopio. El grupo Endosequence BC Sealer mostró la menor

microfiltración de tinción y la mayor microfiltración se observó en el sellador de óxido de zinc Eugenol (Ballullaya, y otros, 2017).

Estudio realizado por (Aziz Mohamed El Sayed & Al Hussein, 2018) en el cual se seleccionaron 80 caninos maxilares y mandibulares extraídos. Las muestras de los Grupos 1, 2 y 3 se llenaron con cono único de gutapercha y AH Plus, MTA Fillapex y EndoSequence BC Sealer, respectivamente. Las muestras de los Grupos 4, 5 y 6 se llenaron de manera similar a los grupos anteriores con la diferencia que se usó un cono de gutapercha C-pointy AH Plus, MTA Fillapex, EndoSequence BC. Las muestras del grupo 7 se llenaron con la técnica de condensación lateral de gutapercha fría y AH Plus. Para evaluar la microfiltración apical, se midió microscópicamente la penetración lineal del tinte en apical. Todos los grupos experimentales demostraron microfiltración apical en medidas variables. El valor medio de microfiltración más bajo ( $0,95 \pm 0,56$  mm) se observó en el Grupo 6 (CPoint + EndoSequence BC Sealer) pero sin diferencia significativa en comparación con los otros grupos experimentales ( $P > 0,05$ ), excepto los Grupos 3 (gutapercha + EndoSequence BC Sealer) y 5 (CPoint + MTA Fillapex) que mostraron los valores medios de microfiltración más altos y significativos ( $P < 0,05$ ) de  $2,68 \pm 0,71$  mm y  $2,61 \pm 0,71$  mm, respectivamente (Aziz Mohamed El Sayed & Al Hussein, 2018).

Estudio realizado por (Aracena, Bustos, Alvarez, & Hernández, 2021) en el cual se seleccionaron 184 conductos vestibulares de 94 molares maxilares recién extraídos. Utilizaron sellador BioRoot™ RCS y MTA-Fillapex, ambos con técnica de cono único. Las muestras fueron procesadas para la prueba de filtración por penetración de tinción, y luego cortadas de manera longitudinal. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los promedios de microfiltración, siendo mayores en Fillapex. BioRoot™ RCS presenta un sellado apical adecuado, mientras que MTA Fillapex mostró una filtración mayor (Aracena, Bustos, Aracena, Alvarez, & Hernández, 2021).

## **IV. Diseño metodológico**

### **4.1. Tipo de estudio**

La investigación es experimental, estudio in vitro.

### **4.2. Área de estudio**

Se realizó en la UNAN-León en la clínica odontológica de la Especialidad de Endodoncia en el mes de Noviembre 2023. Las muestras analizadas proceden de distintas clínicas odontológicas.

### **4.3. Población**

La población está conformada por dientes extraídos de conducto único (incisivos centrales superiores e inferiores, incisivos laterales superiores e inferiores, caninos superiores e inferiores, premolares de un conducto).

### **4.4. Muestra**

La muestra está formada por 26 dientes extraídos de conducto único que cumplieron con los criterios de inclusión.

### **4.5. Tipo de muestreo**

Se trabajó con un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Los dientes se dividieron en dos grupos, cada grupo de 13 dientes, en los que se utilizaron los selladores biocerámicos.

### **4.6. Unidad de análisis**

Dientes permanentes anteriores y premolares, extraídos unirradiculares, con ápice completo y permeables, pues por su morfología son convenientes para realizar la tinción y que cumplan con los criterios de inclusión.

#### **4.7. Criterios de inclusión**

- Dientes unirradiculares con un solo conducto.
- Dientes extraídos que sean incisivos centrales superiores e inferiores, incisivos laterales superiores e inferiores, caninos superiores e inferiores y premolares de un conducto.
- Dientes sin tratamiento de conductos previos.

#### **4.8. Criterios de exclusión**

- Dientes extraídos que no sean de los grupos mencionados anteriormente.
- Dientes con conducto atrésico
- Dientes con fracturas radiculares.
- Dientes con reabsorciones radiculares.
- Dientes con ápice inmaduros.

#### **4.9. Procedimiento para la recolección de datos**

Los instrumentos que se utilizaron para la recolección de información fueron seleccionados de tal manera que permitieron realizar el trabajo de forma ordenada y metódica. En la ficha de recolección de datos se marcó con una X en la casilla del nombre del sellador utilizado en cada grupo; se anotó el número de diente asignado (del 1 al 13) en el grupo y una tabla para registrar el grado de microfiltración que presentó cada diente.

Se llevó a cabo un estudio piloto en cuatro dientes de una sola raíz, se instrumentaron y obturaron dos con el sellador BioRoot Flow y dos con EndoSequence BC Sealer. El objetivo del proyecto piloto fue para calibrar al odontólogo que realizaría la instrumentación y la obturación de los conductos radiculares, así como el corte y la medición de la penetración del tinte, también para asegurar que los criterios seleccionados se ajusten a este estudio.

#### **Procedimiento para la manipulación de la muestra**

- Se recolectaron dientes extraídos unirradiculares.
- Se colocaron en solución salina para evitar que se deshidraten.

- Se sumergieron por cinco minutos en hipoclorito de sodio (Shahsiah, Torabizadeh, & Shamohammadi, 2017)
- Se limpiaron los dientes con scaler ultrasónico para eliminar cualquier cálculo o restos de tejido blando (Cobankara, Adanir, & Pashley, 2002).
- Se tomaron radiografías preoperatorias tanto en direcciones mesiodistal como vestíbulo lingual para evaluar la anatomía de los dientes (Almeshari, 2020). Se examinaron los dientes y las radiografías y se descartaron si alguna de estas condiciones estaba presente: raíz muy curva, piezas con más de un conducto, el ápice no está completamente formado.
- Se enumeró cada diente del 1 al 26.
- Se midió cada diente, con miniendoblock dentsply, y se marcó con lápiz de grafito a 10 mm de longitud, donde se realizó un corte transversal al eje central, con una fresa de diamante, para unificar la longitud de trabajo, removiendo la porción coronal de cada diente (Falcón Paredes & García Argüello, 2016).
- La preparación del conducto radicular comenzó con la exploración del conducto radicular utilizando la lima K del n.º 10, para estandarizar y así medir radiográficamente la longitud de trabajo y verificar la permeabilidad apical.
- La lima K se insertó en el conducto radicular hasta el ápice radiográfico. Luego se midió con un miniendoblock para corroborar la longitud de trabajo, la cual fue determinada restando 0,5 mm de esta longitud y se anotó (Almeshari, 2020).
- Se limpiaron y conformaron los conductos radiculares por el odontólogo, por medio de instrumentación mecanizada con limas RCS Rainbow One file (Suzhou Ramo medical) iniciando con abridor 20/08 a 13mm, luego a longitud de trabajo con 20/04, 25/06, 35/04, utilizando motor endodóntico Eighteenth E-xtreme a 400 revoluciones por minuto con un torque 2.0, se usó una lima #10 manteniendo la patencia apical entre cada lima rotatoria, para asegurar la permeabilidad apical.

- Se irrigaron los conductos radiculares con 1 ml de hipoclorito de sodio del 3% entre cada lima utilizada (Cobankara et al., 2002), con aguja de calibre 30 con punta de seguridad.
- Debido a las reacciones químicas entre muchos irrigantes, se usaron jeringas separadas para cada solución (Haapasalo & Shen, 2010).
- Se realizó protocolo de irrigación con 10 ml de hipoclorito de sodio del 3% (Shahsiah, Torabizadeh, & Shamohammadi, 2017), luego se activó dos veces con ultrasonido por diez segundos. La irrigación durante y después de la instrumentación facilitan la eliminación de microorganismos, restos de tejido y barrillo dentinario del conducto radicular (Haapasalo & Shen, 2010).
- Se irrigó con 2 ml solución salina, pues el EDTA reduce instantáneamente la cantidad de cloro cuando se mezclan con hipoclorito de sodio, lo que resulta en la pérdida de la actividad de NaOCl (Zehnder, Patrick, Sener, & Waltimo, 2005).
- Se irrigó con 3 ml de EDTA al 17% por un minuto (Aziz Mohamed El Sayed & Al Hussein, 2018).
- Se irrigó con solución salina 2 ml, posteriormente se irrigó 5 ml de hipoclorito de sodio (Shahsiah, Torabizadeh, & Shamohammadi, 2017). Usar una combinación de productos en la correcta secuencia de irrigación contribuye a un resultado exitoso del tratamiento (Haapasalo & Shen, 2010).
- Se irrigó con 3 ml de agua estéril o solución salina (Shahsiah, et., 2017), pues el fabricante del sellador BioRoot recomienda enjuague con solución salina estéril para eliminar cualquier residuo de irrigante.
- Se secaron los conductos radiculares con conos de papel 35/04.
- Se desinfectaron previamente los conos de gutapercha en hipoclorito de sodio por un minuto y se limpiaron con una gasa con alcohol antes de ser introducidos en el conducto radicular.
- Se ajustaron los conos de gutapercha a longitud de trabajo y se procedió a tomar radiografías en direcciones mesiodistal y vestibulolingual.

- Los dientes preparados fueron distribuidos por muestreo aleatorio simple en dos grupos experimentales para ser obturados con la técnica de cono único. El grupo 1 (n=13) con sellador biocerámico EndoSequence BC Sealer y el grupo 2 (n=13) con sellador biocerámico BioRoot Flow (SEPTODONT 58, rue du Pont de Créteil 94107 Saint-Maur-des-Fossés, France)
- Los selladores fueron aplicados según las instrucciones del fabricante. Para la obturación se usó conos de gutapercha taperizados. Se trabajó diente por diente y el conducto fue llenado con el sellador biocerámico mediante agujas de inyección, el cono maestro se cubrió con sellador y fue asentado en el conducto a la longitud total de trabajo.
- Se tomaron radiografías finales en las direcciones mesiodistal y vestibulolingual para evaluar el relleno del conducto radicular, se consideró satisfactorio si se observó denso sin huecos (AL, Abu, & Che Ab, 2015).
- Se cortó el cono de gutapercha con Fi G, y se condensó verticalmente con condensador 5/6. Se retiró cualquier exceso de sellador de la cavidad con una bolita o torunda de algodón humedecido.
- El sellador extruido a través del foramen fue removido suavemente de la superficie de la raíz con una gasa (Carvalho de Vasconcelos, Bernardes, Húngaro Duarte, Monteiro Bramante, & Gomes de Moraes, 2011).
- Se llenaron las cavidades de acceso con resina fluida.
- Se marcó a nivel de 3mm en dirección apico-coronal, con un lápiz de grafito, como guía límite para la colocación del esmalte de uñas. A cada diente se le aplicó 3 capas de barniz de uñas en toda la superficie, excepto por los 3mm marcados previamente. Esto se realizó por grupos para evitar confundirlos y se colocó esmalte de otro color en la superficie coronaria de la raíz de cada diente. (Rojo grupo 1, amarillo grupo 2,) (Falcón Paredes & García Argüello, 2016).
- Se introdujo 1ml de colorante azul de metileno al 2% en cada tubo de ensayo previamente numerado. Cada diente luego de ser obturado fue

colocado en el tubo de ensayo numerado, con el ápice hacia el fondo, se tapó cada tubo de ensayo y se colocó en un posicionador de plástico y se dejó durante 7 días a temperatura ambiente.

- Se retiraron los dientes del recipiente que contiene azul de metileno y se lavaron con abundante agua.
- Las muestras se dejaron secar durante 2 días (Oliver & Abbott, 2001).
- Los dientes se colocaron en un posicionador para estabilizarlos y se cortaron en sentido longitudinal en dos mitades con un disco de diamante montado en una pieza de baja velocidad. Para poder observar y medir la penetración del tinte en la obturación.
- El grado de microfiltración fue determinado midiendo la extensión lineal de penetración del tinte azul de metileno desde el extremo apical (Dalat & Onal, 1998).
- La extensión de la penetración del tinte apico-coronal se determinó con ayuda de un estereoscopio y regla milimétrica, se tomaron fotografías de cada diente y luego se observaron en una computadora para corroborar la microfiltración de tinte, se midió en mm la penetración del colorante y se registró en la ficha de cada diente si presentó o no microfiltración apical, anotando el grado de microfiltración al que corresponde.

**Materiales que se utilizaron en el estudio:**

- Guantes látex talla M
- Mascarilla
- Gorro quirúrgico
- Gabacha
- Lentes protectores
- Campo operatorio
- Pieza de alta velocidad
- Pieza de baja velocidad
- Explorador
- Espejo
- Pinza de algodón

- Fresa de diamante
- Disco de diamante
- Explorador endodóntico
- Mini endoblock de Dentsply (Maillefer Instruments Holding Sàrl Chemin du Verger, 3 CH-1338 Ballaigues Switzerland)
- Limas manuales Ramo Medical #10, 15, 20, 25 (Suzhou RAMO Medical Instrument Co. Ltd)
- Motor endodóntico rotatorio E Connect pro (Eighteeth Changzhou Sifary Medical Technology Co.,Ltd)
- Limas RCS Rainbow one file #20/04, 25/06, 35/04 (Suzhou RAMO Medical Instrument Co. Ltd)
- Gutapercha 35/04 Dentsply (Maillefer Instruments Holding Sàrl Chemin du Verger, 3 CH-1338 Ballaigues Switzerland)
- Calibrador de gutapercha Dentsply (Maillefer Instruments Holding Sàrl Chemin du Verger, 3 CH-1338 Ballaigues Switzerland)
- Topes de caucho
- Clean stand Dentsply (Maillefer Instruments Holding Sàrl Chemin du Verger, 3 CH-1338 Ballaigues Switzerland)
- Succión endodóntica
- Hipoclorito de sodio
- Aguja endodóntica para irrigar calibre 30
- Jeringa desechable Luer-lock de 3ml
- EDTA al 17%
- Solución salina
- Agua destilada
- Alcohol
- Sellador biocerámico BioRoot Flow (SEPTODONT 58, rue du Pont de Créteil 94107 Saint-Maur-des-Fossés, France)
- Sellador biocerámico EndoSequence BC Sealer
- Puntas para dispensar el sellador endodóntico
- Resina Fluida

- Ácido grabador
- Adhesivo
- Lámpara de fotocurado
- Fi P de Woodpecker
- Loseta de vidrio
- Espátula para cemento
- Glick #1
- Condensador endodóntico 5/6
- Colorante azul de metileno
- Aparato de rayos X
- Radiovisiógrafo
- Vasos plásticos
- Esmalte de uñas rojo y amarillo
- Tubos de ensayo
- Posicionador plástico
- Scaler ultrasónico

#### **4.10. Aspectos éticos**

Las recopilaciones de dientes extraídos en las diferentes clínicas fueron para uso de la investigación a desarrollar, mismos que posterior al proceso de experimentación se desecharon.

#### **4.11. Procesamiento de datos**

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa SPSS versión 26.0. Se realizó análisis descriptivo e inferencial, utilizando la prueba t de Student, para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales al nivel del 5% de significancia ( $p < 0.05$ ).

## V. Resultados

**Tabla 1. Frecuencias de grado de microfiltración por tipo de sellador**

Grado de microfiltración	Sellador	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
0	BC Sealer	3	11.5	11.5
	BioRoot	4	15.4	26.9
1	BC Sealer	5	19.2	46.2
	BioRoot	4	15.4	61.5
2	BC Sealer	5	19.2	80.8
	BioRoot	5	19.2	100.0

Fuente: Resultados obtenidos con el programa SPSS 26.0

En esta tabla los datos son variados, al observar los resultados del grado de microfiltración 0 la frecuencia fue mayor en BioRoot, en el grado de microfiltración 1 la frecuencia mayor fue en BC Sealer y hay uniformidad en el grado de microfiltración 2 para ambos selladores.

Tabla 2. Parámetros descriptivos del grado de microfiltración por tipo de sellador.

	Sellador	Promedio	Intervalo de Confianza al 95%		DesvSTD	Mínimo	Máximo
			Inferior	Superior			
Grado de microfiltración	BC Sealer	1.15	0.670	1.64	0.801	0	2
	BioRoot	1.08	0.556	1.60	0.862	0	2

Nota. El CI de la media supone que las medias muestrales siguen una distribución t con N - 1 grados de libertad

Fuente: Resultados obtenidos con el programa SPSS

De acuerdo a los resultados de la desviación estándar el grado de microfiltración con sellador BioRoot tiene menor variabilidad que la microfiltración con el sellador BC Sealer, hay más uniformidad en el segundo grupo (sellador BioRoot) que en el primer grupo (sellador BC Sealer). Se concluye que es mínima la diferencia en la desviación de ambos grupos.

Tabla 3. Resultados de la Prueba T-Student para Muestras Independientes

		<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>p</b>
Grado de microfiltración	T de Student	0.236	24.0	0.816

Nota.  $H_0 \mu_{BC\ Sealer} = \mu_{BioRoot}$

Fuente: Resultados obtenidos con el programa SPSS

Comentario:  $P > 0.05$ , por tanto, no hay diferencias estadísticamente significativas a 95 % entre el grado de microfiltración de ambos selladores.

## VI. Discusión

Idealmente los conductos radiculares deben obturarse mediante un sello hermético para evitar la penetración de microorganismos y toxinas bacterianas en el sistema endodóntico. Pues la microfiltración de fluidos, sustancias y bacterias del periápice hacia el interior del conducto radicular se considera la causa más común del fracaso endodóntico.

Este estudio cuenta con 26 dientes, los cuales se dividieron en dos grupos de 13 piezas dentales y se obturaron con BC Sealer y BioRoot, en la tabla 1 se observa que el grupo de BC Sealer presentó microfiltración grado 0 en el 11.4%, grado 1 en el 19.2 y grado 2 en el 19.2% de los casos; en grupo de BioRoot presentó grado 0 de microfiltración en 15.4%, grado 1 en 15.4% y grado 2 en 19.2% de los casos. La frecuencia del grado de microfiltración en este estudio fue de 19.2% para cada grupo en grado 2 de microfiltración apical. Se observó que el grupo de BioRoot presentó mayor porcentaje de dientes en grado 0 que BC Sealer; y el porcentaje del grupo de BC Sealer fue mayor en grado de microfiltración 1 en relación con BioRoot.

En la tabla 2 el promedio del grado de microfiltración de BC Sealer fue de 1.15, en el grupo de BioRoot fue de 1.08. El porcentaje total resultó ser mayor en el grupo BC Sealer que en BioRoot, pero sin diferencias significativas.

En la tabla 3 se presentan los resultados de la prueba de t de Student, obteniendo una significancia estadística de 0.816 es decir, mayor al valor de p ( $> 0.05$ ), y, por tanto, no hay diferencias estadísticamente significativas a 95 % entre el grado de microfiltración de ambos selladores.

En el estudio realizado por Ballullaya, y otros (2017) EndoSequence BC demostró menor valor de microfiltración en comparación con todos los demás selladores (puntaje 1 1-3mm y 2 3-5mm) donde el 60% del grupo de BC Sealer presentó puntaje 1 y el 40% en puntaje 2; a diferencia del presente estudio los dos selladores biocerámicos presentaron en el 100% de los casos valores bajos en microfiltración (grado 0, 1, 2; que van de 0 a 2mm) aun cuando la técnica de

obtención fue diferente, en el presente estudio fue cono único y en el de (Ballullaya, y otros, 2017) fue condensación lateral.

En el estudio realizado por Krell & Madison (1985) en el que compararon un sellador experimental de fosfato de calcio con el de Grossman, (aunque no fue comparado con otro biocerámico) se observó que el sellador a base de fosfato de calcio mostró mayor microfiltración (la media fue de 8.4mm), sugiere que posibles porosidades encontradas en el fosfato cálcico fue la causa, el sellador puede permitir la entrada de pequeñas partículas de azul de metileno en el espacio del conducto entre las partículas del sellador de fosfato de calcio. A diferencia de este estudio que los selladores mostraron microfiltración de tinte, pero no en valores tan altos (media entre 1.08 y 1.15mm), la diferencia podría deberse que el estudio de Krell & Madison 1985 era un sellador biocerámico experimental a base de fosfato de calcio y los de este estudio el principal componente es el silicato de calcio.

La penetración del tinte en la obturación de los dientes puede deberse a la alta solubilidad que presentan los biocerámicos al entrar en contacto con los fluidos, en este caso con el azul de metileno. Los selladores a base de silicato de calcio muestran alta solubilidad después de la inmersión en agua en comparación con el estándar a base de resina (Jafari & Jafari, 2017).

La alta solubilidad puede explicarse por las nanopartículas hidrófilas que aumentan en su superficie y permiten que más moléculas líquidas entren en contacto con el sellador (Al-Haddad & Che Ab Aziz, 2016). La solubilidad de un sellador de conducto radicular no debe exceder el 3% en masa. Un sellador de conducto radicular altamente soluble invariablemente permitiría la formación de espacios dentro y entre el material y la dentina radicular, proporcionando así vías de microfiltración desde la cavidad bucal y tejidos periapicales (Ørstavik, 2005).

Aunque la alta solubilidad de los selladores a base de silicato de calcio se puede considerar una desventaja, su potencial bioactivo es una consecuencia de la solubilidad de estos materiales incluso después del fraguado. (Lopes Zordan-Bronzel , y otros, 2019)

Estudios anteriores han demostrado que las capas finas de sellador son los preferidos en la endodoncia moderna, porque el sellador podría encogerse durante el fraguado y disolverse con el tiempo, produciendo filtraciones. En la técnica del cono único, el volumen de sellador es alto en relación con el volumen del cono y esta relación podría promover la formación de huecos y reduce la calidad del sellado, aunque según estudios realizados de selladores biocerámicos (Zhou, y otros, 2013) investigaron los cambios dimensionales y se demostró una ligera expansión en el sellador biocerámico, lo cual podría decirse que es beneficioso ya que se reduciría la formación de huecos y mejoraría la calidad de sellado.

La estabilidad dimensional de los selladores biocerámicos a menudo se destaca como la razón principal para permitir su uso con condensación hidráulica en frío, especialmente la técnica de cono único.

La adhesión del sellador a la dentina depende de una multitud de factores que interactúan, incluyendo la limpieza y energía superficial intermolecular de la dentina, la tensión superficial y capacidad de humectación de los selladores (Saleh , Ruyter, Haapasalo, & Ørstavik, 2002 ). La dificultad para eliminar la capa de barrillo en el tercio apical podría actuar como una barrera física que interfiriera con la adaptación del sellador a la dentina del conducto radicular (Balguerie, Slui, Vallaey, Gurgel-Georgelin, & Diemer, 2011 ). El barrillo dentinario podría bloquear la entrada de selladores en los túbulos dentinarios, lo que favorecería la penetración del tinte entre el material y la dentina.

## **VII. Conclusiones**

1. El sellador EndoSequence BC Sealer presentó microfiltración en los grados 0,1,2 en los diferentes dientes estudiados

2. El sellador BioRoot presentó microfiltración en los grados 0,1,2 en los diferentes dientes estudiados.

3. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos selladores, ambos presentaron grados de microfiltración, ninguno de los dos logró evitar completamente la filtración del tinte en todos los dientes.

## **VIII. Recomendaciones:**

### **A docentes y a residentes de la especialidad de endodoncia:**

1. Realizar estudios sobre microfiltración de selladores biocerámicos utilizando estas y otras marcas, así como diferentes técnicas de obturación, lo cual nos ayudará a tener presente qué sellador y qué técnica de obturación logran un sellado óptimo que conlleve a disminuir la microfiltración de fluidos.
2. Realizar estudios in vivo con selladores biocerámicos y usando técnicas como CBCT para la medición de espacios u otros criterios, para así poder elegir acertadamente el sellador endodóntico que presente menores posibilidades de fallar.

### **A odontólogos:**

1. Actualizarse sobre nuevas técnicas y tecnología en endodoncia (como la introducción de selladores biocerámicos), que permita el uso adecuado de los materiales.
2. Considerar el uso de selladores biocerámicos como material de obturación ya que es una nueva generación de selladores endodónticos, que proveen un buen sellado apical.

## IX. Referencias Bibliográficas

- ADA. (2000). *Chicago, IL, USA Patente n° Specification N°57.*
- Al-Haddad , A., & Che Ab Aziz, Z. (2016). Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater.*
- Almeshari, S. A. (2020). *Micro-CT assessment of the sealing ability of bio-ceramic root canal sealers.*
- Aracena, D., Bustos, L., Aracena, A., Alvarez, P., & Hernández, S. (Junio de 2021). Apical Sealing Efficacy of the Bioceramic Cements Bio Root and MTA Fillapex: An ex vivo Study. *International Journal of Odontostomatology, 15(2).*
- Aziz Mohamed El Sayed, M. A., & Al Hussein, H. (2018). Apical dye leakage of two single-cone root canal core materials (hydrophilic core material and gutta-percha) sealed by different types of endodontic sealers: An in vitro study. *J Conserv Dent., 21(2).*
- Bae, W.-J., Chang, S.-W., Lee, S.-I., Kum, K.-Y., Bae, K.-S., & Kim, E.-C. (2010). Human periodontal ligament cell response to a newly developed calcium phosphate-based root canal sealer. *JOE, 36(10), 1658-1663.*
- Balguerie, E., Slui, L., Vallaes, K., Gurgel-Georgelin, M., & Diemer, F. (2011 ). Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. *JOE, 37(11), 1576-1579.*
- Ballullaya, S. V., Vinay, V., Thumu, J., Devalla, S., Bollu, I. P., & Balla, S. (Junio de 2017). Stereomicroscopic Dye Leakage Measurement of Six Different Root Canal Sealers. *Journal of Clinical and Diagnostic Research, 11(6), 65-68.*

- Brasseler. (2012). Obtenido de brasselerusadenta: <https://brasselerusadental.com/wp-content/files/B-3644-Bioceramic-Brochure.pdf>
- Brasseler Dental USA. (s.f.). Obtenido de [https://brasselerusadental.com/wp-content/uploads/sites/9/2018/01/IFU-0018\\_Brasseler\\_USA\\_ES\\_BC\\_Sealer\\_IFU\\_REV\\_C.pdf](https://brasselerusadental.com/wp-content/uploads/sites/9/2018/01/IFU-0018_Brasseler_USA_ES_BC_Sealer_IFU_REV_C.pdf)
- Bryan, T., Khechen, K., Brackett, M., Messer, R. L., El-Awady, A., Primus, C., . . . Tay, F. (2010). In Vitro Osteogenic Potential of an Experimental Calcium Silicate-based Root Canal Sealer. *JOE*, 36(7), 1163-1169.
- Carvalho de Vasconcelos, B., Bernardes, R. A., Húngaro Duarte, M. A., Monteiro Bramante, C., & Gomes de Moraes, I. (2011). Apical sealing of root canal fillings performed with five different endodontic sealers: analysis by fluid filtration. *Journal of Applied Oral Science*, 19(4).
- Cobankara, F. K., Adanir, N., & Pashley, D. H. (2002). A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. *International Endodontic Journal*, 35, 979-984.
- Dalat, D. M., & Onal, B. (1998). Apical Leakage of a New Glass Ionomer Root Canal Sealer. *JOE*, 24(3), 161-163.
- de Miranda Candeiro, G. T., Campelo Correia, F., Húngaro Duarte, M. A., Ribeiro-Siqueira, D. C., & Gavini, G. (2012). Evaluation of Radiopacity, pH, Release of Calcium Ions, and Flow of a Bioceramic Root Canal Sealer. *JOE*, 38(6), 842-845.
- Donnermeyer, D., Bürklein, S., Dammaschke, T., & Schäfer, E. (2019). Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology*, 107(4), 421-436.
- Estrela, C. (2005). *Ciencia Endodóntica* (Primera ed.). São Paulo: Editorial Artes Médicas Latinoamericanas.

- Falcón Paredes, K., & García Argüello, F. (2016). *Estudio comparativo del grado de filtración de dos materiales de obturación; GUTTAFLOW 2 y ADSEAL; utilizando la prueba de penetración de colorante azul de metileno.*
- Grossman, L. (2021). *Grossman's Endodontic Practice* (Doceava ed.). (B. S. Chandra, & K. V. Gopi, Edits.) India: Wolters Kluwer .
- Grossman, L. I. (1976). Physical properties of root canal cements. *Journal of Endodontic*, 2(6), 166-75.
- Haapasalo, M., & Shen, Y. (2010). Irrigation in Endodontics. *Dent Clin N Am*, 54, 297-312.
- Húngaro Duarte, M., de Oliveira El Kadre, G., Vivan, R., Guerreiro Tanomaru, J., Tanomaru Filho, M., & Gomes de Moraes, I. (2009). Radiopacity of portland cement associated with different radiopacifying agents. *JOE*, 35(5), 737-740.
- ISO, I. S. (2012). *Geneva, Switzerland Patente nº 6876:2012, 3rd ed.*
- Jafari, F., & Jafari, S. (2017). Composition and physicochemical properties of calcium silicate based sealers: A review article. *J Clin Exp Dent.*, 9(10), 1249-1255.
- Kikly, A., Jaa'foura, S., Kammoun, D., & Sahtout, S. (2020). Sealing Ability of Endodontic Cements: An In Vitro Study. *Hindawi International Journal of Dentistry*.
- Krell, K. V., & Madison, S. (1985). Comparison of Apical Leakage in Teeth Obturated with a Calcium Phosphate Cement or Grossman's Cement Using Lateral Condensation. *JOE*, 11(8), 336-339.
- Leonardo, M. R. (2011). *Endodoncia. Tratamiento de Conductos Radiculares Principios*. Brasil: Editorial Artes Médicas.
- Lopes Zordan-Bronzel , C., Esteves Torres, F., Tanomaru-Filho, M., Chávez-Andrade, G., Bosso-Martelo , R., & Guerreiro-Tanomaru, J. (2019).

Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. *JOE*, 45(10), 1248-1252.

Loushine, B. A., Bryan, T. E., Looney, S. W., Gillen, B. M., Loushine, R. J., Weller, R. N., . . . Tay, F. R. (2011 ). Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *Journal of Endodontics*, 37(5), 673-677.

McClanahan, S. B., Crepps, J. T., Maranga, M. C., Worrell, D. E., Behnia, A., & McClanahan, S. e. (2020). *Glossary of Endodontic Terms* (Decima ed.). Chicago, Estados Unidos. Obtenido de <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms/>

McHugh, C., Zhang, P., Michalek, S., & Eleazer, P. (2004). pH required to kill *Enterococcus faecalis* in vitro. *JOE*, 30(4), 218-219.

Monardes Cortés, H., Abarca Reveco, J., & Castro Hurtado, P. (2014). Apical Microfiltration of Two Cement Sealers. An in vitro Study. *Int. J. Odontostomat*, 8(3).

Moreira Veríssimo, D., & Sampaio do Vale, M. (2006 ). Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *J Oral Sci*, 48(3), 93-8.

Nagas , E., Uyanik, M., Eymirli, A., Cehreli , Z., Vallittu , P., Lassila, L., & Durmaz, V. (2011). Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *Journal of endodontics*, 38(2), 240-244.

Okabe, T., Sakamoto, M., Takeuchi, H., & Matsushima, K. (2006). Effects of pH on mineralization ability of human dental pulp cells. *JOE*, 32(3), 198-201.

Oliver, C. M., & Abbott, P. V. (2001). Correlation between clinical success and apical dye penetration. *International Endodontic Journal*, 34, 637-644.

Ørstavik, D. (2005). Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endodontic Topics*, vol. 12,, 12(1), 25-38.

- Quanzu, Y., Troczynski, T., & Liu, D.-M. (2002 ). Influence of apatite seeds on the synthesis of calcium. *Biomaterials*, 23(13), 2751-2760.
- Ramos Cruz, R. C. (2013). *Evaluación de la microfiltración marginal cervical en cavidades clase II, restauradas con tres diferentes técnicas. Estudio in vitro*. Tacna. Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2421>
- Saleh , I., Ruyter, I., Haapasalo, M., & Ørstavik, D. (2002 ). The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. *Int Endod J*, 35(10), 859-866.
- Salle, L., Gomes-Cornélio, A., Guimarães, F., Rossa-Junior, C., Guerreiro-Tanomaru, J., & Tanomaru-Filho, M. (2012). Mineral Trioxide Aggregate–based Endodontic Sealer Stimulates Hydroxyapatite Nucleation in Human Osteoblast-like Cell Culture. *Journal of Endodontics*, 38(7), 971-976.
- Schilder, H. (2006). Filling root canals in three dimensions. 1967. *JOE*, 32(4), 281-290.
- Schmalz, G. (1944). Use of cell cultures for toxicity testing of dental. *Journal of Dentistry*, 22(2), S6-S11.
- Septodont. (09 de 10 de 2019). <https://www.septodont.com>. Obtenido de <https://www.septodontusa.com/product/endodontics-bioroot-flow/>
- Sfeir, G., Zogheib, C., Patel, S., Giraud, T., Nagendrababu , V., & Bukiet , F. (2021). Calcium Silicate-Based Root Canal Sealers: A Narrative Review and Clinical Perspectives. *Materials (Basel)*, 14(14), 396.
- Shahsiah, S., Torabizadeh, S. M., & Shamohammadi, M. (2017). Experimental assessment of sealer bio ceramic wall matching in first and third apical areas by scanning electron microscope. *Biosci. Biotech. Res. Comm.* , 10(1), 215-220.

- Siqueira, J., Fraga, R., & Garcia, P. (1995). Evaluation of sealing ability, pH and flow rate of three calcium hydroxide-based sealers. *Endod Dent Traumatol*, 11(5), 225-228.
- Sun, Z., Wataha, J., & Hanks, C. (1997). Effects of metal ions on osteoblast-like cell metabolism and differentiation. *Journal of Biomedical Materials Research*, 34(1), 29–37.
- Torabinejad , M., & Parirokh , M. (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review - part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *JOE*, 36(1), 16-27.
- Zehnder, M., Patrick, S., Sener, B., & Waltimo, T. (2005). Chelation in root canal therapy reconsidered. *JOE*, 31, 817-820.
- Zhang, H., Shen, Y., Ruse, D. R., & Haapasalo, M. (2009). Antibacterial Activity of Endodontic Sealers by Modified Direct Contact Test Against *Enterococcus faecalis*. *JOE*, 35(7), 1051-1055.
- Zhang, W., Li, Z., & Peng, B. (2009). Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 107(6), 79-82.
- Zhang, W., Li, Z., & Peng, B. (2010). Ex vivo cytotoxicity of a new calcium silicate-based. *International Endodontic Journal*, 769-774.
- Zhou, H.-m., Shen, Y., Zheng, W., Li, L., Zheng, Y.-f., & Haapasalo, M. (2013). Physical Properties of 5 Root Canal Sealers. *JOE*, 39(10), 1281-1286.

## X. Anexos

### Anexo 1. Ficha de recolección de datos



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, LEON  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
ESPECIALIDAD DE ENDODONCIA**

I. Datos generales de la investigación:

**Grado de microfiltración apical de dos selladores biocerámicos utilizados para la obturación endodóntica con técnica de cono único. Estudio in vitro**

**Autores:** CD. Ana Cristina Chavez Blanco

**Tutor:** Esp. Karen Badilla **Asesor:** PHD. Leonardo Mendoza Blanco

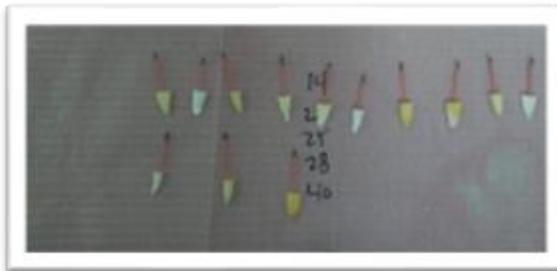
- I. Sellador endodóntico: marcar con una X cual sellador se uso  
EndoSequence BC Sealer:   
BioRoot:
- II. Pieza dentaria #: \_\_\_\_\_
- III. Marcar con una X el grado de microfiltración que se observa en la pieza dental.

Microfiltración apical	
Grado 0: (0,0), no presenta	
Grado 1: (0.0 -1), poca	
Grado 2: (1.01-2), regular	
Grado 3: (2.01-3), amplia	
Grado 4: (3.01-4), extensa	

## Anexo 2. Operacionalización de las variables

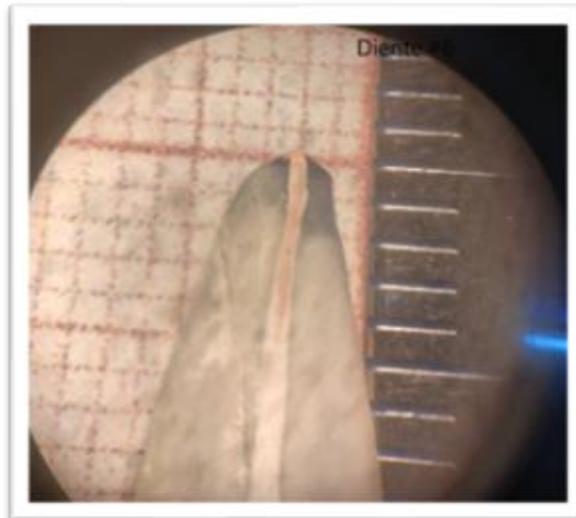
Variables	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Microfiltración apical según el tipo de sellador.</p>	<p>Paso de fluidos tisulares apicales a lo largo de cualquier interfaz entre la superficie del conducto radicular y sus materiales de obturación. Se usó la microfiltración con tinta azul de metileno, se midió con estereoscópico en milímetros. (McClanahan, et al. 2020)</p>	<p>1. Penetración de colorante azul de metileno en sellador A. (biocerámico 1, EndoSequenc e BC Sealer)</p> <p>2. Penetración de colorante azul de metileno en sellador B (biocerámico 2, BioRoot)</p>	<p>Tinción lineal de azul de metileno a través de la obturación.</p> <p>Medición en grados:            Grado 0: (0,0), no presenta            Grado 1: (0.1 - 1), poca            Grado 2: (1.01-2), regular            Grado 3: (2.01-3), amplia            Grado 4: (3.01-4), extensa</p>	Ordinal
<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Selladores biocerámicos</p>	<p>Grupo de materiales cerámicos bioactivos que son biocompatibles por naturaleza con buenas propiedades físicas y químicas utilizados en endodoncia como materiales de recubrimiento pulpar o de relleno radicular (McClanahan, y otros, 2020).</p>	Tipo de marca (fabricante)	EndoSequence BC sealer BioRoot	Nominal

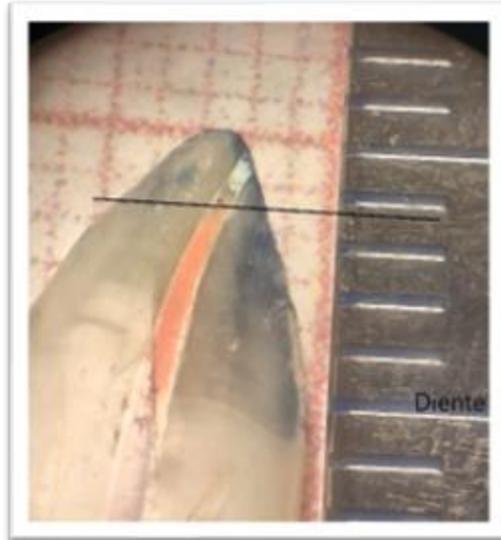
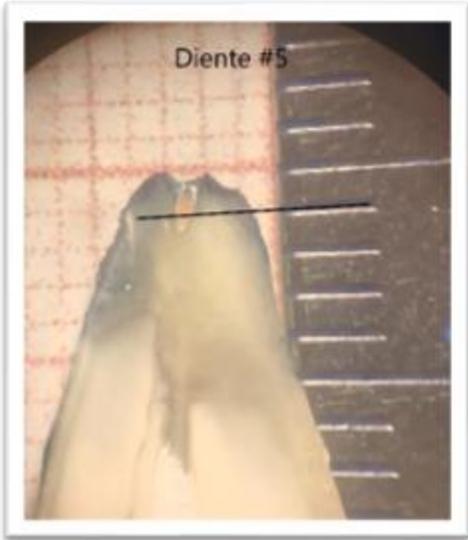
### Anexo 3 Fotografias





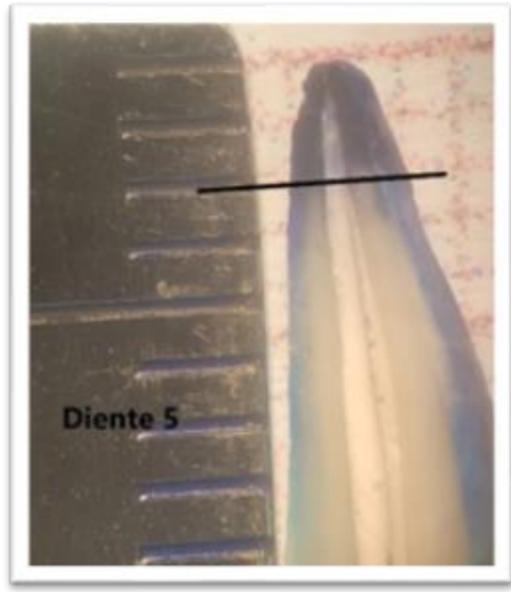
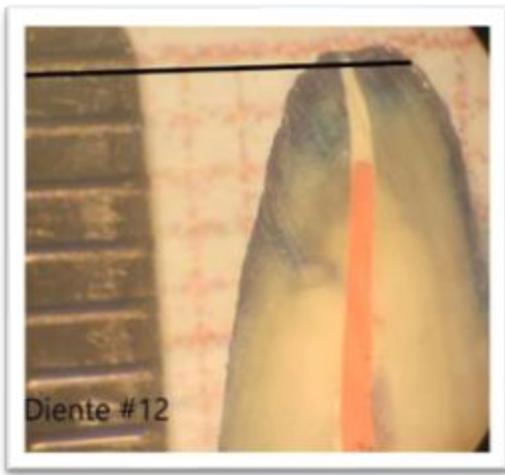
**Grupo 1**





**Grupo 2**





### Anexo 3

