

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Posgrados

**Comparación de la estabilidad dimensional entre tres cementos
selladores biocerámicos, simulando envejecimiento artificial acelerado.**

In vitro. Ecuador 2021

Proyecto de investigación

Viviana Marcela Hidalgo Moya

Dra. Silvana Beatriz Terán Ayala

Director de Trabajo de Titulación

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

Quito, febrero 2022

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE POSGRADOS

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Comparación de la estabilidad dimensional entre tres cementos selladores biocerámicos, simulando envejecimiento artificial acelerado. In vitro.
Ecuador 2021

Viviana Marcela Hidalgo Moya

Dr. José Maldonado

Director del Programa de Endodoncia

Dra. Paulina Aliaga

Decana de la Facultad de Odontología

Hugo Burgos, PHD

Decano del Colegio de Posgrados

Quito, 11 de marzo 2022

© Derechos de Autor

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

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

Nombre del estudiante: Viviana Marcela Hidalgo Moya

Código de estudiante: 214720

C. I.: 1724091648

Quito, 11 de marzo 2022

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mis padres y hermanos por su apoyo, cariño y paciencia que me brindan día a día en mi formación profesional, también con mucho cariño a mis amigos por toda su ayuda incondicional. Por último, pero no menos importante a cada uno de mis tutores a lo largo de este tiempo de formación, por darme la oportunidad de obtener buenos y sólidos conocimientos de la mejor y más hermosa profesión.

Viviana Hidalgo Moya.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por cada una de las oportunidades y personas que ha puesto en mi camino tanto personal como profesional. A mi familia que creyeron en mí y siempre me dan su inmenso amor, apoyo y cariño, a mi querida amiga, Dra. Raquel Guillen por su inmenso apoyo en cada paso a dar en esta especialización, a mi tutora Dra. Silvana Terán por brindarme su confianza y apoyo durante el desarrollo de esta investigación. A mis amigos y amigas y a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron para la realización de este trabajo. También a cada uno de los tutores que me brindaron su amistad, conocimientos y apoyo en todo mi trayecto académico.

I. Resumen

La obturación del conducto radicular ofrece un sellado hermético y tridimensional de todo el sistema de conductos, evitando el paso de cualquier microorganismo. Un sellador con una buena estabilidad dimensional es un complemento en esta etapa.

Objetivos: Comparar los cambios dimensionales que pueden producir a nivel apical a largo plazo los cementos selladores biocerámicos: BioRoot RCS, TotalFill y Bio-C Sealer, sometiendo las muestras a termociclaje.

Metodología: muestra conformada por 20 conductos uniradiculares divididos en 4 grupos (n=5) 3 de estudio y 1 de control (AH Plus). Longitud estandarizada de 14mm por decoronación de las muestras. Patencia del conducto hasta lima k #20 a -0,5 mm de longitud de trabajo. Instrumentación mecánica con limas Reciproc Blue hasta R40, irrigación con hipoclorito al 5,25%, agua destilada y EDTA al 17%. Secado de conductos. Cementos premezclados en jeringuillas se inyecta directamente en conducto (Total Fill y Bio-C Sealer) y cementos para preparar se siguió instrucciones de fabricante y se los introdujo en una jeringuilla para ser inyectados (BioRoot RCS y AH Plus). Muestras almacenadas en estufa incubadora a 37 °C y 100 % de humedad durante 7 días, posterior a ello se realizó el 1° examen tomográfico. Termociclaje de muestras a 5° C y 55° C por 20 segundos en cada temperatura, con total de 30.000 ciclos, se realiza el 2° examen tomográfico. Imágenes se miden en programa ImageJ.

Resultados: BioRoot RCS (BR) presenta media de contracción más baja de 0,797 mm, a diferencia de Bio C- Sealer (Angelus) de 0,90 mm, TotalFill (FKG) de 0,894 mm y muestra control AH Plus de 0,926mm. De prueba ANOVA ($p>0,05$), no se obtiene diferencias estadísticamente significativas

Conclusión: Los cementos biocerámicos estudiados presentan similar porcentaje de contracción, el cual no es superior al 1%.

Palabras clave: Silicato de calcio. Tomografía. Termociclado. Estabilidad dimensional

II. Abstract

The root canal obturation offers a hermetic and three-dimensional seal of the entire root canal system, preventing the passage of any microorganism. A sealer with good dimensional stability is an adjunct at this stage.

Objectives: To compare the dimensional changes that can be produced at the apical level in the long term by bioceramic sealing cements: BioRoot RCS, Total Fill and Bio-C Sealer, subjecting the samples to thermocycling.

Methodology: sample made up of 20 single root canals divided into 4 groups (n=5) 3 study and 1 control (AH Plus). Standardized length of 14mm for decoration of the samples. Canal patency up to #20 k-file at -0.5 mm long. Mechanical instrumentation with Reciproc Blue files up to R40, irrigation with 5.25% hypochlorite, distilled water and 17% EDTA. Duct drying. Premixed cements in syringes were injected directly into the canal (Total Fill and Bio-C Sealer). Preparation cements were followed by manufacturer's instructions and content was introduced into a syringe to be injected (BioRoot RCS and AH Plus). Samples stored in an incubator at 37 °C and 100% humidity for 7 days, after which the first tomographic examination was performed. Thermocycling of samples at 50 C and 55o C for 20 seconds at each temperature with a total of 30,000 cycles, 2 tomographic examinations are performed. Images are measured in ImageJ.

Results: BioRoot RCS (BR) has a lower average contraction of 0.797 mm, unlike Bio C-Sealer (Angelus) of 0.90 mm, Total Fill of 0.894 mm and control sample AH Plus of 0.926 mm. ANOVA test ($p>0.05$), no statistically significant differences are obtained

Conclusion: The studied bioceramic cements present a similar shrinkage percentage, which is not higher than 1%.

Keywords: Calcium silicate. Tomography. Thermocycling. Dimensional stability

Contenido

CAPITULO I.....	11
1.1 Introducción.....	11
1.2 Justificación.....	12
1.3 Planteamiento del problema.....	14
1.4 Objetivos.....	14
1.4.1 Objetivo General.....	14
1.4.2 Objetivos Específicos.....	15
1.5 Hipótesis.....	15
2. Marco Teórico.....	15
2.1 Obturación.....	16
2.1.1 Objetivos de la obturación.....	17
2.2 Materiales.....	17
2.2.1 Gutapercha.....	18
2.2.2 Cementos.....	19
Estabilidad dimensional.....	20
2.2.2.1 Clasificación:.....	21
2.2.2.1.1 Cementos biocerámicos.....	25
2.2.2.1.1.1 BioRoot tm RCS.....	27
2.2.2.1.1.2 TotalFill BC Sealer.....	30
2.2.2.1.1.3 Cemento sellador BIO-C Sealer.....	32
2.3 Envejecimiento Ambiental Acelerado.....	33
2.3.1 Termociclado.....	33
CAPITULO III.....	35
3. Diseño metodológico.....	35
3.1 Tipo de estudio.....	35
3.2 Población de estudio.....	35
3.3 Tamaño de muestra.....	35
3.4 Criterios bioéticos.....	36
3.5 Criterios de inclusión y exclusión.....	36
3.6 Variables.....	36
3.7 Operacionalización de variables.....	37
3.8 Procedimiento.....	37
3.9 Recolección de datos.....	45
Capítulo IV.....	47
4.1 Resultados.....	47
4.2 Discusión.....	65

4.3 Conclusiones.....	70
4.4 Limitaciones del estudio.....	71
4.5 Recomendaciones.....	72
5. Bibliografía.....	73
6. Anexos.....	75

Tabla de imágenes

Imagen 1. Cemento AH Plus	24
Imagen 2. Mecanismo de fraguado biocerámicos	26
Imagen 3, Cemento BioRoot RCS. Francia.....	30
Imagen 4. TotalFill BC Sealer, Suiza.....	31
Imagen 5. Cemento sellador BIO-C Sealer. Brasil.....	33
Imagen 6. Termocicladora Laboratorio USFQ.....	34
Imagen 7 Limpieza de muestras.....	38
Imagen 8 Instrumentación	39
Imagen 9 Irrigación y Secado de conducto	39
Imagen 10 Conductometría	41
Imagen 11 Inyección BioRoot RCS	41
Imagen 12 Inyección BioC-Sealer.....	41
Imagen 13 Inyección TotalFill BC	42
Imagen 14 Inyección AH Plus.....	43
Imagen 15 Estufa Incubadora	43
Imagen 16 Examen Tomográfico	44
Imagen 17 Temperatura de termocicado	45
Imagen 18 Imagen tomográfica en lectura de programa ImageJ.....	46

CAPITULO I

1.1 Introducción

El objetivo final del tratamiento endodóntico es lograr un correcto sellado de manera hermética y tridimensional del conducto para evitar el paso de fluidos. (Choen S., 2013)

Para un correcto sellado la obturación endodóntica tridimensional, conlleva tres aspectos importantes y esenciales: la capacidad de relleno, el control microbiano y la compatibilidad biológica para eliminar cualquier posibilidad de proliferación de bacterias y futura aparición de cualquier patología. (Canalda, C. & Brau, E., 2014)

Actualmente existe una variedad de cementos selladores; desde cementos a base de óxido de zinc eugenol, cementos a base de hidróxido de calcio, cementos resinosos, cementos a base de ionómero y los que han aumentado su auge hoy en día podemos encontrar cementos a base de silicato de calcio o más conocidos como “Biocerámicos”.

Hill, en 1847 pone en desarrollo la primera gutapercha, también denominado “empaste de Hill” como material obturador. Para 1867 Bowman propone este material como el de primera elección. (Leonardo, M.R. & Leal, J.M., 2009) (Hargreaves, K. & Cohen, S., 2011)

Una vez incluidas las imágenes radiográficas en los tratamientos endodónticos, se evidencia la necesidad de un material adicional que, junto a la gutapercha desarrollada por Hill rellene los espacios que se identificaban en las imágenes, las cuales mostraban que la anatomía del conducto no era cilíndrica. (Choen S., 2013)

Posterior a estos sucesos se fueron desarrollando diferentes pastas, selladores y cementos con la finalidad de encontrar el mejor sellador para ser usado junto con la gutapercha; así fue como se desarrolló el cemento de Rickert que fue introducido a la endodoncia en 1927 o el cemento de Grossman en 1936. (Canalda, C. & Brau, E., 2014)

Con el tiempo se ha ido mejorando las características de los cementos selladores, con el objetivo de lograr la fórmula de un cemento ideal que nos permita conservar la tridimensionalidad de la obturación en los tratamientos endodónticos.

En esta búsqueda de nuevos cementos se han introducido al mercado cementos basados en silicato tricálcico hidráulico (CSCH), entre estos se incluye al Agregado Trióxido Mineral (MTA) el cual es un derivado del cemento de Portland. (Duarte, y otros, 2018)

Una revisión sistemática realizada en 2016 cuyo objetivo fue comparar las propiedades físico, químicas y biológicas de los cementos basados en silicato tricálcico hidráulico, se incluyeron 27 estudios entre in vivo y ex vivo para su revisión, concluyeron que estos selladores presentaron superiores propiedades en comparación a selladores convencionales, esto a pesar de no presentarse estudios a largo plazo. (Silva Almeida L. , Moraes, Dornelles, & Pappen, 2016)

Mediante el uso de un termociclador se procederá a realizar un estudio a largo plazo para el análisis de la estabilidad dimensional de distintos cementos bioceánicos en la región apical del conducto radicular, al ser esta zona sensible a cualquier cambio que se pueda producir en el paso del tiempo de un tratamiento de endodoncia realizado.

1.2 Justificación.

La obturación de los conductos radiculares tiene un papel fundamental en el éxito de la terapia endodóntica a largo plazo. Por tanto, el uso de un cemento sellador de conductos radiculares con propiedades físicas y químicas adecuadas es de gran importancia para lograr un relleno hermético y tridimensional. (Donnermeyer, Bürklein, Dammaschke, & Schäfer, 2019)

Para que se considere el uso de un cemento sellador endodóntico debe cumplir con diferentes propiedades; como: buena capacidad de reparación, biocompatible, radiopaco,

antibacteriano, tiempo de fraguado adecuado y adecuada estabilidad dimensional. (Donnermeyer, Bürklein, Dammaschke, & Schäfer, 2019)

La Organización Internacional de Normalización (ISO) 6876: 2001, estableció estándares en cuanto a la estabilidad dimensional que deben presentar los cementos selladores endodónticos, los cuales no deben presentar una expansión lineal mayor al 0,1 % y una contracción no mayor al 1 %. (Tanomaru-Filho, y otros, 2017) (Silva Almeida L. , Moraes, Dornelles, & Geraldo, 2016) (Milanovic, y otros, 2020)

Algunos estudios mencionan estas propiedades en los cementos a base de silicato de calcio (Biocerámicos) introducidos hace no mucho tiempo. Además de algunas características mejoradas como: mejor estabilidad dimensional, debido a su capacidad de expansión de 0,002mm, no sufren contracción al fraguar y no se reabsorben. (Camilleri J. , 2017) (Khalil, Naaman, & Camilleri, 2016)

Al ser relativamente nuevos, existen estudios comparativos basados en algunas propiedades; como su estabilidad dimensional entre estos y cementos a base de resina epóxica u otros cementos. Pero existen pocos estudios que comparen la estabilidad dimensional entre cementos biocerámicos; además no existe mucha literatura sobre estudios en vivo o in vitro que verifiquen esta propiedad en particular y su importancia en la eficacia del tratamiento Endodóntico a largo plazo. (Esteves Torres, y otros, 2019) (Marciano, Hungaro, & Camilleri, 2015)

Los datos serán obtenidos mediante observación por medio de tomografías dentales después de ser obturadas y una segunda tomografía después de ser sometidos a envejecimiento acelerado (Termociclado).

El presente estudio pretende comparar la estabilidad dimensional a nivel apical de tres cementos selladores a base de silicato de calcio usando el Sistema acelerado de envejecimiento para elementos no metálicos (CU-V) y tomografías computarizadas,

esperando aportar información fiable sobre el uso efectivo y confiable de este tipo de cementos en la práctica endodóntica y la estabilidad de los tratamientos a largo plazo.

1.3 Planteamiento del problema.

El avance en el desarrollo de nuevos materiales con capacidad de lograr un sellado tridimensional que perdure a través del tiempo y evite la microfiltración que se pueda dar entre la pared del conducto y el material de obturación se ha convertido en uno de los principales objetivos de la endodoncia actual.

Entre algunas de las propiedades mejoradas podemos mencionar: no se reabsorben y presentan buena estabilidad dimensional por su capacidad de expansión de 0,002mm que mejora la tridimensionalidad de la obturación, (Silva, y otros, 2016)

Diversos estudios mencionan que estos selladores biocerámicos presentan una ligera solubilidad y absorción de líquidos, que, pueden ser causantes de la pérdida de la estabilidad dimensional dejando espacios que pueden ser causantes del fracaso de la terapia endodóntica. (Esteves Torres, y otros, 2019)

Esta ligera solubilidad se puede presentar con el tiempo, en especial en la región apical lo que puede interferir con la calidad de la obturación por ende la eficacia del mismo. Por tanto, surge la siguiente pregunta, ¿Cuál de estos tres cementos selladores biocerámicos BioRoot® RCS, TotalFill® y Bio-C Sealer® posee una mejor estabilidad dimensional a nivel apical y menos espacios en el sellado tridimensional?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Comparar los cambios dimensionales que pueden producir a nivel apical a largo plazo los cementos selladores biocerámicos: BioRoot RCS, TotalFill y Bio-C Sealer, al someter las muestras en el sistema acelerado de envejecimiento para elementos no metálicos, y

determinar la presencia de espacios con tomografía computarizada, para establecer cuál cemento es eficaz a lo largo del tiempo.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Comparar cuál de los tres cementos biocerámicos presenta mejor estabilidad dimensional, determinando el porcentaje de contracción de cada cemento, mediante Tomografía Computarizada.
- Analizar a que altura de tercio apical (2mm, 3mm y 4mm) se produce mayor número de espacios y mayor porcentaje de contracción de cada uno de los cementos biocerámicos

1.5 Hipótesis

HIPÓTESIS 1

TotalFill tendrá mayor o igual estabilidad dimensional que BioRoot y Bio-C Sealer a nivel apical.

HIPÓTESIS 0

Total Fill tendrá menor estabilidad dimensional que BioRoot y Bio-C sealer.

CAPITULO II

2. Marco Teórico.

Diversos factores contribuyen a alcanzar el éxito en un tratamiento endodóntico. Una vez realizado un control efectivo durante la fase microbiana, una adecuada obturación del canal radicular, así como una adecuada restauración coronal del diente tratado, puede garantizar una alta probabilidad de éxito del tratamiento. (Torabinejad M., 2010)

Aunque todas las fases del tratamiento endodóntico son de gran importancia, no cabe duda que la obturación juega un papel notable. (Canalda, C. & Brau, E., 2014)

El sellado tridimensional del conducto se lo debe realizar tanto a nivel apical como coronal, presentar una masa homogénea adaptada a la pared del mismo, para esto se han propuesto variedad de cementos y técnicas de obturación que ayudan a cumplir estas características. (Bergenholtz, 2011)

Actualmente se presentan nuevos cementos de obturación cuyas propiedades mejoradas ayudan a mantener su estabilidad dimensional, para que así la obturación no presente contracciones a lo largo del tiempo y se pueda garantizar el éxito del tratamiento.

2.1 Obturación

Un adecuado tratamiento endodóntico se verá reflejado en la obturación final, siendo este el único elemento objetivo mediante el cual podemos evaluar la calidad del mismo. A través de este se evalúa la conicidad, la longitud, el grado de densidad, el nivel coronario en que se realizó el corte de la gutapercha y el correcto sellado coronal. (Hammad, 2009)

En la obturación del canal radicular se intenta secuestrar en su interior el detritus orgánico que no se logran retirar con la preparación biomecánica, desinfección química y los producidos por la instrumentación (Torabinejad M., 2010). Así pues, el mantener impermeable toda la longitud del conducto evita la liberación hacia los tejidos periapicales de los restos que no han sido eliminados y el aporte exógeno de potenciales irritantes.

No obstante, es más importante lo que se saca del canal que lo que introducimos en él, aunque la obturación es una referencia para determinar la calidad del tratamiento. (Leonardo, M.R. & Leal, J.M., 2009) (Giudice-García A, 2011)

La obturación de conductos radiculares presenta especiales características como son:

-Se debe realizar de manera tridimensional, así prevenimos la microfiltración de exudados hacia y desde los tejidos periapicales.

-Utilizar poca cantidad de cemento sellador, el cual debe ser completamente compatible tanto química como biológicamente al igual que la gutapercha, para así formar una unión y un selle adecuado.

-La obturación debe reflejar una similitud a la morfología radicular, además que radiográficamente debe llegar lo más próximo al límite cemento dentina.

-La finalidad básica de la obturación consiste en aislar los conductos radiculares del resto de organismos. (Canalda, C. & Brau, E., 2014)

2.1.1 Objetivos de la obturación

Canalda y colaboradores en el 2014 proponen dos objetivos principales para la obturación.

-*Objetivo técnico.* - rellenar herméticamente todo el conducto radicular, con un material estable que no se deforme al paso del tiempo, sin sobrepasar los límites periapicales.

-*Objetivo biológico.* - ayudar en el proceso de reparación de los tejidos periapicales y la aposición de cemento en las zonas de reabsorción del ápice. (Canalda, C. & Brau, E., 2014)

2.2 Materiales

Para impedir que bacterias y sus productos se infiltren hacia el interior del conducto radicular al área periapical, estos deben estar provistos con una obturación fuerte, hermética y duradera. Si durante la preparación biomecánica algún resto bacteriano no haya sido removida, los materiales de obturación deben aislarla y hacerla inocua privándola de nutrientes. Por lo tanto, los materiales de obturación deben evitar la infección/reinfección de los conductos radiculares tratados. (Bergenholtz, 2011)

Debe presentar un nivel adecuado de biocompatibilidad para que se produzca la reparación de tejidos periodontales y mantener una buena condición periapical. También

deben activar y estimularla la regeneración del tejido conjuntivo del periodonto. (Bergenholtz, 2011)

Los materiales de obturación se los clasifica en sólidos (gutapercha) y en plásticos (cementos selladores), los mismos que deben comportarse de manera eficaz y eficiente formando un binomio ideal, para lograr un éxito total en la obturación.

Según Grossman estos materiales deben cumplir ciertos requisitos:

- Manipulación fácil con tiempo de trabajo suficiente.
- Estabilidad dimensional al ser introducido en el conducto.
- No ser soluble en un medio húmedo
- Sellar totalmente el conducto radicular
- Ser bacteriostático
- No irritar tejidos periapicales
- Radiopaco para su diferenciación en radiografías.
- No pigmentar tejidos dentarios.
- Debe ser estéril o fácil de esterilizar
- Se pueda retirar con facilidad de ser necesario. (Goldberg F, 2003)

A pesar que ningún material cumple a la perfección estos requisitos, en la obturación se emplean varios materiales para que, conjuntamente cumplan con las exigencias de un buen sellado hermético. La elección del cemento de obturación depende de las circunstancias de cada caso. (Choen S., 2013)

2.2.1 Gutapercha

Material ampliamente utilizado y aceptado para la obturación de los conductos. Es un polímero orgánico natural (polisopropeno); se presenta de diferentes formas estereoquímicas que le confieren propiedades distintas, aunque su composición química sea la misma. (Eraso N, 2012) (Choen S., 2013)

Para una mejor adaptación de la gutapercha a las paredes del conducto se han desarrollado diversos materiales, y diversas técnicas. No obstante, todas ellas precisan el uso de un cemento para sellar la interfaz entre las paredes y la gutapercha. (Sahli, 1997)

La gutapercha se presenta en dos formas cristalinas: alfa y beta. La forma alfa es natural y de baja viscosidad, a menor temperatura. La forma cristalina beta se obtiene por calentamiento de la forma alfa y su enfriamiento brusco. (Eraso N, 2012)

Según Nguyen, en mención a Canalda en el 2014, enumeran ciertas ventajas y desventajas de la gutapercha:

Ventajas:

- Se deforma mediante la presión.
- Puede reblandecerse o plastificar mediante el uso de disolventes o calor.
- Tolerada por tejidos.
- Ligeros cambios dimensionales después de endurecer.
- Son radiopacos.

Desventajas:

- Falta de rigidez.
- No presenta adhesividad, es necesario el uso de un cemento para sellar interfaces.
- Se pueden presentar sobrestensiones más allá del límite apical. (Canalda, C. & Brau, E., 2014)

2.2.2 Cementos

El uso de cementos selladores para obturar los conductos radiculares es un factor importante para el éxito de obturación. El objetivo de estos es sellar la interfase que existe entre el material de obturación y las paredes dentinarias, para conseguir de esta manera una obturación del conducto radicular de forma tridimensional y de forma hermética,

además rellena irregularidades que se puedan presentar en el conducto y sus pequeñas discrepancias entre la pared del conducto y el material sólido de obturación. (Canalda, C. & Brau, E., 2014) (Choen S., 2013)

Los cementos pueden llegar a penetrar conductos laterales y accesorios, además controla los microorganismos presentes en túbulos dentinarios del conducto radicular. Además, actúan como lubricantes en el asentamiento del material sólido de obturación en la etapa de condensación. Para llegar a considerar un cemento como ideal éste debe ser biocompatible y ser tolerado por los tejidos perirradiculares. (Choen S., 2013)

Al ser mezclados en su estado inicial pueden llegar a presentar un grado de toxicidad, que va disminuyendo a medida que estos son colocados. Todos son reabsorbibles cuando se exponen a los tejidos y a los líquidos tisulares. (Choen S., 2013)

Características:

- Manipulación y aplicación sencilla.
- Tiempo de fraguado adecuado para su manipulación.
- Insoluble, impermeabilidad y adherencia.
- Buen corrimiento: para ocupar los espacios que presenta la anatomía radicular.
- Radiopacidad adecuada.
- No alterar el color del diente.
- Acción Antibacteriana.
- Remoción sencilla.
- Biocompatibilidad con los tejidos periradiculares. (Goldberg F, 2003) (Leonardo, M.R. & Leal,J.M., 2009)

Estabilidad dimensional.

Esta propiedad es importante en función del tiempo después de su fraguado, ya que una contracción va a constituir en un cambio dimensional el cual puede provocar espacios a

lo largo de la unión cemento – dentina. Estos espacios pueden llegar a representar vías de comunicación o filtración de microorganismo y sus subproductos, determinando la calidad del selle; de manera especial a nivel de tercio apical, esto puede permitir una comunicación directa con fluidos apicales, produciendo un fallo en el tratamiento endodóntico. (Carvalho-Júnior , y otros, 2007)

La estabilidad dimensional de los cementos selladores está regulada por La Organización Internacional de Normalización (ISO) 6876: 2001, mencionando que los cementos selladores endodónticos no deben presentar una expansión lineal mayor al 0,1 % y una contracción no mayor al 1 %. Pero estos cementos no solo pueden presentar contracción o expansión, también puede formarse poros cerrados los cuales se encuentran en el material y no tiene comunicación con pared dentinal del conducto. (Tanomaru-Filho, y otros, 2017) (Silva Almeida L. , Moraes, Dornelles, & Geraldo, 2016) (Milanovic, y otros, 2020)

Algunos estudios mencionan que los nuevos cementos a base de silicato de calcio (Biocerámicos) introducidos hace no mucho tiempo presentan una estabilidad dimensional mejorada debido a su capacidad de expansión de 0,002mm, no sufren contracción al fraguar y no se reabsorben. (Camilleri J. , 2017) (Khalil, Naaman, & Camilleri, 2016)

2.2.2.1 Clasificación:

Cementos a base de óxido de zinc-eugenol:

Ampliamente conocidos, asociados a diferentes sustancias con el objeto de mejorar y potenciar sus propiedades físico-químicas y biológicas. El vehículo principal en la mezcla de estos materiales es el eugenol, que proporciona un efecto antibacteriano. (Benavides, 2015) La desventaja de este, es que se disuelve en los tejidos liberando óxido de zinc y eugenol, causante de irritación de los tejidos. (Benavides, 2015) (Villena, H., 2012)

Estos cementos a base de óxido de zinc eugenol presenta un tiempo de manipulación prolongado, endurecimiento lento en ausencia de humedad y buena plasticidad. (G., 2000)

La composición básica de un sellador de óxido de zinc eugenol es:

- Polvo: Óxido de zinc (42%), Resina Staybelite (27%), subcarbonato de bismuto (15%), sulfato de bario (15%), borato de sodio anhidro (1%).
- Líquido: Eugenol (4-alil-2-metoxifenol) (Bergenholtz, 2011)

Cementos a base de hidróxido de calcio:

El hidróxido de calcio es considerado un inductor de tejidos calcificados en recubrimientos pulpares indirectos y directos. Además, presenta un poder bacteriostático y bactericida que ayuda a controlar los microorganismos. (Canalda, C. & Brau, E., 2014) Este se disocia en ion calcio y en ion hidroxilo para actuar de una manera eficaz, pero a su vez el hidróxido de calcio presenta cierta contradicción debido a que, al disolverse el contenido sólido, deje espacios en la obturación. (Benavides, 2015) (Villena, H., 2012)

Componentes básicos de un sellador de hidróxido de calcio:

- Pasta base: hidróxido de calcio (32), colofonía (32%), bióxido de silicón (8%), óxido de calcio (6%), óxido de zinc (6%), otros (16%).
- Pasta Catalizadora: disalicilatos (36%), carbonato de bismuto (18%), bióxido de silicón (15%), colofonía (5%), fosfato tricálcico (5%), otros (21%). (Bergenholtz, 2011)

Cementos a base de ionómeros vítreos:

Los cementos de ionómero de vidrio se unen de manera adhesiva a la estructura dental, y reducen la filtración de los líquidos bucales hacia la interfase cemento diente. A su vez presentan la liberación de flúor por un largo periodo. (Villena, H., 2012)

Estos cementos tienen una fluidez óptima, permitiendo un buen sellado de las paredes del conducto radicular. Evitan la filtración bacteriana por su buena adhesión con la dentina. Sus inconvenientes son la dificultad para desobturar el conducto radicular, por carecer de solventes. (Benavides, 2015)

Componentes básicos de un sellador a base de ionómero de vidrio:

- Polvo: Lantato de calcio-aluminio-fluoruro-silicato-vítreo, wolframito de calcio y pigmentos.
- Líquido: copolímero del ácido maleico y ácido cítrico, ácido tartárico. (Villena, H., 2012)

Cementos a base de resinas

Este grupo de cementos selladores están basados en la química de las resinas y poseen una característica general de presentar buena adhesión a las paredes del conducto radicular, gracias a la presencia de resina en su fórmula. (Ingle,J., 2002)

Estos cementos presentan variadas características como: estabilidad dimensional, radiopacidad, adhesividad, baja contracción y solubilidad, eficacia selladora y fluidez. (Benavides, 2015) (Bergenholtz, 2011)

Estos cementos permiten un menor grado de infiltración marginal, con las propiedades biológicas, del hidróxido de calcio que favorecen la reparación tisular. Además, presenta una fácil y rápida manipulación, estos cementos son químicamente inertes tras su fraguado. Su consistencia proporciona a la mezcla una óptima viscosidad.

(Ingle,J., 2002)

Cemento a base de resina epóxica AH-plus

Los cementos a base de resina epoxi-amina tiene una fluidez adecuada con baja contracción y buena solubilidad, biocompatible con los tejidos. Presentan una cierta

citotoxicidad, la cual ha sido aprovechada demostrando que es efectivo en la eliminación de enterococcus fecalis dentro de los túbulos dentinarios. (Canalda, C. & Brau, E., 2014) Villena menciona que este cemento consiste en dos pastas que se mezclan por partes iguales, se adapta correctamente a las paredes del conducto radicular, es de fácil manipulación, presenta estabilidad dimensional a largo plazo, adecuada biocompatibilidad, buena radiopacidad y estabilidad de color y fácil de retirar del conducto radicular. (Villena H. 2012)

Composición:

Pasta A: resina epóxica, óxido de zirconio, aerosil, tungtenato de calcio.

Pasta B: amina odamantina, N, N Dibenzyl-5 – oxano – diamina – 1.9 – TCD – diamina, Tugstenato de calcio, óxido de zirconio, aerosil, aceite de silicona.

Características: Es un polímero, por lo tanto, tiene una excelente biocompatibilidad en comparación con otros cementos obturadores, menor solubilidad que es del 0,31%. Soluble también en cloroformo, por lo que es posible retirarlo en los retratamientos, posee mayor radiopacidad y estabilidad dimensional al poseer menor contracción, contiene efectos bacteriostáticos y no es tóxico ni mutagénico. (Villena H. 2012)



Imagen 1. Cemento AH Plus

Fuente: Viviana Hidalgo

2.2.2.1.1 Cementos biocerámicos

Los cementos biocerámicos son biocompatibles, estables, no presentan contracción, presentan una ligera expansión al finalizar su fraguado. En la década de 1990 el Dr. M. Torabinejad introduce el cemento biocerámico o hidráulico de primera generación conocido como agregado de trióxido mineral (MTA). Un cemento hidráulico se refiere a un material que debe ser hidratado para fraguar y una vez fraguado son impermeables a la disolución en agua. (Torabinejad & Parirokh, 2010)

Los cementos biocerámicos se diseñaron especialmente para su uso clínico, que incluyen alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, vidrios cerámicos, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles. (Malhotra, Hedge, & Shetty, 2014)

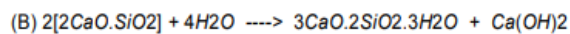
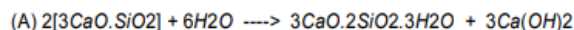
Existen tres categorías de biocerámicos:

- Bioinertes: al hacer contacto con tejidos estos pueden ser tolerados produciendo una respuesta insignificante.
- Bioactivos: presenta capacidad de osteoconducción al no degradarse e interactuar con tejidos circundantes. Dentro de este grupo podemos encontrar los siguientes cementos selladores endodónticos: I-Root SP (IBC, Canadá), el Endosequence BC Sealer (Brasseler, USA) y el TotalFill BC Sealer (FKG, Suiza).
- Biodegradables: son degradados en ambiente biológico y reemplazado por hueso

Fraguado:

Estos cementos al ser hidrofílicos, utilizan el agua presente en los túbulos dentinarios para poder hidratarse; al contener polvo de silicato de calcio, luego de hidratarse forman un gel de silicato de calcio e hidróxido de calcio. Posteriormente los iones de fosfato van a reaccionar junto con el hidróxido de calcio produciendo una precipitación de hidroxiapatita entre la interfase dentina-material biocerámico y agua, de esta forma no solo se crea una unión física, sino una unión química. (Camilleri J. , 2015)

Las reacciones de hidratación de los silicatos de calcio pueden ser de la siguiente manera:



La reacción de precipitación de la hidroxiapatita ocurre de la siguiente manera:

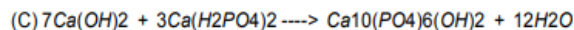


Imagen 2. Mecanismo de fraguado biocerámicos

(Yáñez, 2015)

Propiedades de los Materiales Biocerámicos

Propiedades Físico – Químicas:

- Fuerza de unión: Valores para selladores BC en canales húmedos de 1.8 MPa y en canales secos de 3 MPa.
- Radiopacidad: Cumplen la norma ISO 6876: 2012. Radiopacidad mayor que un espesor de 3mm. de aluminio.
- Solubilidad: Según norma ANSI / ADA < 3% (0,9-2.9 %).
- Tiempo de Fraguado: Promedio de fraguado de 40-120 minutos (fraguado inicial 40-50 minutos y fraguado final 120-170 minutos. La reacción de fraguado variará con la humedad disponible.
- Estabilidad Dimensional: No presentan contracción, experimentan una ligera expansión de fraguado. Cumplen con la norma ISO 6876/2001, disminuyendo la filtración posterior del material.
- Fluidez: Según norma ISO 6876:2001, asociado al tamaño de partículas de 2 μ (12). pH alcalino alto: pH superior a 12,4 las primeras 24 horas, posteriormente se mantiene alcalino y desciende progresivamente hasta el día 28.

- Resistencia a la fractura: Resistencia a la compresión y flexión superior a otros materiales. (Silva, y otros, 2016) (Esteves Torres, y otros, 2019)

Propiedades Biológicas:

- Biocompatibilidad y Citotoxicidad: Los BC son materiales biocompatibles debido a que logran una adecuada y ventajosa respuesta del huésped en aplicaciones clínicas específicas; esto se atribuye a la presencia de fosfato de calcio, que también es el principal componente inorgánico de los tejidos duros.
- Bioactividad y Biomineralización: La bioactividad es la capacidad de un biomaterial para inducir una respuesta biológica específica. Al hidratarse forman una capa de hidroxiapatita, proceso denominado biomineralización.
- Capacidad Antibacteriana: Adquieren propiedades antibacterianas tras la reacción de precipitación durante el fraguado, que conduce al secuestro de bacterias. Generan superficies con nanocristales de 1-3 nm, que evitan la adhesión bacteriana. La reacción de hidratación produce hidróxido de calcio que eleva el pH, lo que se prolonga por 30 días. La difusión continua de hidróxido de calcio en los túbulos dentinarios explicaría la continua eliminación de bacterias. (Camilleri J. , 2017) (Esteves Torres, y otros, 2019)

2.2.2.1.1.1 BioRoot™ RCS

BioRoot™ RCS es un cemento modificado a partir de Biodentine, es un cemento basado en silicato tricálcico hidráulico; este se basa en una química innovadora de microagregados minerales conocida como “tecnología de biosilicato activo. (Simon & Flouriot, 2016)

Composición:

Fabricante	Composición	Proporción
Septodont, Saint Maur Des Fosses, Francia	Polvo: silicato tricálcico, óxido de zirconio, excipientes Líquidos: solución acuosa de calcio cloruro	Capsula polvo 1 cucharilla) – liquido (5gotas)

Cuadro 1. Composición BioRoot™ RCS

Silicato tricálcico, óxido de zirconio ayudan a mejorar su radiopacidad, además el óxido de zirconio mejora ciertas propiedades físicas como su resistencia a la compresión, aumentan su biocompatibilidad al desencadenar una mejor respuesta biológica liberando de manera prolongada y en mayor cantidad iones de calcio. (Siboni, Taddei, Prati, & Gandolfi, 2017)

Proporción de mezcla:

Se debe realizar una mezcla según las indicaciones del fabricante 1 cucharilla de polvo y 5 gotas de líquido.

Tiempo de fraguado:

El tiempo de trabajo es de 10 minutos, aunque el tiempo de fraguado inicial se presenta de 55 minutos y el fraguado final a las 4 horas. Los procesos de hidratación de estos cementos continúa después del fraguado final permitiendo una liberación de iones de calcio por 28 días. (Siboni, Taddei, Prati, & Gandolfi, 2017)

BioRoot presenta algunas propiedades físicas como biológicas, como:

-Biocompatibilidad. – es altamente biocompatible ya que al entrar en contacto con componentes celulares este no los altera; al entrar en contacto directo o indirecto las células no expresan IL-1 β o metaloproteinasas de matriz (MMP-9), (MMP-2) las cuales se asocian a respuestas inflamatorias. (Khalil, Naaman, & Camilleri, 2016)

Presenta una actividad bioactiva estimulando diferentes procesos fisiológicos como la mineralización de estructura dentinaria, lo que ayuda a presentar una mejor cicatrización periapical y a la producción de factores de crecimiento angiogénicos y osteogénicos, formación de hidroxiapatita y la formación de estructura dentinaria. (Siboni, Taddei, Prati, & Gandolfi, 2017)

-pH. - su pH alcalino le provee una capacidad antibacteriana, neutralizando la producción de ácido láctico de los osteoclastos evitando de esta manera la disolución de componentes minerales. (Colombo, y otros, 2018)

BioRoot RCS libera iones de calcio en gran cantidad y de manera prolongada hasta los 28 días de terminado el tratamiento, lo que produce un mejor sellado de manera hermética dentro de los túbulos dentinarios. (Khalil, Naaman, & Camilleri, 2016)

Según el “Manual del fabricante del cemento BioRoot RCS” este cemento presenta las siguientes características. (Septodont, 2017)

- Resistencia a la microfiltración.
- Mineralización de estructuras dentinarias por la formación de hidroxiapatita
- Cristalización dentro de túbulos dentinarios produciendo un sellado hermético.
- Aumento de pH >11 por liberación de hidróxido de calcio.
- Disminuye la sensibilidad postoperatoria.
- Radiopacidad.
- Indicado para técnica de obturación de cono único.
- Tiempo de trabajo mayor a 10 minutos y de fraguado de menor 4 horas.



Imagen 3, Cemento BioRoot RCS. Francia

Fuente: Viviana Hidalgo

2.2.2.1.1.2 TotalFill BC Sealer

Cemento biocerámico el cual se presenta como una pasta premezclada y lista para su uso que puede ser inyectada en obturaciones endodónticas.

Es un material insoluble y radiopaco sin aluminio, con una composición a base de silicato de calcio que requiere la presencia de agua para fijarse y fraguar, este no se encoge durante se etapa de fraguado. (FKG, 2022)

Composición.

Fabricante	Composición	Proporción
FKG Dentaire SA, La Chauxde-Fonds, Switzerland	El óxido de circonio, silicatos de calcio, fosfato monobásico de calcio, hidróxido de calcio, filler, agentes espesantes	Jeringa premezclada lista para uso

Cuadro 2. Composición TotalFill BC

Mecanismo de acción.

Presenta una reacción de fraguado donde el polvo de silicato de calcio al entrar en contacto con la humedad forma un gel de silicato de calcio e hidróxido de calcio, continuamente reacciona con agua y forma un precipitado de hidroxiapatita. (FKG, 2022)

Tiempo de trabajo.

Al ser un material premezclado listo para su uso, puede presentar un tiempo de trabajo de 4 horas a temperatura ambiente, pero puede fraguar entre 4 horas dependiendo la humedad de los túbulos dentinarios según la norma ISO 6876; en conductos muy secos este tiempo puede llegar a aumentar a 10 horas. (FKG, 2022)

Según el manual de uso de TotalFill presenta las siguientes características:

- Radiopaco e hidrófilo
- Antibacteriano por su pH altamente alcalino
- No se contrae
- Previene complicaciones posteriores al tratamiento.
- Propiedades antiinflamatorias antibacterianas y alta biocompatibilidad.



Imagen 4. TotalFill BC Sealer, Suiza

Fuente: Viviana Hidalgo

2.2.2.1.1.3 Cemento sellador BIO-C Sealer.

Cemento endodóntico biocerámico listo para su uso, proporciona un sellado biológico hermético debido a su expansión, presentando una alta biocompatibilidad con tejidos circundantes. Altamente biocompatible y bioactivo con una baja citotoxicidad. (Angelus, 2022)

Composición:

Fabricante	Composición	Proporción
Angelus, Londrina, PR, Brasil	Silicatos de calcio, aluminato de calcio, óxido de calcio, óxido de circonio, óxido de hierro, dióxido de silicio, agente dispersante	Jeringa premezclada lista para uso

Cuadro 3. Composición Bio-C Sealer. Brasil

Tiempo de fraguado.

Su tiempo de fraguado dependerá de la presencia de humedad del conducto, las moléculas de agua entran en contacto con el cemento ocasionando su hidratación, fraguado y liberación de iones activos de calcio, esta reacción conduce a la formación de un gel hidratado de silicato de calcio. (Angelus, 2022)

Alrededor de 240 minutos es el tiempo de fraguado.

Características de Bio-C Sealer:

- pH alcalino
- Radiopacidad de ≥ 7 mm de Aluminio según norma ISO 68762012
- Baja solubilidad.
- No provoca manchas en las piezas dentarias.
- Excelente flujo.
- Facilidad de uso.

- Impide la infiltración bacteriana



Imagen 5. Cemento sellador BIO-C Sealer. Brasil.

Fuente: Viviana Hidalgo

2.3 Envejecimiento Ambiental Acelerado

Métodos de Envejecimiento Artificial Acelerado.

Son procedimientos de envejecimiento de diferentes materiales, el cual va a predecir su comportamiento mecánico y su durabilidad, verificando de esta manera la formación o no de espacios en sus interfaces. (Falconí, Molina, Velásquez, & Armas, 2016)

Existen varios métodos de envejecimiento, entre ellos se encuentran:

- Almacenamiento a seco durante varios días.
- Envejecimiento con saliva artificial
- Envejecimiento con agua destilada.
- Envejecimiento con solución de Ringer.
- Almacenamiento en estufa a 37°C.
- Exposición a radiación ultravioleta.
- Termociclaje.

2.3.1 Termociclado.

Método comúnmente usado para envejecer la interface adhesiva del material a la estructura dental, debido a que las muestras son sumergidas en agua a diferentes temperaturas y diferentes periodos de tiempo. El agua caliente tiene como función acelerar la hidrólisis de los diferentes componentes generando de esta manera un estrés

de esta interface al desencadenar un mayor coeficiente de expansión o contracción térmica. (Falconí, Molina, Velásquez, & Armas, 2016)

Efectos del termociclado.

El agua caliente va a producir una hidrólisis de los materiales, esto va a provocar un estrés por expansión y contracción; estos cambios de temperatura son mayores a los de las estructuras dentarias. (Falconí, Molina, Velásquez, & Armas, 2016)

Termociclador convencional.

Presenta diferentes fuentes de resistencia eléctrica que va a distribuir la temperatura de manera homogénea durante tiempos programados con rangos de temperatura de 0° C a 99.9° C, convencionalmente las temperaturas van de 5° C a 55° C o 37° C por periodo de 5 sg o las indicaciones del fabricante del termociclado. Este cambio de temperatura es considerado un ciclo. Cada recipiente está configurado con las temperaturas a trabajar, para que las muestras sean introducidas en los tiempos y temperaturas programadas la maquina tiene un brazo robótico para trasladar las muestras. Los equivalentes de termociclado a 3 temperaturas es 10800 ciclos equivalente a 12 meses de envejecimiento o las especificaciones de cada casa comercial que provee de maquinaria de termociclado. (Falconí, Molina, Velásquez, & Armas, 2016)



Imagen 6. Termocicladora Laboratorio USFQ. Fuente: Viviana Hidalgo

CAPITULO III

3. Diseño metodológico.

3.1 Tipo de estudio.

Este estudio es un análisis experimental in vitro, comparativo y estadístico. Es in vitro debido a que se lo realizó en piezas dentales extraídas que fueron expuestas a los diferentes procedimientos detallados más adelante. Es comparativo ya que se evaluó tres tipos de cementos biocerámicos y una muestra de control. Y finalmente estadístico, debido a que las diferencias significativas entre estos grupos se darán mediante programas estadísticos.

3.2 Población de estudio.

Se recolectaron premolares inferiores de conducto único cónico, extraídos por motivo terapéutico y previa autorización de paciente. Las muestras se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 5% y se almacenaron en suero fisiológico hasta el inicio del estudio. (Silva, y otros, 2016)

Las muestras se seleccionaron según radiografías previas; y basándonos en criterios de inclusión y exclusión.

3.3 Tamaño de muestra.

La muestra fue no probabilística al apoyarnos en los criterios de referencia del estudio de (Milanovic, y otros, 2020) en el artículo Immediate and Long-Term Porosity of Calcium Silicate-Based Sealers, el cuál estableció que se requieren 4 muestras para detectar hasta un 3% de diferencias y, con una desviación estándar de 1% entre 4 grupos ensayados. En nuestro estudio se decidió incrementar una muestra más. La muestra está conformada por 20 piezas unirradiculares divididos en 4 grupos al azar (n=5).

3.4 Criterios bioéticos.

Culminado el trabajo de investigación las piezas dentales utilizadas fueron desechadas de acuerdo al manual de manejo de desechos del M.S.P del Ecuador.

3.5 Criterios de inclusión y exclusión.

Exclusión:

- Piezas multiradiculares.
- Piezas con ápice abiertos.
- Piezas con conductos obturados.
- Piezas con curvatura de Schneider mayor a 5°
- Fractura radicular
- Con reabsorción
- Dientes deshidratados
- Premolares con conducto ovalado en tercio apical

Inclusión:

- Premolares permanentes inferiores
- Una sola raíz
- Un solo conducto cónico en tercio apical
- Formación radicular completa
- Permeabilidad de conducto
- Piezas sin caries radicular.
- Piezas no mayores a 18mm

3.6 Variables

Variables Dependientes:

-Estabilidad dimensional.

Variables Independientes:**-Cementos selladores:**

- 1.- BioRoot RCS
- 2.- TotalFill BC Sealer
- 3.- Bio-C Sealer

-Tipo Presentación de cemento sellador.

Jeringa premezclada (cementos: TotalFill BC Sealer y Bio-C Sealer)

Polvo-Líquido (cemento: BioRoot RCS)

3.7 Operacionalización de variables

Variable	Definición Operacional	Tipo	Clasificación	Indicador de categoría	Escala de medición	
Cemento Sellador	Cementos usados para permitir el sellado tridimensional del sistema de conductos	Independiente	Cualitativa	BioRoot RCS (BR)	1	Nominal
				TotalFill BC Sealer	2	
				Bio-C Sealer	3	
				AH Plus(control)	4	
Estabilidad Dimensional	Es la capacidad de los cementos selladores para mantener su tamaño incluso bajo condiciones ambientales cambiantes.	Dependiente	Cuantitativa	Gaps	Numérica	

3.8 Procedimiento**3.8.1 Recolección y preparación de las muestras.**

- a) Previa toma radiográfica inicial en sentido vestibular y caras interproximales se seleccionaron al azar 20 piezas dentales uniradiculares que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión antes mencionados. Anexo 1

- b) Una vez desinfectados las superficies con hipoclorito de sodio al 5 % se procedió al uso de ultrasonido para eliminar los restos de tejidos blandos y duros que se encuentren sobre la superficie radicular de las muestras.
- c) Se estandarizó la longitud de las muestras en 14mm, seccionando su parte coronal mediante disco de diamante y constante irrigación. Anexo 2

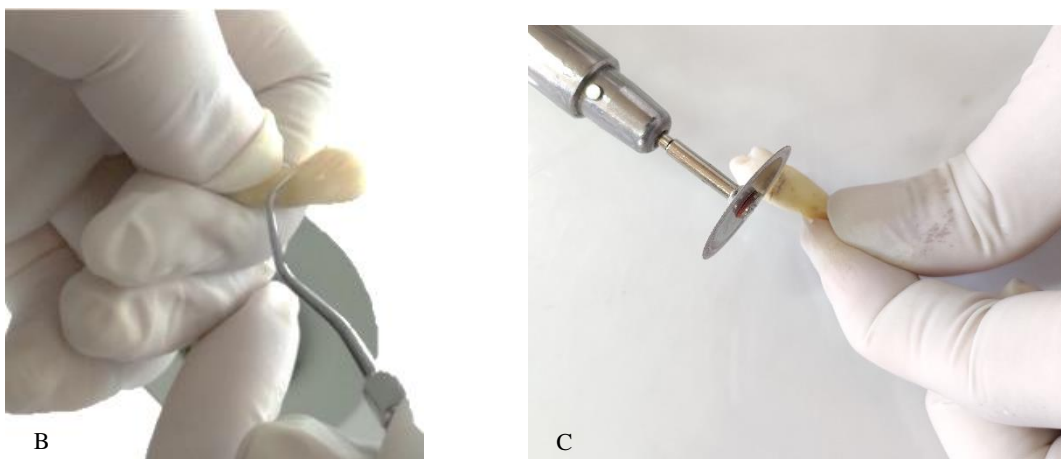


Imagen 7 Limpieza de muestras.

Fuente: Viviana Hidalgo

3.8.2 Protocolo de instrumentación.

Una vez estandarizada la longitud de las muestras se inició el protocolo de instrumentación el cual consistió de los siguientes pasos:

- a) Permeabilización de conductos con lima k #10 (DENTSPLY MAILLEFER)
- b) Se continua con una instrumentación manual hasta lima k-file #20 a menos 0,5 mm de su longitud. Anexo 3
- c) Se realizó la toma radiográfica con limas K-File #20 para verificar la longitud trabajada. Anexo 4
- d) Posteriormente se inició la instrumentación rotatoria mediante Sistema Reciproc Blue, siguiendo la secuencia R25 y finalmente R40. Se uso motor X-Smart Plus (Dentsply-Sirona).

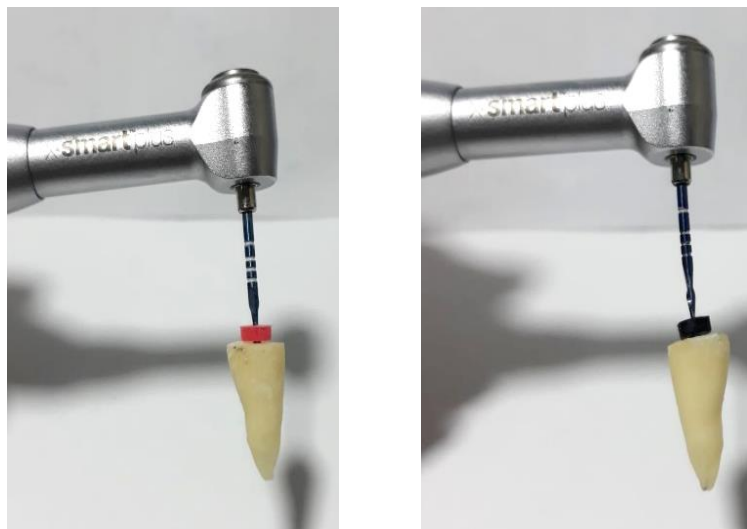


Imagen 8 Instrumentación

Fuente: Viviana Hidalgo

3.8.3 Protocolo de Irrigación.

La irrigación se realizó con 10 ml hipoclorito de sodio al 5,25% activado con ultrasonido, y como irrigación final 3 ml de EDTA al 17% por 3 min, seguido de 3ml de agua destilada.

3.8.4 Secado del conducto radicular.

Se realizo por medio de puntas capillary para dejar humedad dentro del mismo, la cual se verifico mediante puntas de papel absorbentes (Dentsply-Sirona/Suiza).



Imagen 9 Irrigación y Secado de conducto. Fuente: Viviana Hidalgo

3.8.5 Obturación con cementos a estudiar.

- a) Previa a la obturación de conductos, las muestras fueron divididas al azar por segunda vez y designadas a grupos definitivos. La asignación de los cementos a utilizar en cada grupo también se la realizó de manera aleatoria.
- b) La obturación de los diferentes grupos consistió en inyectar únicamente los cementos en los conductos radiculares, para facilitar la diferenciación del cemento a estudiar y la pared del conducto y de esta manera verificar la presencia o no de contracción o espacios mediante tomografía endodóntica.

Grupo 1: BioRoot RCS (Septodont, Francia)

- a) La preparación del cemento se realizó según las indicaciones del fabricante el cual menciona 1 cucharilla de polvo y 5 gotas de líquido para una consistencia homogénea.
- b) La mezcla se colocó en una jeringuilla de 3ml, mediante una punta indicada para entrar en conducto se inyectó la mezcla a 0,5 mm de su longitud. El procedimiento se repitió hasta tener las 5 muestras obturadas.
- c) Se realizaron tomas radiográficas para verificar la obturación. Anexo 5
- d) Verificada la obturación se procedió a sellar la entrada cervical de los conductos con un cemento de ionómero de vidrio Ionoseal (VOCO), para evitar alguna alteración de las muestras.
- e) Este grupo se le asignó el color BLANCO para su identificación.



Imagen 10 Inyección BioRoot RCS. Fuente: Viviana Hidalgo

Grupo 2: Bio-C Sealer (Angelus, Brasil)

- a) Este cemento tiene una presentación premezclada, la cual mediante su punta de inserción se procedió a inyectar el cemento en el conducto a menos 0,5 de su longitud para evitar extrusiones.
- b) Se realizaron tomas radiográficas para verificar la obturación. ANEXO 5
- c) Verificada la obturación se procedió a sellar la entrada cervical de los conductos con un cemento de ionómero de vidrio Ionoseal (VOCO), para evitar alguna alteración de las muestras.
- d) Este grupo se le asignó el color LILA para su identificación.

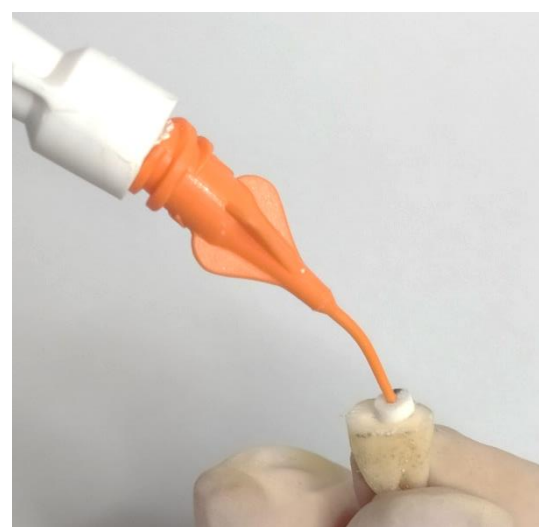
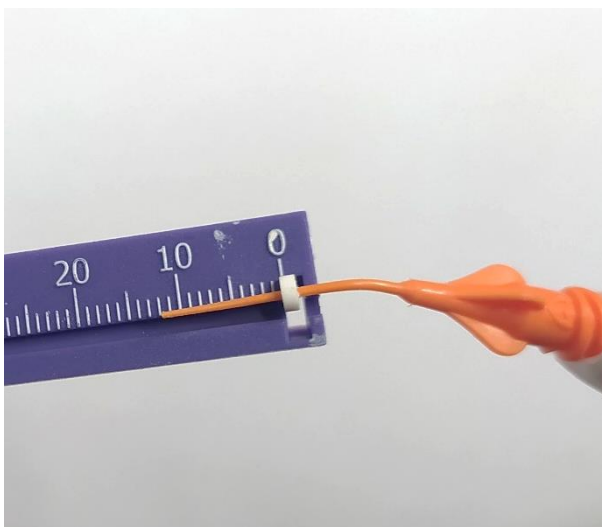


Imagen 11 Inyección BioC-Sealer. Fuente: Viviana Hidalgo

Grupo 3: TotalFill BC Sealer (FKG, Suiza)

- a) Al igual que el cemento del grupo 2 este cemento tiene una presentación premezclada, la cual mediante su punta de inserción se procedió a inyectar el cemento en el conducto a menos 0,5 de su longitud para evitar extrusiones.
- b) Se realizaron tomas radiográficas para verificar la obturación. Anexo 5
- c) Verificada la obturación se procedió a sellar la entrada cervical de los conductos con un cemento de ionómero de vidrio Ionoseal (VOCO), para evitar alguna alteración de las muestras
- d) Este grupo se le asignó el color BEIGE para su identificación.

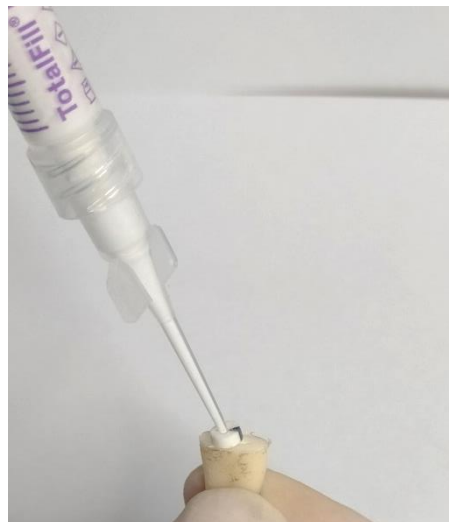


Imagen 12 Inyección TotalFill BC

Fuente: Viviana Hidalgo

Grupo 4 (grupo control): AH Plus (Dentsply-Sirona, Suiza)

- a) Este cemento tiene una presentación de pasta epóxica y pasta amina, con una proporción 1:1 para una mejor viscosidad.
- b) La mezcla se colocó en una jeringuilla de 3ml, y mediante una punta indicada para entrar en conducto se inyectó la mezcla a 0,5 mm de su longitud. El procedimiento se repitió hasta tener las 5 muestras obturadas.
- c) Se realizaron tomas radiográficas para verificar la obturación. Anexo 5

- d) Verificada la obturación se procedió a sellar la entrada cervical de los conductos con un cemento de ionómero de vidrio Ionoseal (VOCO), para evitar alguna alteración de las muestras.
- e) Este grupo se le asignó el color TURQUEZA para su identificación.



Imagen 13 Inyección AH Plus

Fuente: Viviana Hidalgo

3.8.6 Almacenamiento de las muestras.

Las muestras almacenaron en estufa incubadora a 37 °C y 100 % de humedad durante 7 días, con la finalidad de permitir el adecuado fraguado del cemento sellador.



Imagen 14 Estufa Incubadora

Fuente: Viviana Hidalgo

3.8.7 Análisis Tomográfico.

Las muestras se analizaron en dos líneas de tiempo. Después de 7 días en estufa incubadora se realizó el primer análisis mediante tomografía de alta resolución con parámetros propios del tomógrafo. Después del primer análisis tomográfico las muestras fueron sometidas a envejecimiento acelerado en termociclador, transcurrido el tiempo de este procedimiento se realizó la segunda toma tomográfica. (Zordan-Bronzel, C.L. 2019). (Torres, F.F.E. 2020)

Cada grupo tuvo su análisis tomográfico en un equipo NewTom HD con una corriente de 12.5 mA y 90 Kv. Un campo de visión de 6x6 en alta resolución. El tamaño del Vóxel fue de 1,5 μm o 0,15mm con un espesor mínimo de los cortes de 75 micrones. Las imágenes se reconstruyeron en el programa NNT versión 14.0



Imagen 15 Examen Tomográfico

Fuente: Viviana Hidalgo

3.8.8 Termociclador

- a) Posterior al primer análisis las muestras serán sometidas al sistema acelerado de envejecimiento para elementos no metálicos (CU-V); el cual es un equipo de laboratorio utilizado para simular la capacidad destructiva ambiental, prediciendo la durabilidad relativa de los materiales expuestos a la intemperie o determinado

medio semejante, en nuestro caso, el medio bucal. 30.000 ciclos en esta máquina equivalen a 3 años de uso del material.

- b) Cada grupo se colocó en una bolsa de nylon para ser introducido a la máquina de termociclado, se utilizaron dos temperaturas. Inicial de 5 °C y una segunda bandeja a temperatura de 55 °C cada una por 20 segundos según las indicaciones del termociclador OMC 300, Odeme Dental Research, Luzerna, SC, Brazil



Imagen 16 Temperatura de termociclado

Fuente: Viviana Hidalgo

3.9 Recolección de datos

- a) Las imágenes tomográficas tomadas de la muestra en los 2 tiempos del estudio, el 1° después de 7 días de fraguado los cementos y el 2° después del paso por termociclado a 30.000 ciclos, se sometieron a análisis computarizado por cortes axiales a nivel apical en los milímetros 2, 3 y 4 de cada raíz para en estos sitios verificar la presencia de espacios en la superficie del cemento obturador.
- b) Debemos tomar en cuenta que, el cambio dimensional es la Contracción (-) o expansión (+) que sufre el material después de cierto tiempo.
- c) En cuanto a la escala métrica, se tomó en cuenta la longitud del tamaño de obturación en mm, por medio del programa ImageJ. Anexo 6

- d) A continuación, Se calcularon los porcentajes de alteraciones dimensionales utilizando la siguiente fórmula: $[(L_x \text{ días} - L) / L] 100$, donde L_x es la longitud obtenida después de 30.000 ciclos en las condiciones experimentales y L es la longitud inicial de la muestra (Carvalho-Júnior , y otros, 2007). ANEXO 7
- e) De acuerdo Al punto 7.6 de la Norma ISO 6876:2001 No debe exceder el 0.1% de expansión o el 1% de contracción.

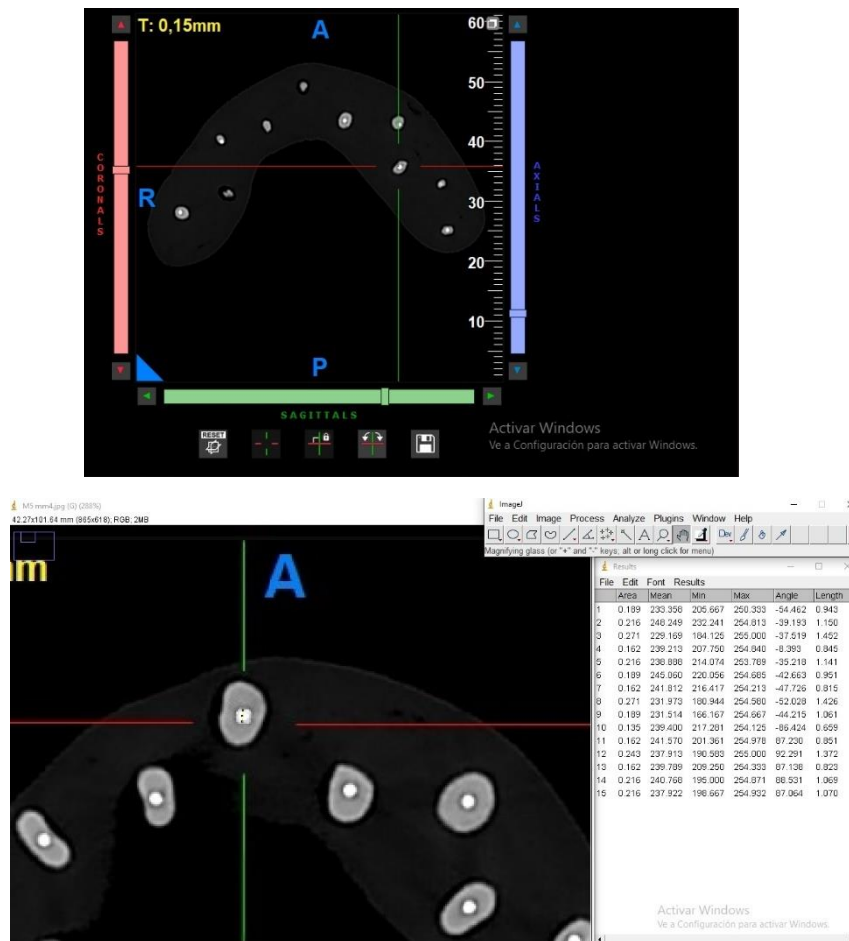


Imagen 17 Imagen tomográfica en lectura de programa ImageJ

Fuente: Viviana Hidalgo

Capítulo IV

4.1 Resultados

A continuación, se realizó la prueba de normalidad de todas las variables en cada uno de los cementos y en cada tercio apical. (2 mm, 3mm, 4mm)

En este caso se tienen muestras con menos de 20 datos, se utiliza la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la Normalidad de los grupos. En la Variación (%) Contracción en la mayor cantidad de las muestras se tiene que el nivel de significación (Sig) son superiores a 0,05 (95% de confiabilidad), por tanto, en estos casos para la comparación de los cementos se utiliza pruebas paramétricas, en este caso por ser más de 3 grupos se realiza la prueba ANOVA.

En el caso del número de espacios, en el Examen tomográfico 1, Examen tomográfico 2 y Diferencia de espacios, los valores del nivel de significación son en su mayoría menores a 0,05, luego se realizan en este caso pruebas no paramétricas y por ser más de 3 grupos se realiza la prueba de Kruskal Wallis.

1.- Prueba de normalidad (de todas las variables)

TERCIO APICAL = 2mm

Pruebas de normalidad							
VARIABLE	CEMENTO	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Variación (%) Contracción	BioRoot RCS (BR)	0,202	5	0,200	0,947	5	0,719
	Bio C- Sealer (Angelus)	0,165	5	0,200	0,963	5	0,829
	Total Fill	0,393	5	0,011	0,719	5	0,015
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	0,269	5	0,200	0,840	5	0,165
Examen tomográfico 1	BioRoot RCS (BR)		5			5	
	Bio C- Sealer (Angelus)		5			5	
	Total Fill		5			5	
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	0,367	5	0,026	0,684	5	0,006

Examen tomográfico 2	BioRoot RCS (BR)		5			5	
	Bio C- Sealer (Angelus)	0,473	5	0,001	0,552	5	0,000
	Total Fill	0,473	5	0,001	0,552	5	0,000
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	0,367	5	0,026	0,684	5	0,006
Diferencia de espacios	BioRoot RCS (BR)		5			5	
	Bio C- Sealer (Angelus)	0,473	5	0,001	0,552	5	0,000
	Total Fill	0,473	5	0,001	0,552	5	0,000
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	0,300	5	0,161	0,883	5	0,325

Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

TERCIO APICAL = 3mm

Pruebas de normalidad							
VARIABLE	CEMENTO	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
		Variación (%)	BioRoot RCS (BR)	0,188	5	0,200	0,973
Contracción	Bio C- Sealer (Angelus)	0,261	5	0,200	0,878	5	0,299
	Total Fill	0,220	5	0,200	0,905	5	0,438
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	0,348	5	0,047	0,833	5	0,146
	Examen tomográfico 1	BioRoot RCS (BR)	0,367	5	0,026	0,684	5
Bio C- Sealer (Angelus)		0,367	5	0,026	0,684	5	0,006
Total Fill		0,473	5	0,001	0,552	5	0,000
AH Plus (GRUPO CONTROL)		0,367	5	0,026	0,684	5	0,006
Examen tomográfico 2	BioRoot RCS (BR)	0,473	5	0,001	0,552	5	0,000
	Bio C- Sealer (Angelus)	0,367	5	0,026	0,684	5	0,006
	Total Fill	0,367	5	0,026	0,684	5	0,006

	AH Plus (GRUPO CONTROL)	0,367	5	0,026	0,684	5	0,006
Diferencia de espacios	BioRoot RCS (BR)	0,349	5	0,046	0,771	5	0,046
	Bio C- Sealer (Angelus)	0,231	5	0,200	0,881	5	0,314
	Total Fill	0,473	5	0,001	0,552	5	0,000
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	0,231	5	0,200	0,881	5	0,314

Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

TERCIO APICAL = 4mm

Pruebas de normalidad							
VARIABLE	CEMENTO	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Variación (%) Contracción	BioRoot RCS (BR)	0,311	5	0,129	0,863	5	0,240
	Bio C- Sealer (Angelus)	0,314	5	0,121	0,794	5	0,072
	Total Fill	0,328	5	0,083	0,843	5	0,172
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	0,374	5	0,021	0,700	5	0,010
Examen tomográfico 1	BioRoot RCS (BR)	0,473	5	0,001	0,552	5	0,000
	Bio C- Sealer (Angelus)		5			5	
	Total Fill	0,367	5	0,026	0,684	5	0,006
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	0,473	5	0,001	0,552	5	0,000
Examen tomográfico 2	BioRoot RCS (BR)	0,473	5	0,001	0,552	5	0,000
	Bio C- Sealer (Angelus)	0,473	5	0,001	0,552	5	0,000
	Total Fill		5			5	
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	0,367	5	0,026	0,684	5	0,006
Diferencia de espacios	BioRoot RCS (BR)	0,367	5	0,026	0,684	5	0,006
	Bio C- Sealer (Angelus)	0,473	5	0,001	0,552	5	0,000
	Total Fill	0,367	5	0,026	0,684	5	0,006
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	0,349	5	0,046	0,771	5	0,046

Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

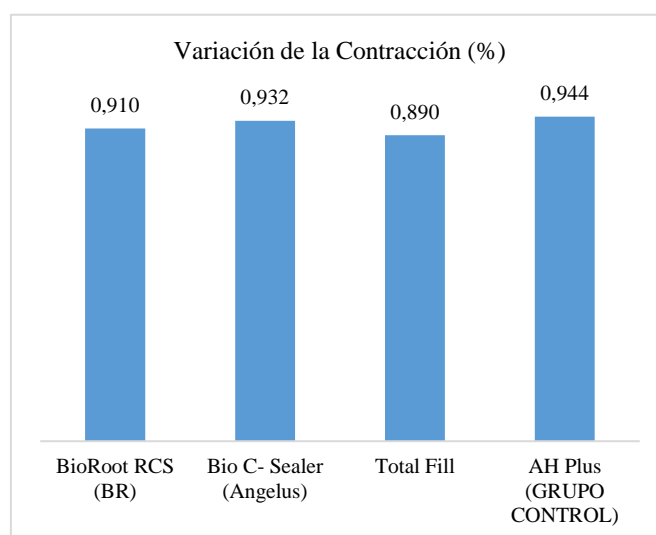
2.- Comparación de cementos en cada tercio apical: Variación de la contracción (%).

TERCIO APICAL = 2mm

Descriptivos								PRUEBA
Variación de la Contracción (%)								
CEMENTOS	N	Media	D.E.	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	ANOVA (p=)
				Límite inferior	Límite superior			
BioRoot RCS (BR)	5	0,910	0,116	0,766	1,054	0,780	1,090	0,893
Bio C- Sealer (Angelus)	5	0,932	0,053	0,867	0,997	0,860	0,990	
Total Fill	5	0,890	0,085	0,784	0,996	0,740	0,950	
AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	0,944	0,182	0,719	1,169	0,640	1,090	
Total	20	0,919	0,111	0,867	0,971	0,640	1,090	

D.E.: Desviación estándar (variación)

Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 0,910 mm, con una desviación estándar de 0,116 mm, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 0,932 mm, con una desviación estándar de 0,053 mm, la muestra de Total Fill tiene una media de 0,890 mm, con una desviación estándar de 0,085 mm y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 0,944 mm, con una desviación estándar de 0,182mm.

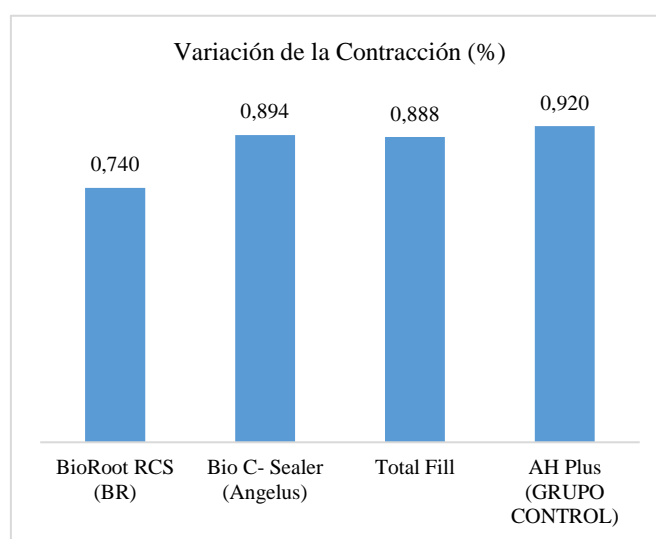
De la prueba ANOVA, el valor del nivel de significación ($p=$) es mayor a 0,05 ($p>0,05$), luego no se tienen diferencias significativas entre la media de las muestras de los cementos.

TERCIO APICAL = 3mm

Descriptivos								PRUEBA
Variación de la Contracción (%)								
CEMENTOS	N	Media	D.E.	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	ANOVA (p=)
				Límite inferior	Límite superior			
BioRoot RCS (BR)	5	0,740	0,141	0,566	0,914	0,540	0,910	0,033
Bio C- Sealer (Angelus)	5	0,894	0,058	0,822	0,966	0,840	0,970	
Total Fill	5	0,888	0,074	0,796	0,980	0,810	0,990	
AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	0,920	0,083	0,817	1,023	0,780	1,000	
Total	20	0,861	0,113	0,808	0,913	0,540	1,000	

D.E.: Desviación estándar (variación)

Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 0,740 mm, con una desviación estándar de 0,141 mm, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 0,894 mm, con una desviación estándar de 0,058 mm, la muestra de TotalFill tiene una media de 0,888 mm, con una desviación estándar de 0,074 mm y la muestra de AH Plus

(GRUPO CONTROL) tiene una media de 0,920 mm, con una desviación estándar de 0,083mm.

De la prueba ANOVA, el valor del nivel de significación ($p=$) es menor a 0,05 ($p<0,05$), luego Si se tienen diferencias significativas entre la media de las muestras de los cementos. Para saber cuáles de las muestras son diferentes se realiza la prueba dos a dos de Tukey, se tienen el siguiente resumen de resultados:

Subconjuntos homogéneos

Variación de la Contracción (%)			
HSD Tukey			
CEMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
BioRoot RCS (BR)	5	0,740	
Total Fill	5	0,888	0,888
Bio C- Sealer (Angelus)	5	0,894	0,894
AH Plus (GRUPO CONTROL)	5		0,920
Sig.		0,084	0,949

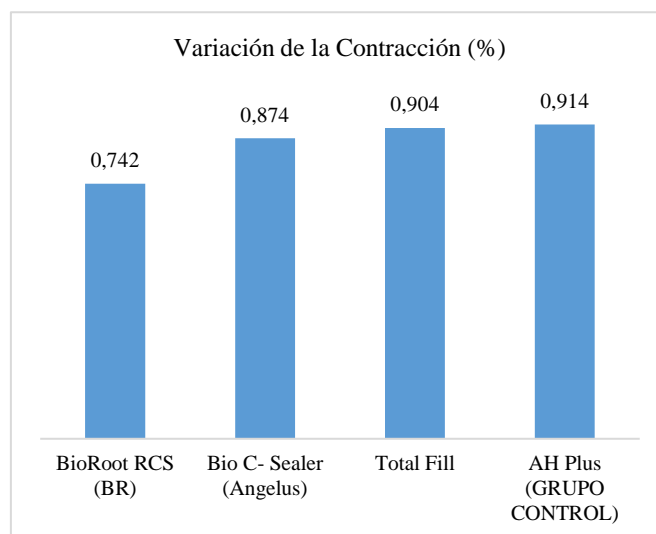
Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

De la prueba de Tukey se tienen dos subconjuntos totalmente diferentes, con el menor valor de media está el cemento BioRoot RCS (BR) con una media de 0,740 mm y con los mayores valores está el cemento AH Plus (GRUPO CONTROL) con una media de 0,920 mm. Las otras muestras están entre los dos subconjuntos.

TERCIO APICAL = 4mm

Descriptivos								PRUEBA
Variación de la Contracción (%)								
CEMENTOS	N	Media	D.E.	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	ANOVA (p=)
				Límite inferior	Límite superior			
BioRoot RCS (BR)	5	0,742	0,299	0,370	1,114	0,240	1,030	0,512
Bio C- Sealer (Angelus)	5	0,874	0,078	0,777	0,971	0,820	1,000	
Total Fill	5	0,904	0,043	0,851	0,957	0,840	0,940	
AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	0,914	0,246	0,609	1,219	0,480	1,070	
Total	20	0,859	0,196	0,767	0,950	0,240	1,070	

D.E.: Desviación estándar (variación)
Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 0,742 mm, con una desviación estándar de 0,299 mm, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 0,874 mm, con una desviación estándar de 0,078 mm, la muestra de Total Fill tiene una media de 0,904 mm, con una desviación estándar de 0,043 mm y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 0,914 mm, con una desviación estándar de 0,246 mm.

De la prueba ANOVA, el valor del nivel de significación ($p=$) es mayor a 0,05 ($p>0,05$), luego no se tienen diferencias significativas entre las medias de las muestras de los cementos.

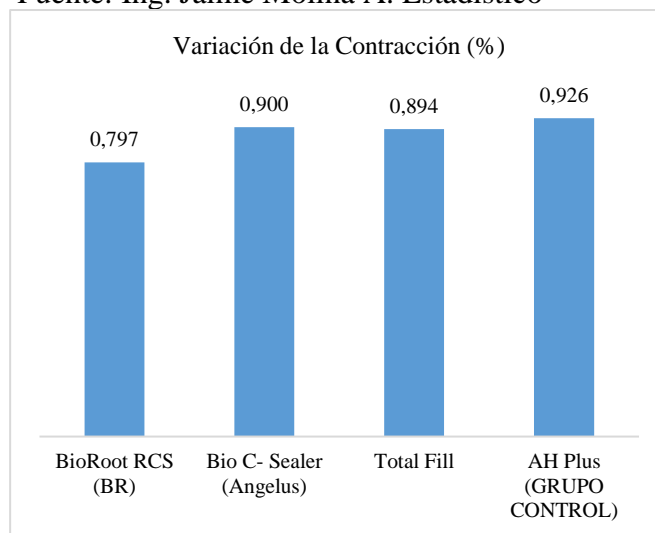
2.1.- Comparación de cementos total: Variación de la contracción (%).

Descriptivos								PRUEBA
Variación de la Contracción (%)								
CEMENTOS	N	Media	D.E.	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	ANOVA (p=)
				Límite inferior	Límite superior			
BioRoot RCS (BR)	15	0,797	0,205	0,684	0,911	0,240	1,090	0,076

Bio C- Sealer (Angelus)	15	0,900	0,064	0,865	0,935	0,820	1,000
Total Fill	15	0,894	0,065	0,858	0,930	0,740	0,990
AH Plus (GRUPO CONTROL)	15	0,926	0,170	0,832	1,020	0,480	1,090
Total	60	0,879	0,146	0,842	0,917	0,240	1,090

D.E.: Desviación estándar (variación)

Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 0,797 mm, con una desviación estándar de 0,205 mm, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 0,90 mm, con una desviación estándar de 0,064 mm, la muestra de Total Fill tiene una media de 0,894 mm, con una desviación estándar de 0,065 mm y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 0,926 mm, con una desviación estándar de 0,170 mm.

De la prueba ANOVA, el valor del nivel de significación ($p=$) es mayor a 0,05 ($p>0,05$), luego no se tienen diferencias significativas entre la media de las muestras de los cementos.

Nota En la gráfica se observa una ligera diferencia de la muestra BioRoot RCS (BR) sobre las otras muestras, esta es menor, pero esta diferencia no es significativa.

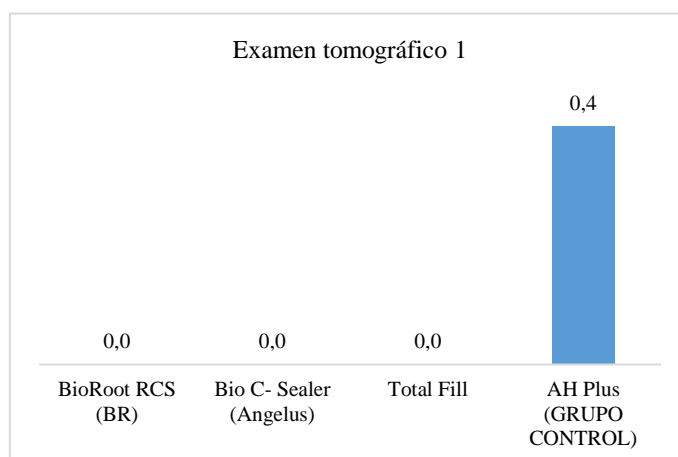
3.- Comparación de espacios en cada tercio apical: Examen tomográfico 1, Examen tomográfico 2 y Diferencia de espacios.

TERCIO APICAL = 2mm

Descriptivos									PRUEBA
VARIABLES	CEMENTOS	N	Media	D.E.	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	Kruskal Wallis (p=)
					Límite inferior	Límite superior			
Examen tomográfico 1	BioRoot RCS (BR)	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,096
	Bio C- Sealer (Angelus)	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	
	Total Fill	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	0,4	0,5	-0,3	1,1	0	1	
	Total	20	0,1	0,3	0,0	0,2	0	1	
Examen tomográfico 2	BioRoot RCS (BR)	5	1,0	0,0	1,0	1,0	1	1	0,048
	Bio C- Sealer (Angelus)	5	0,8	0,4	0,2	1,4	0	1	
	Total Fill	5	0,2	0,4	-0,4	0,8	0	1	
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	0,4	0,5	-0,3	1,1	0	1	
	Total	20	0,6	0,5	0,4	0,8	0	1	
Diferencia de espacios	BioRoot RCS (BR)	5	1,0	0,0	1,0	1,0	1	1	0,021
	Bio C- Sealer (Angelus)	5	0,8	0,4	0,2	1,4	0	1	
	Total Fill	5	0,2	0,4	-0,4	0,8	0	1	
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	0,0	0,7	-0,9	0,9	-1	1	
	Total	20	0,5	0,6	0,2	0,8	-1	1	

D.E.: Desviación estándar (variación)

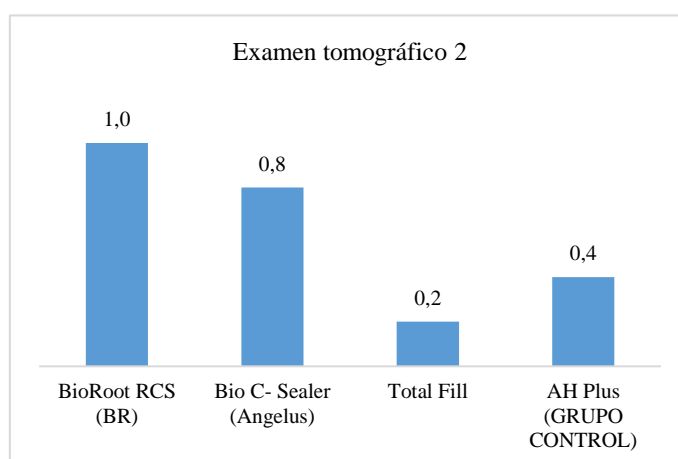
Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 0,0 con una desviación estándar de 0,0, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 0,0, con una desviación estándar de 0,0, la muestra de TotalFill tiene una media de 0,0, con una desviación estándar de 0,0 y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 0,4, con una desviación estándar de 0,5.

De la prueba de Kruskal Wallis, el valor del nivel de significación ($p=$) es mayor a 0,05 ($p>0,05$), luego no se tienen diferencias significativas entre la media de las muestras de los cementos.



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

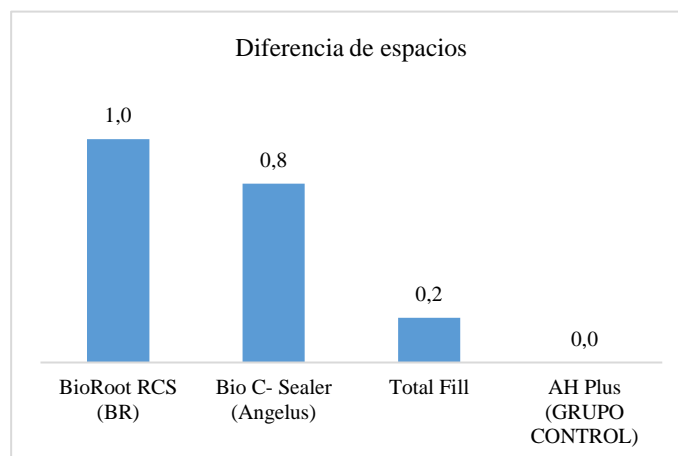
La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 1,0 con una desviación estándar de 0,0, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 0,8, con una desviación estándar de 0,4, la muestra de TotalFill tiene una media de 0,2, con una desviación estándar de 0,4 y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 0,4, con una desviación estándar de 0,5.

De la prueba de Kruskal Wallis, el valor del nivel de significación ($p=$) es menor a 0,05 ($p<0,05$), luego SI se tienen diferencias significativas entre las medias de las muestras de los cementos. Para determinar cuál de las medias de las muestras es diferente se realiza la prueba dos a dos de Kruskal Wallis (similar a Tukey del ANOVA). Se tiene el siguiente resumen.

Examen tomográfico 2			
CEMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Total Fill	5	0,20	
AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	0,40	0,40
Bio C- Sealer (Angelus)	5	0,80	0,80
BioRoot RCS (BR)	5		1,00
Sig.		0,148	0,148

Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

De la prueba dos a dos se tienen dos subconjuntos totalmente diferentes, con los menores valores esta la muestra de Total Fill con una media de 0,20 espacios (cerca a cero espacios) y con los mayores valores esta la muestra de BioRoot RCS (BR) con una media de 1 espacio.



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 1,0 con una desviación estándar de 0,0, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 0,8, con una desviación estándar de 0,4, la muestra de Total Fill tiene una media de 0,2, con una desviación estándar de 0,4 y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 0,0, con una desviación estándar de 0,7.

De la prueba de Kruskal Wallis, el valor del nivel de significación ($p=$) es menor a 0,05 ($p<0,05$), luego SI se tienen diferencias significativas entre las medias de las muestras de los cementos. Para determinar cuál de las medias, medianas de las muestras es diferente se realiza la prueba dos a dos de Kruskal Wallis (similar a Tukey del ANOVA). Se tiene el siguiente resumen.

Diferencia de espacios			
CEMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	0,00	
Total Fill	5	0,20	0,20

Bio C- Sealer (Angelus)	5	0,80	0,80
BioRoot RCS (BR)	5		1,00
Sig.		0,072	0,072

Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

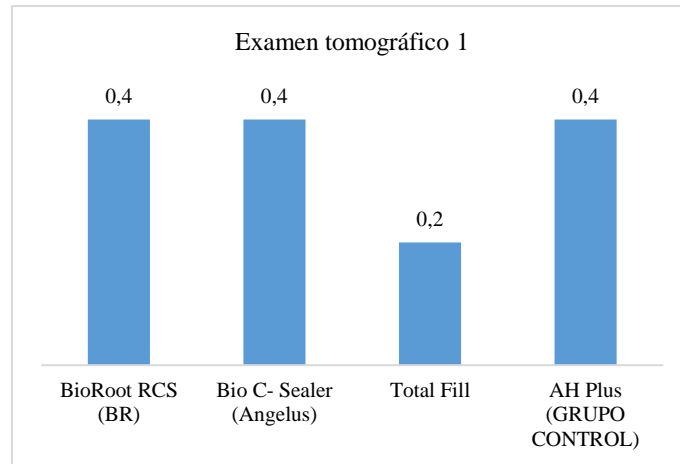
De la prueba dos a dos se tienen dos subconjuntos totalmente diferentes, con los menores valores esta la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) con una media de 0 espacios y con los mayores valores esta la muestra de BioRoot RCS (BR) con una media de 1 espacio.

TERCIO APICAL = 3mm

Descriptivos									PRUEBA
VARIABLES	CEMENTOS	N	Media	D.E.	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	Kruskal Wallis (p=)
					Límite inferior	Límite superior			
Examen tomográfico 1	BioRoot RCS (BR)	5	0,4	0,5	-0,3	1,1	0	1	0,890
	Bio C- Sealer (Angelus)	5	0,4	0,5	-0,3	1,1	0	1	
	Total Fill	5	0,2	0,4	-0,4	0,8	0	1	
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	0,4	0,5	-0,3	1,1	0	1	
	Total	20	0,4	0,5	0,1	0,6	0	1	
Examen tomográfico 2	BioRoot RCS (BR)	5	1,8	0,4	1,2	2,4	1	2	0,663
	Bio C- Sealer (Angelus)	5	1,6	0,5	0,9	2,3	1	2	
	Total Fill	5	1,4	0,5	0,7	2,1	1	2	
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	1,6	0,5	0,9	2,3	1	2	
	Total	20	1,6	0,5	1,4	1,8	1	2	
Diferencia de espacios	BioRoot RCS (BR)	5	1,4	0,9	0,3	2,5	0	2	0,925
	Bio C- Sealer (Angelus)	5	1,2	0,8	0,2	2,2	0	2	
	Total Fill	5	1,2	0,4	0,6	1,8	1	2	
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	1,2	0,8	0,2	2,2	0	2	
	Total	20	1,3	0,7	0,9	1,6	0	2	

D.E.: Desviación estándar (variación)

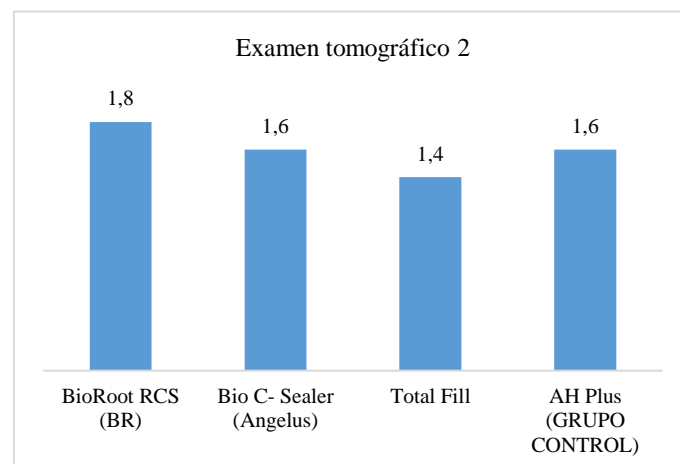
Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 0,4 con una desviación estándar de 0,5, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 0,4, con una desviación estándar de 0,5, la muestra de Total Fill tiene una media de 0,2, con una desviación estándar de 0,4 y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 0,4, con una desviación estándar de 0,5.

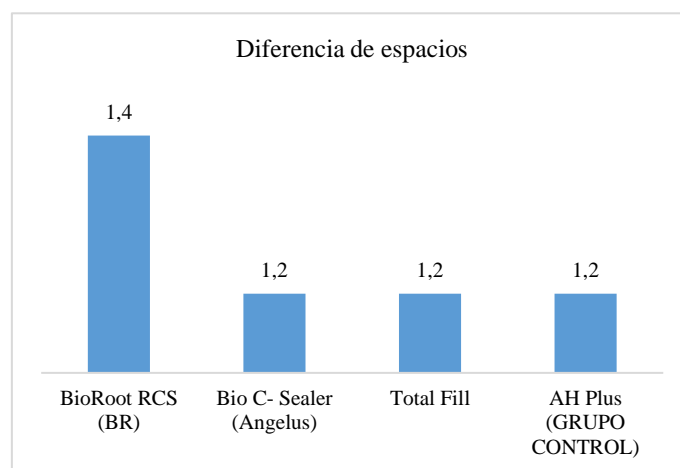
De la prueba de Kruskal Wallis, el valor del nivel de significación ($p=$) es mayor a 0,05 ($p>0,05$), luego no se tienen diferencias significativas entre las medias de las muestras de los cementos.



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 1,8 con una desviación estándar de 0,4, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 1,6, con una desviación estándar de 0,5, la muestra de Total Fill tiene una media de 1,4, con una desviación estándar de 0,5 y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 1,6, con una desviación estándar de 0,5.

De la prueba de Kruskal Wallis, el valor del nivel de significación ($p=$) es mayor a 0,05 ($p>0,05$), luego no se tienen diferencias significativas entre las medias de las muestras de los cementos.



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 1,4 con una desviación estándar de 0,9, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 1,2, con una desviación estándar de 0,8, la muestra de Total Fill tiene una media de 1,2, con una desviación estándar de 0,4 y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 1,2, con una desviación estándar de 0,8.

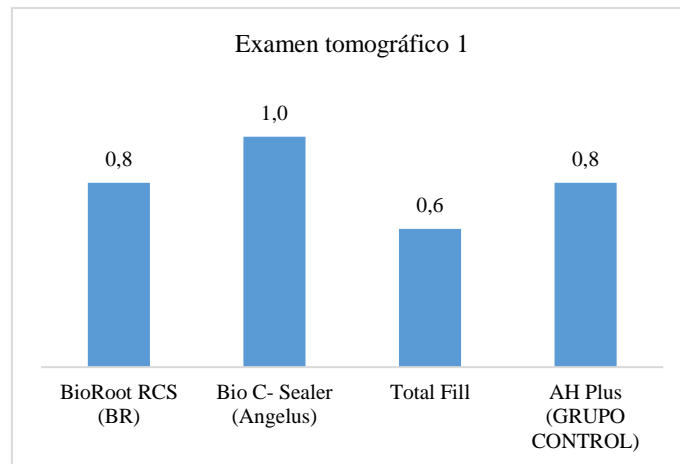
De la prueba de Kruskal Wallis, el valor del nivel de significación ($p=$) es mayor a 0,05 ($p>0,05$), luego no se tienen diferencias significativas entre la media de las muestras de los cementos.

TERCIO APICAL = 4mm

Descriptivos									PRUEBA
VARIABLES	CEMENTOS	N	Media	D.E.	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	Kruskal Wallis ($p=$)
					Límite inferior	Límite superior			
Examen tomográfico 1	BioRoot RCS (BR)	5	0,8	0,4	0,2	1,4	0	1	0,498
	Bio C- Sealer (Angelus)	5	1,0	0,0	1,0	1,0	1	1	
	Total Fill	5	0,6	0,5	-0,1	1,3	0	1	
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	0,8	0,4	0,2	1,4	0	1	
	Total	20	0,8	0,4	0,6	1,0	0	1	
Examen tomográfico 2	BioRoot RCS (BR)	5	2,2	0,4	1,6	2,8	2	3	0,173
	Bio C- Sealer (Angelus)	5	1,8	0,4	1,2	2,4	1	2	
	Total Fill	5	2,0	0,0	2,0	2,0	2	2	
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	2,4	0,5	1,7	3,1	2	3	
	Total	20	2,1	0,4	1,9	2,3	1	3	
Diferencia de espacios	BioRoot RCS (BR)	5	1,4	0,5	0,7	2,1	1	2	0,249
	Bio C- Sealer (Angelus)	5	0,8	0,4	0,2	1,4	0	1	
	Total Fill	5	1,4	0,5	0,7	2,1	1	2	
	AH Plus (GRUPO CONTROL)	5	1,6	0,9	0,5	2,7	1	3	
	Total	20	1,3	0,7	1,0	1,6	0	3	

D.E.: Desviación estándar (variación)

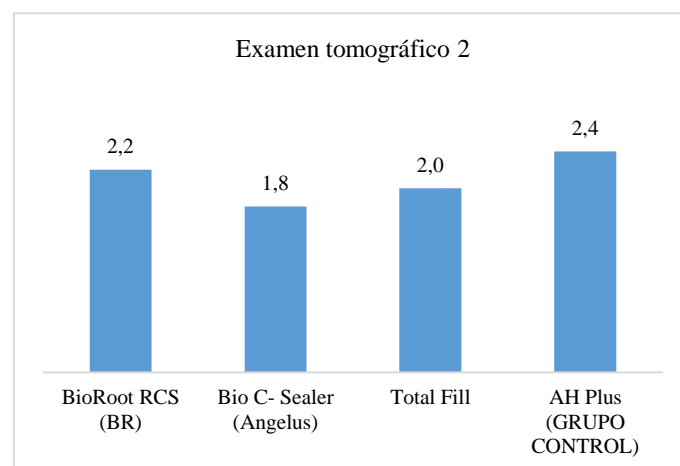
Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 0,8 con una desviación estándar de 0,4, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 1,0, con una desviación estándar de 0,0, la muestra de Total Fill tiene una media de 0,6, con una desviación estándar de 0,5 y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 0,8, con una desviación estándar de 0,4.

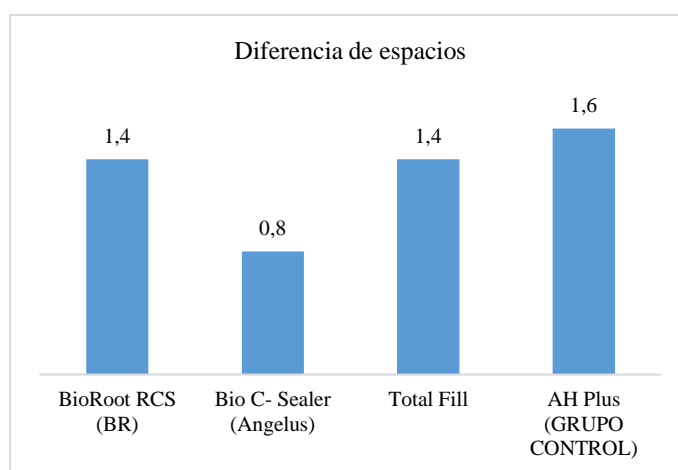
De la prueba de Kruskal Wallis, el valor del nivel de significación ($p=$) es mayor a 0,05 ($p>0,05$), luego no se tienen diferencias significativas entre la media de las muestras de los cementos.



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 2,2 con una desviación estándar de 0,4, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 1,8, con una desviación estándar de 0,4, la muestra de Total Fill tiene una media de 2,0, con una desviación estándar de 0,0 y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 2,4, con una desviación estándar de 0,5.

De la prueba de Kruskal Wallis, el valor del nivel de significación ($p=$) es mayor a 0,05 ($p>0,05$), luego no se tienen diferencias significativas entre la media de las muestras de los cementos.



Fuente: Ing. Jaime Molina A. Estadístico

La muestra de BioRoot RCS (BR) tiene una media de 1,4 con una desviación estándar de 0,5, la muestra de Bio C- Sealer (Angelus) tiene una media de 0,8, con una desviación estándar de 0,4, la muestra de TotalFill tiene una media de 1,4, con una desviación estándar de 0,5 y la muestra de AH Plus (GRUPO CONTROL) tiene una media de 1,6, con una desviación estándar de 0,9.

De la prueba de Kruskal Wallis, el valor del nivel de significación ($p=$) es mayor a 0,05 ($p>0,05$), luego no se tienen diferencias significativas entre las medias de las muestras de los cementos.

En forma general para los tercios apicales mm3 y mm4 no se tienen diferencias significativas entre los espacios de las muestras (cementos).

4.2 Discusión.

Las bases de una exitosa terapia endodóntica son la eliminación de todo tejido inflamado o necrótico, y la obturación hermética y tridimensional de todo el sistema de conductos, evitando de esta manera el paso de cualquier microorganismo que pueda producir alguna reinfección

Sin embargo, a pesar que, los cementos selladores son considerados como materiales complementarios, sus distintas propiedades tanto físicas como químicas pueden influir en el resultado a corto y largo plazo de la terapia endodóntica.

Una correcta unión y ausencia de espacios entre el cemento sellador y la pared de dentina del conducto radicular mejora los resultados clínicos, en especial en el tercio apical de los conductos donde puede ser más susceptible dar paso a una filtración. Es por ello que, con la finalidad de mejorar esta adaptación, en los últimos años se han estado introduciendo al mercado nuevo cementos selladores biocerámicos que contienen silicato de calcio y fosfato de calcio, sugiriendo que estos compuestos los convierten en el material más adecuado para minimizar vacíos y simplificar la técnica de obturación.

Aunque estos selladores a base de silicato de calcio presenten propiedades físicas mejoradas como, una buena estabilidad dimensional y su capacidad de expansión de 0,002 mm, algunos estudios mencionan que, presentan una ligera solubilidad y absorción de líquidos que con el paso del tiempo puede originar la pérdida de estas propiedades que han sido mejoradas y por ende la calidad, durabilidad y éxito de la terapia endodóntica. Estos estudios evalúan diversas propiedades de estos cementos en cortos periodos de tiempo como 15 días, 3 meses y 6 meses por medio de diversas técnicas.

Al encontrar pocos estudios con periodos largos de evaluación que comparen en específico la estabilidad dimensional de los cementos biocerámicos, en el presente trabajo de investigación se utiliza un método de laboratorio conocido como “envejecimiento

artificial acelerado” el cual nos ayuda a evaluar el comportamiento y durabilidad de diversos materiales, simulando las condiciones bucales a largo plazo en un corto periodo de tiempo. (Nogueira , Rabelo, Ribeiro, Candido, & Candido, 2009)

Es por ello que el objetivo de este trabajo de investigación es comparar los cambios dimensionales que pueden producir a nivel apical y a largo plazo los cementos selladores biocerámicos: BioRoot RCS, TotalFill y Bio-C Sealer, al someter las muestras en el sistema de envejecimiento artificial celerado para elementos no metálicos, y determinar si existe la presencia de espacios en la obturación por medio de tomografía computarizada, para establecer cuál cemento es eficaz a lo largo del tiempo.

En los resultados del estudio se demostró que no existe una diferencia significativa en el porcentaje de contracción a nivel del mm 2 de los cementos biocerámicos y el grupo control. Con un nivel de significación ($p=$) es mayor a 0,05 ($p>0,05$) no se tienen diferencias significativas entre las medias de las muestras de los cementos según prueba ANOVA. A nivel del mm 3 no se obtiene diferencias significativas entre los cementos biocerámicos, pero si entre estos y el grupo control. Mientras que el mm 4 no se obtiene diferencias significativas entre todos los grupos. En los mm 2, mm 3 y mm 4 el cemento BioRoot RCS es quien presenta las medias más bajas de aproximadamente 0,742.

De manera general al comparar todas las muestras, BioRoot RCS, TotalFill y Bio-C Sealer mediante prueba ANOVA, con un nivel de significación ($p=$) es mayor a 0,05 ($p>0,05$), NO se tienen diferencias significativas entre la media de las muestras de los cementos. Se obtiene una ligera diferencia de la muestra BioRoot RCS (BR) sobre las otras muestras, pero esta diferencia no es significativa.

En cuanto a la formación de espacios en los mm 2, mm 3 y mm 4 presentaron espacios cerrados después de ser sometidos a Termociclaje. A nivel de mm2 y usando la prueba de Kruskal Wallis, el valor del nivel de significación ($p=$) es menor a 0,05 ($p<0,05$),

presentando una ligera diferencia significativas entre la media de las muestras de los cementos, con los menores valores esta la muestra de Total Fill con una media de 0,20 espacios (cerca a cero espacios) y con los mayores valores esta la muestra de BioRoot RCS (BR) con una media de 1 espacio. Mientras que a nivel de mm 3 y mm 4 no existe diferencias significativas entre los cementos y la formación de espacios, cerrados mediante el uso de la prueba de Kruskal Wallis, con un nivel de significación ($p > 0,05$), Los resultados de algunos estudios del cambio dimensional o de volumen de los cementos pueden estar relacionados con su solubilidad, lo que puede conllevar a un cambio de la estabilidad dimensional y por ende produciendo una pequeña contracción. Debido a esta solubilidad diversos autores sugieren en sus estudios diferentes metodologías para evaluar estas propiedades.

Estudios en los que se compare la estabilidad dimensional en función del tiempo después de su fraguado y de forma específica entre cementos biocerámicos al ser sometidos a termocicladora son pocos. Es por ello que investigaciones acerca de los cementos que nos ofrezca una mejor estabilidad dimensional para lograr un éxito en el tratamiento endodóntico a largo plazo será de mucha ayuda para el profesional endodoncista.

En un estudio presentado por (Torres, y otros, 2020) evalúa solubilidad, cambio volumétrico y la presencia de espacios en los selladores TotalFill BC, Sealer Plus BC y Bio-C Sealer y AH usando moldes circulares de plástico de 1,5mm de espesor y 7,75 mm de diámetro llenos de los diferentes cementos ($n=6$), después de 7 días en estufa incubadora sumergidos en 7,5 mL de agua destilada y al final colocados en desecador para obtener su masa final, fueron analizados por microtomografías computarizada. Los cementos TotalFill BC, Sealer Plus BC y Bio-C Sealer no presentaron diferencias significativas entre sí en cuanto al cambio volumétrico a pesar de presentar una ligera solubilidad; a diferencia de AH Plus que presento una menor solubilidad y menor cambio

volumétrico en comparación a estos cementos. En cuanto a la presencia de espacios dentro del material no hubo diferencias significativas en el porcentaje de vacíos entre los grupos de estudio. En nuestro estudio a pesar de presentar una metodología diferente con periodo de tiempo de 30.000 ciclos o 3 años en termociclado y un cemento biocerámico diferente (TotalFill BC, BioRoot RCS y Bio-C Sealer) se obtuvieron resultados similares, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de cambio dimensional, entre estos cementos y el grupo control AH Plus. En cuanto al porcentaje de espacios nuestros resultados mostraron una ligera diferencia significativa entre BioRoot RCS y los demás grupos de estudio a nivel del mm² apical.

En 2020 Milanovic evalúa la presencia de porosidades o espacios entre cuatro cementos selladores (EndoSequence BC, BioRoot RCS, MTA Fillapex and AH Plus), utiliza 16 incisivos superiores (n=4) decoronados para obtener longitudes similares y obturados mediante técnica de cono único. El análisis lo realizó con Microtomografía computarizada en tercio apical, medio y coronal en dos líneas de tiempo 7 días después de la obturación y 6 meses después de sumergir las muestras en 5mL de solución de Hank. Y se observó la presencia de poros abierto y poros cerrados en todas las muestras, BioRoot presentó espacios a nivel apical y coronal, resultados similares se presentó en EndoSequence BC y AH Plus sin existir diferencias significativas entre estos; a diferencia de MTA Filapex que presentó un porcentaje elevado de poros en los tres tercios evaluados. Del porcentaje total de poros encontrados el 0,5% pertenece a poros cerrados y el 99,5% a poros abiertos. Este estudio presenta una metodología similar a nuestra presente investigación y los resultados en cuanto a la presencia de espacios el BioRoot tuvo espacios cerrados en el mm² del tercio apical al igual que en el estudio de Milanovic antes mencionado. Pero a nivel de mm³ y mm⁴ no se presentó una diferencia significativa entre los grupos de estudio.

Otro estudio realizado por (Milanezi Almeida, y otros, 2020) evalúan las propiedades fisicoquímicas (cambios volumétricos) y citotoxicidad de AH Plus, MTA Fillapex y TotalFill BC Sealer, para el cambio volumétrico utilizaron 30 dientes deacrílico con obturación de cono único evaluados a 168h, 360h y 720h después de ser sumergidos en agua destilada por medio de microCT. Los cambios volumétricos presentados entre TotalFill BC Sealer y AH Plus fueron menores y sin diferencias significativas entre estos, a diferencia de MTA filapex que presento mayor número de cambios volumétricos dando una diferencia significativa entre este y los otros dos cementos. Con nuestra metodología se obtuvo un similar resultado ya que en nuestro estudio TotalFill BC Sealer y AH Plus también presentaron ligeros cambios dimensionales sin que estos sean estadísticamente significativos entre ellos y los demás cementos BioRoot RCS y Bio-C Sealer.

(Zordan-Bronzel, y otros, 2019) evalúa las propiedades físico-químicas del cemento Bio-C Sealer en comparación con TotalFill BC y AH Plus. Utilizó modelos de yeso de 10mm de diámetro y 1mm de alto (n=5) rellenos con los cementos de estudio y sumergidos en agua destilada por 30 días para ser analizados por microCT. Demostrando que Bio-C Sealer y TotalFill BC presentaron un cambio volumétrico por debajo del 2% aunque presentaron una ligera solubilidad, sin presentar cambios estadísticamente significativos entre estos y AH Plus. En nuestro estudio el análisis fue por tomografía convencional y un tiempo de estudio mayor 30.000 ciclos (3años) y los resultados siguen siendo similares, con porcentajes de cambios dimensionales menores al 1% entre los cementos biocerámicos estudiados (TotalFill BC, BioRoot RCS y Bio-C Sealer) y AH plus.

En la actual investigación se utilizaron premolares unirradiculares los cuales fueron rellenos completamente por los cementos de estudio y mediante tomografía convencional se analizó los 4 primeros mm del tercio apical, al ser considerada una zona de vital importancia ya que si ocurre un cambio dimensional del material puede provocar una

reinfección. A diferencia del estudio realizado por (Tanomaru-Filho, y otros, 2017) donde compara el cambio volumétrico de GuttaFlow Bioseal, TotalFill BC Sealer y AH Plus utilizando moldes metálicos de 3mm de profundidad con 1 mm de diámetro (n=6) los cuales fueron sumergidos en agua destilada por 7 y 30 días realizando un examen de micro CT en estas dos líneas de tiempo. Demostrando que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los cementos de estudio tanto en la línea de tiempo de 7 días como en la línea de tiempo de 30 días. Resultados similares a los nuestros donde TotalFill BC no presento diferencias estadísticamente significativas entre este y los grupos de estudio tanto después del fraguado en estufa incubadora (7 días) y 30.000 ciclos de termociclado (3 años).

Al encontrar estudios comparativos que, a pesar de usar una metodología diferente a la nuestra obtuvieron similares resultados sin diferencias significativas entre cementos biocerámicos y el grupo control AH Plus, y en nuestros resultados BioRoot RCS presenta una media más baja en comparación a los otros cementos, pero no es significativa.

El uso Micro-CT complementa cualquier metodología de estudio utilizada.

4.3 Conclusiones

Dentro de las limitaciones de este estudio los resultados demostraron que ningún de los cementos biocerámicos tuvo una obturación homogénea libre de contracciones. Dentro de nuestra hipótesis las propiedades físicas del cemento TotalFill BC presentaría un mejor resultado en cuanto a su estabilidad dimensional frente a los otros grupos de estudio al ser material premezclado y con buena fluidez al momento de inyectar al conducto. Sin embargo, el estudio demostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres cementos biocerámicos ya que los tres presentaron porcentajes de contracción por debajo del 1% a nivel apical.

Sin embargo, en cuanto a la formación de espacios en 2 mm TotalFill presento los menores valores a diferencia de los otros grupos biocerámicos y control. Mientras que a nivel de mm 3 y mm 4 no existe diferencias significativas entre los cementos y la formación de espacios

Se podría realizar estudios alternos utilizando otros cementos biocerámicos que vayan saliendo al mercado con el tiempo, usando diferentes modelos de estudio estandarizados o en conductos más circulares como los conductos distales de los primeros molares superiores. Se analizaría en una mayor línea de tiempo en termociclado una simulación de 5 años y mediante el uso de microCT; esto con la finalidad de encontrar el cemento con su menor cambio dimensional que llegue a alterar el tratamiento endodóntico a lo largo del tiempo.

4.4 Limitaciones del estudio.

Al ser un estudio in vitro se debe tener precaución en extrapolar los resultados a la situación clínica.

Algunas limitaciones incluyen:

- Al ser un estudio in vitro, aunque las muestras se almacenaron en estufa incubadora a 37° C y 100% de humedad para el fraguado de los cementos, las variables intraorales no pueden ser simuladas en su totalidad.
- El estudio se realizó en piezas unirradiculares, buscando los conductos más circulares posibles para que los cementos puedan ser inyectados y evaluados de forma equitativa.
- Debido a la lamentable situación de Covid-19 no fue posible evaluar las muestras en medios de observación más específicos como Microtomografía computarizada.

4.5 Recomendaciones.

Utilizando el mismo protocolo para comparar la estabilidad dimensional de los cementos biocerámicos, se recomienda:

- Incluir otras marcas de cementos biocerámicos en estudios de comparación.
- Repetir el presente estudio utilizando instrumentos de observación más precisos como la microtomografía computarizada.
- Comparar la estabilidad dimensional de los cementos con otras técnicas de envejecimiento artificial acelerado y con periodos de tiempo más largos.
- Aumentar el tamaño de la muestra.
- Investigaciones in vivo para establecer si los hallazgos in vitro son aplicables la situación clínica.

5. Bibliografía

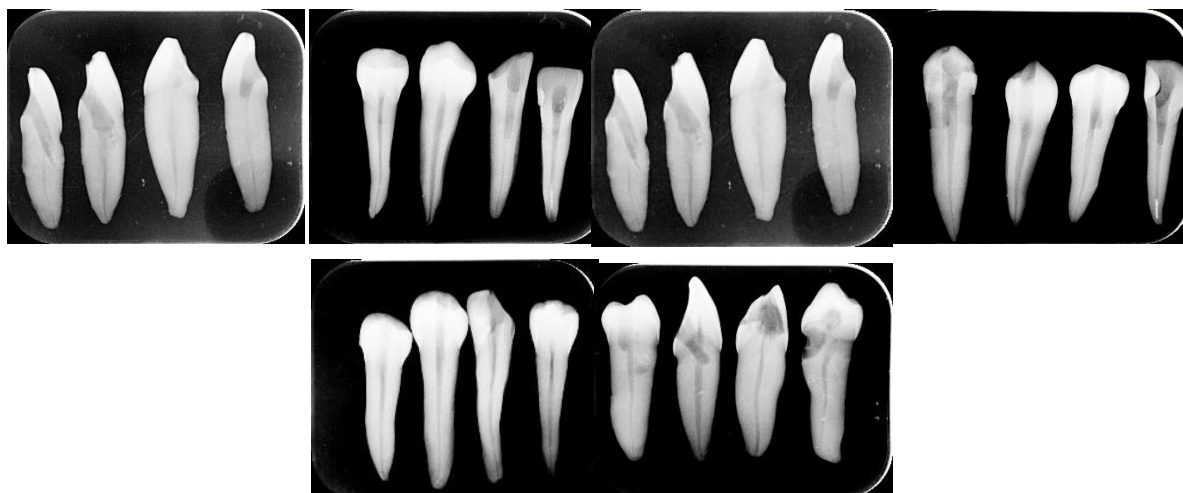
- Tanomaru-Filho, M., Esteves, F., Chavez-Andrade, G., De Almeida, M., Navarro, L., & Guerreiro-Tanomaru, J. (2017). Physicochemical Properties and Volumetric Change of Silicone/ Bioactive Glass and Calcium Silicate–based Endodontic Sealers. *J Endod*, 1-5.
- Angelus. (10 de 01 de 2022). *PERFIL TÉCNICO CIENTÍFICO BIO-C® SEALER*. Obtenido de <https://angelus.ind.br/assets/uploads/2019/12/BIO-C%C2%AE-SEALER-Perfil-Tecnico-Cientifico-ESPANOL.pdf>
- Barzuna, U. C. (2010). Obturación con gutapercha termoplastificada. Reporte de dos casos clínicos. *Publicación Científica Facultad de Odontología • UCR*, 12.
- Başer Can, E., Keleş, A., & Aslan, B. (2017). Micro-CT evaluation of the quality of root fillings when using three root filling systems. *Int Endod J*, 1-7.
- Benavides, M. (2015). Evaluación in vitro de la microfiltración apical después de la obturación en 60 dientes unirradiculares utilizando dos cementos selladores, uno a base de resina y uno a base de MTA observados con Microscopio de Barrido.
- Bergenholtz, G. (2011). *Endodoncia* (2 ed.). Manual Moderno.
- Camilleri, J. (2017). Will Bioceramics be the Future Root Canal Filling Materials? *Curr Oral Health Rep*, 1-11.
- Camilleri, J. (2015). Mineral trioxide aggregate: present and future developments. *Endod. Top*, 31-46.
- Canalda, C. & Brau, E. (2014). *Endodoncia: Técnicas Clínicas y Bases Científicas*. Barcelona, España: Masson.
- Carvalho-Júnior, J., Correr-Sobrinho, L., Correr, A., Sinhoreti, M., Consani, S., & Sousa-Neto, M. (2007). Solubility and Dimensional Change after Setting of Root Canal Sealers: A Proposal for Smaller Dimensions of Test Samples. *J Endod*, 1110-1116.
- Choen S., B. R. (2013). " Vias de la Pulpa ". Estados Unidos: Elsevier Mosbi.
- Colombo, M., Poggio, C., Dagna, A., Meravini, M., Riva, P., Trovati, F., & Pietrocola, G. (2018). Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 120-126.
- Donnermeyer, D., Bürklein, S., Dammaschke, T., & Schäfer, E. (2019). Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology*, 421-436.
- Duarte, M., Marciano, M., Vivan, R., Tanomaru Filho, M., Tanomaru, J., & Camilleri, J. (2018). Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Braz Oral Res*, 18-32.
- Eraso N, M. I. (Diciembre de 2012). LA OBTURACIÓN ENDODÓNTICA, UNA VISIÓN GENERAL. *Revista Nacional de Odontología*, 8(15).
- Esteves Torres, F., Guerreiro-Tanomaru, J., Bosso-Martelo, R., Galletti Espir1, C., Camilleri, J., & Tanomaru-Filho, M. (2019). Solubility, Porosity, Dimensional and Volumetric Change of Endodontic Sealers. *Brazilian Dental Journal*, 368-373.
- Falconí, B., Molina, G., Velásquez, R., & Armas, A. (2016). Evaluación del grado de microfiltración en restauraciones de resina compuesta, comparando dos sistemas adhesivos tras diferentes períodos de envejecimiento. *Rev SciELO*, 281-295.
- FKG. (10 de 01 de 2022). *FKG*. Obtenido de <https://www.fkg.ch/es/productos/endodoncia/obturaci%C3%B3n/totalfill>
- G., R. (2000). AGENTES SELLADORES EN ENDODONCIA. *artículo de revision*.
- Giudice-García A, T.-N. J. (Septiembre de 2011). Obturación en endodoncia - Nuevos sistemas de obturación. *Estomatol Herediana*, 21(3).

- Goldberg F, S. (2003). Endodoncia técnicas y fundamentos. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Hammad, M. M. (12 de 2009). Evaluation of Root Canal Obturation: A Three-dimensional. *J Endod*, 35.
- Hargreaves, K. & Cohen, S. (2011). *Vías de la Pulpa (10ma ed.)*. Barcelona, España: Elsevier.
- Harry, A. (1988). *Odontología Estética. Selección y (primera ed.)*. Ed. Labor.
- Ingle, J. (2002). *Endodoncia. 5a. .* Mexico: Interamericana.
- JAVIER, J. G. (2006). Estudio in vitro del sellado de conductos obturados con gutapercha y sellador ah26 mediante la técnica de la condensación lateral de la gutapercha en frío.
- Khalil, I., Naaman, A., & Camilleri, J. (2016). Properties of Tricalcium Silicate. *Properties of Tricalcium Silicate*, 1529-1535.
- Leonardo, M.R. & Leal, J.M. (2009). *Endodoncia: tratamiento de los conductos radiculares (2da ed.)*. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.
- Malhotra, S., Hedge, M., & Shetty, C. (2014). Bioceramic Technology in Endodontics. *British Journal of Medicine & Medical Research*, 2446-2454.
- Marciano, M., Hungaro, M., & Camilleri, J. (2015). Calcium silicate-based sealers: Assessment of physicochemical properties, porosity and hydration. *Dent Mater*, 1-11.
- Milanezi Almeida, M., Teles Rodrigues, C., Arruda Matos, A., Kildare-Teodoro, K., Nogueira-Leal, E., Hungaro Duarte, M., . . . Bernardineli, N. (2020). Analysis of the physicochemical properties, cytotoxicity and volumetric changes of AH Plus, MTA Fillapex and TotalFill BC Sealer. *J Clin Exp Dent.*, 1058-65.
- Milanovic, I., Milovanovic, P., Antonijevic, D., Dzeletovic, B., Djuric, M., & Miletic, V. (2020). Immediate and Long-Term Porosity of Calcium Silicate-Based Sealers. (*J Endod*, 1-9.
- Nogueira, P., Rabelo, J., Ribeiro, M., Candido, A., & Candido, S. (2009). Effect of artificial accelerated aging on compression strength of composite resin. *Acta odontológica Venezolana*.
- Sahli, C. C. (julio-septiembre de 1997). Gutapercha termoplastificada. *15(3)*.
- Septodont. (2017). *BioRoot TM rcs Active Biosilicate Technology, Bioactive mineral root canal sealer*. Pont de Creteil, France.
- Siboni, F., Taddei, P., Prati, X., & Gandolfi, M. (2017). Properties of bioroot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer. *International Endodontic*, 120-136.
- Silva Almeida, L., Moraes, R., Dornelles, R., & Geraldo, F. (2016). Are Premixed Calcium Silicate-based Endodontic Sealers Comparable to Conventional Materials? A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod*, 1-9.
- Silva Almeida, L., Moraes, R., Dornelles, R., & Pappen, F. (2016). Are Premixed Calcium Silicate-based Endodontic Sealers Comparable to Conventional Materials? A Systematic Review of In Vitro Studies. (*J Endod*, 1-9.
- Silva, E., Perez, R., Valentim, R. M., Belladonna, F. G., De-Deus, G. A., Lima, I. C., & Neves, A. A. (2016). Dissolution, dislocation and dimensional changes of endodontic sealers after a solubility challenge: a micro-CT approach. *International Endodontic Journal*, 1-8.
- Simon, S., & Flouriot, A. (2016). The new biomaterial for root canal filling. *Case Studies Collection Septodont*, 4-10.
- Torabinejad, M., & Parirokh, M. (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod*, 190–202.

- Torabinejad M., W. R. (2010). *Endodoncia Principios y Practica* (cuarta ed.). Barcelona, España: elsevier.
- Torres, F., Zordan-Bronzel, C., Guerreiro-Tanomaru, J., Chavez-Andrade, G., Pinto, J., & Tanomaru-Filho, M. (2020). Effect of immersion in distilled water or. *Int Endod J.*, 385–91.
- Villena, H. (2012). *Endodoncia: Terapia Pulpar en Endodoncia*. Madrid, España: Ripano,S.A.
- Yáñez, A. (2015). Cementos de Obturación Biocerámicos: Una nueva alternativa en Endodoncia. *Canal Abierto*, 4-8.
- Zordan-Bronzel, C., Esteves Torres, F., Tanomaru-Filho, M., Chavez Andrade, G., Bosso-Martelo, R., & Guerreiro-Tanomaru, J. (2019). Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate–based Sealer, Bio-C Sealer. *J Endod*, 1-5.

6. Anexos

ANEXO 1



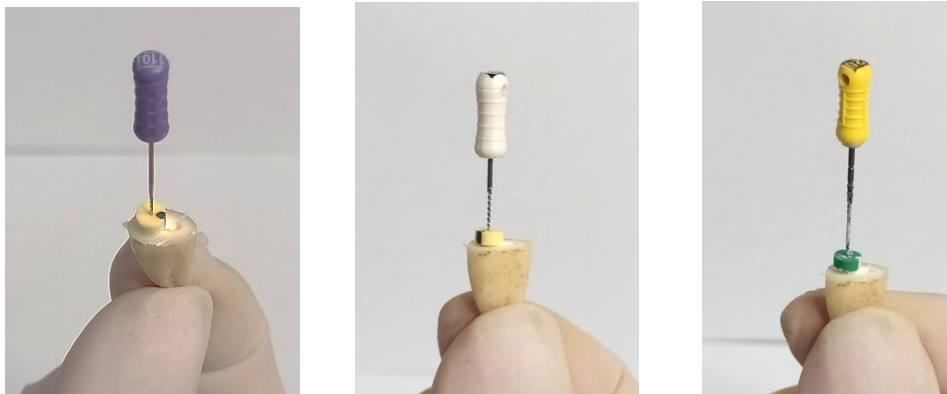
Imágenes preoperatorias

ANEXO 2

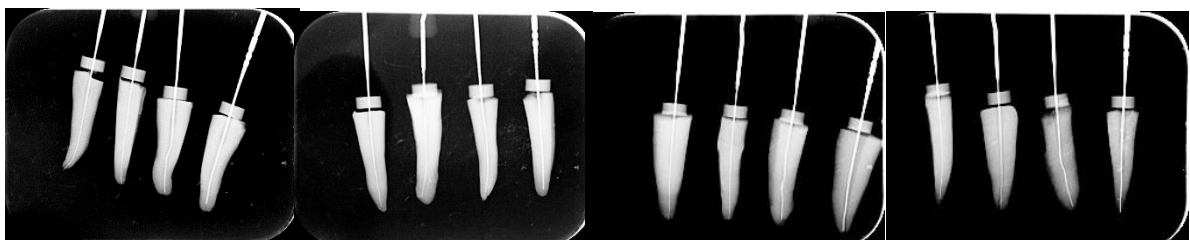


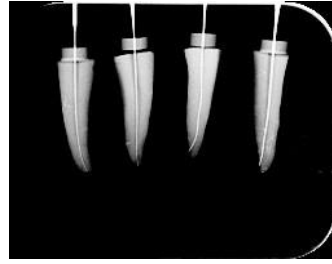
Dientes decoronados

ANEXO 3



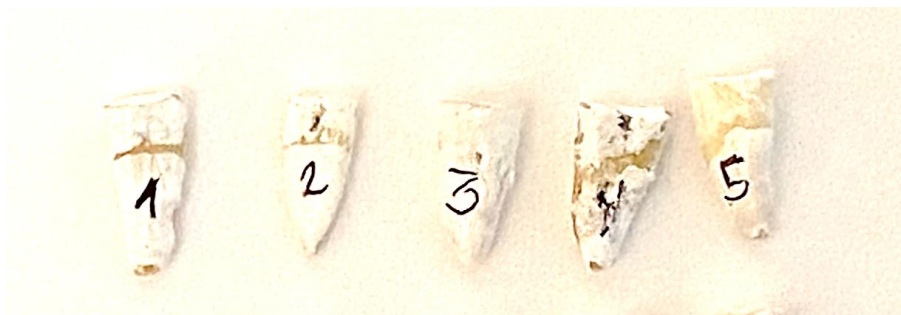
ANEXO 4 Conductometría





ANEXO 5

BioRoot RCS



Bio-C Sealer



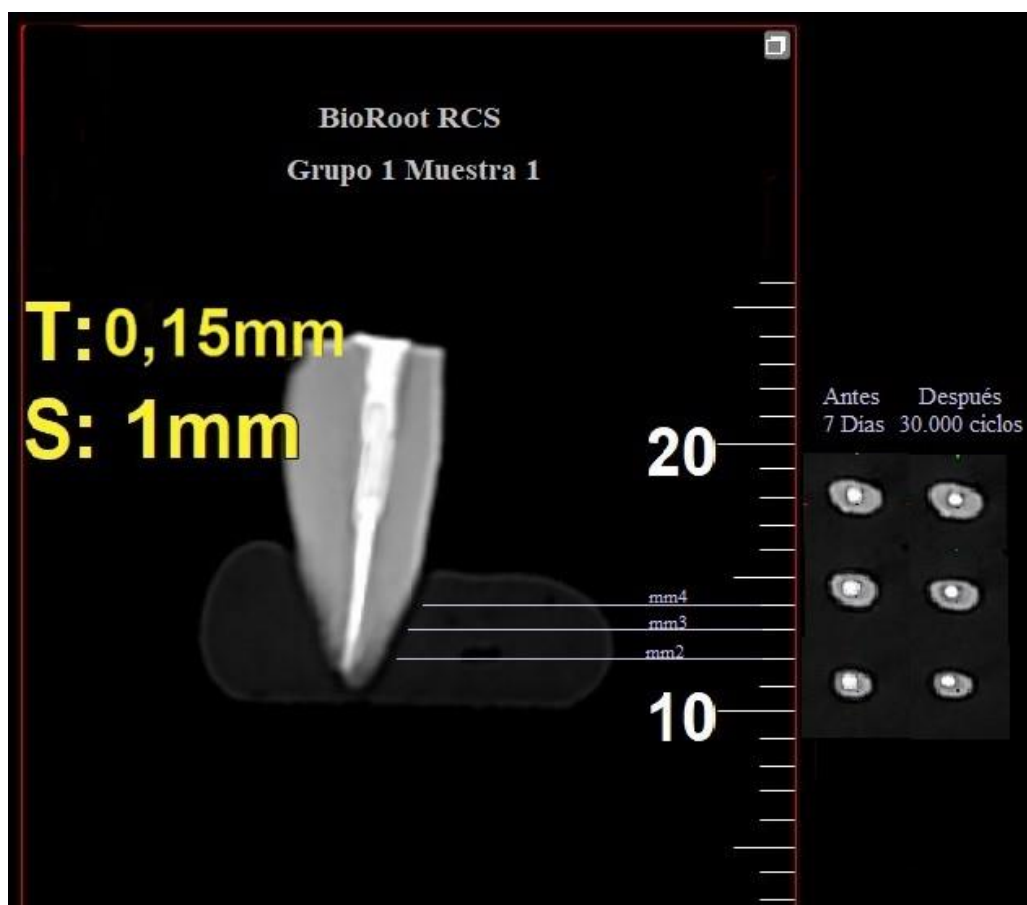
TotalFill BC

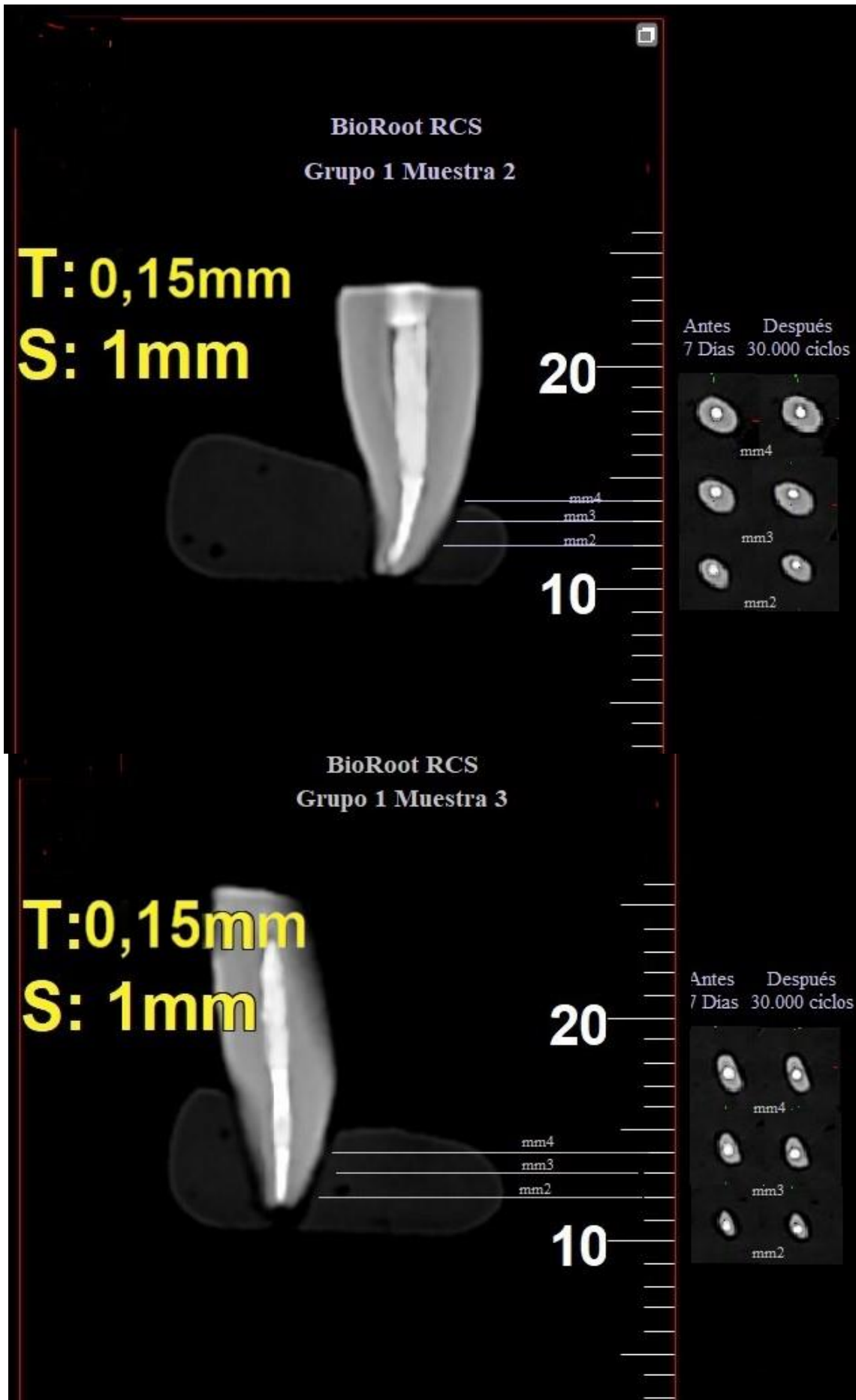


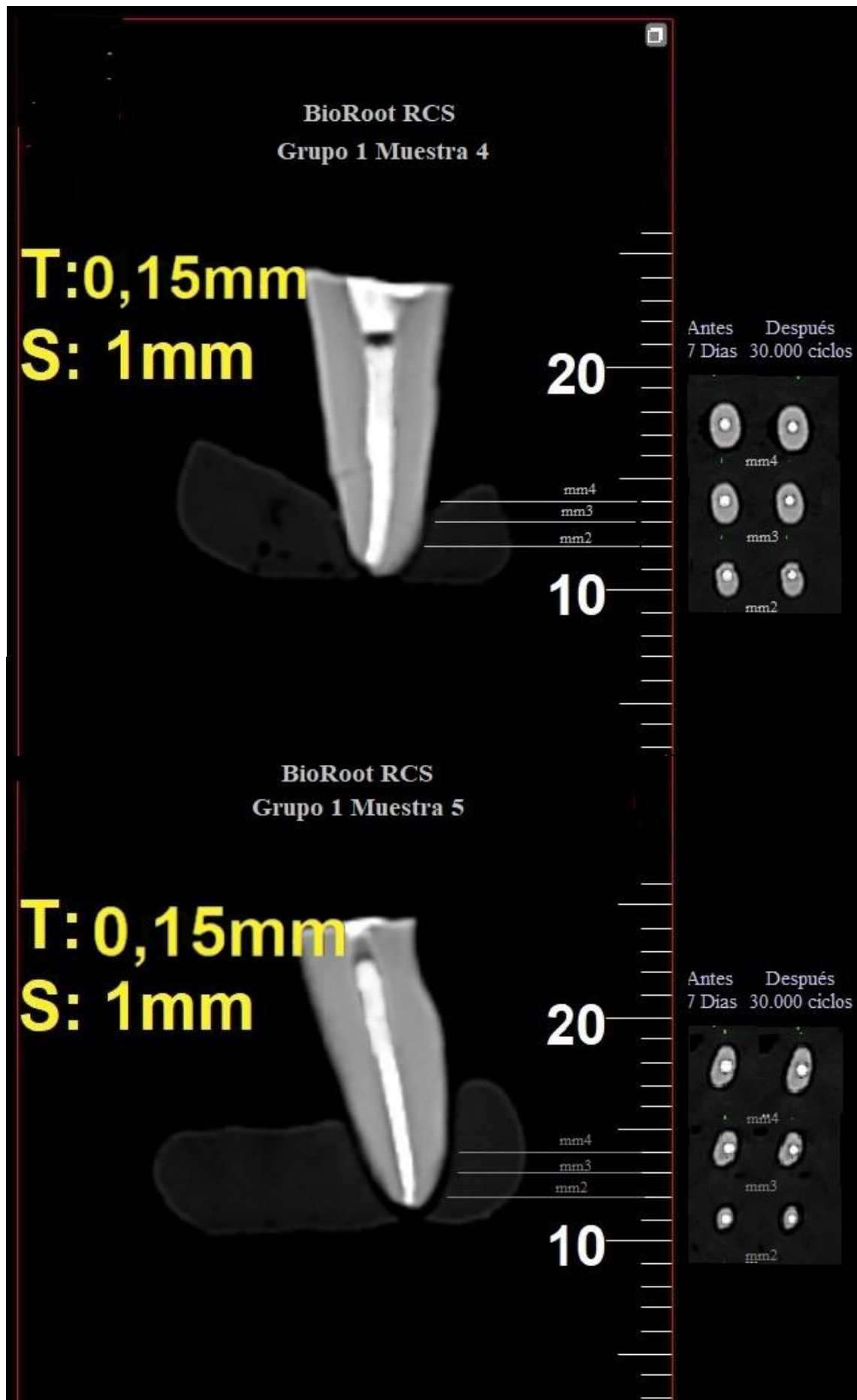
AH Plus

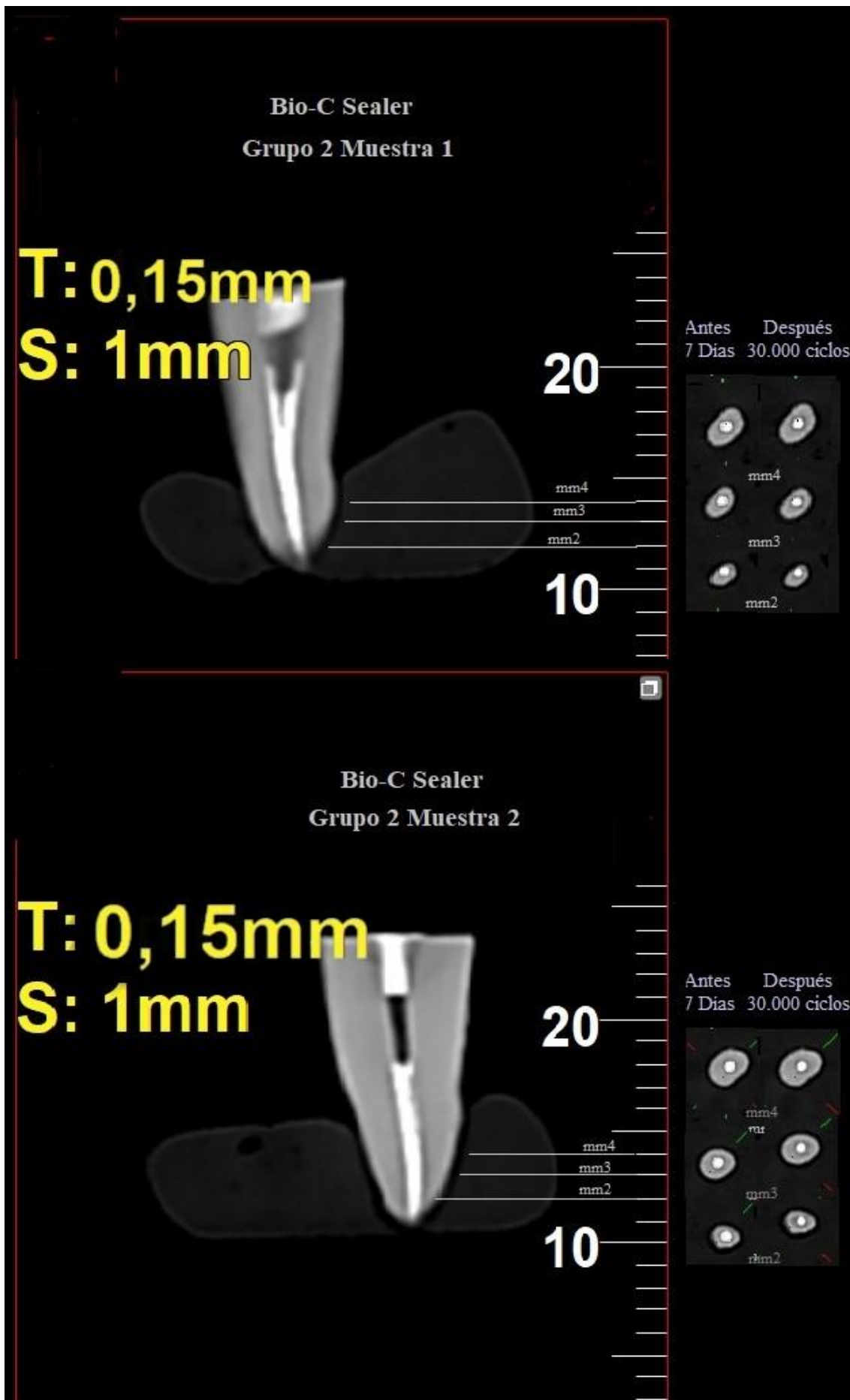


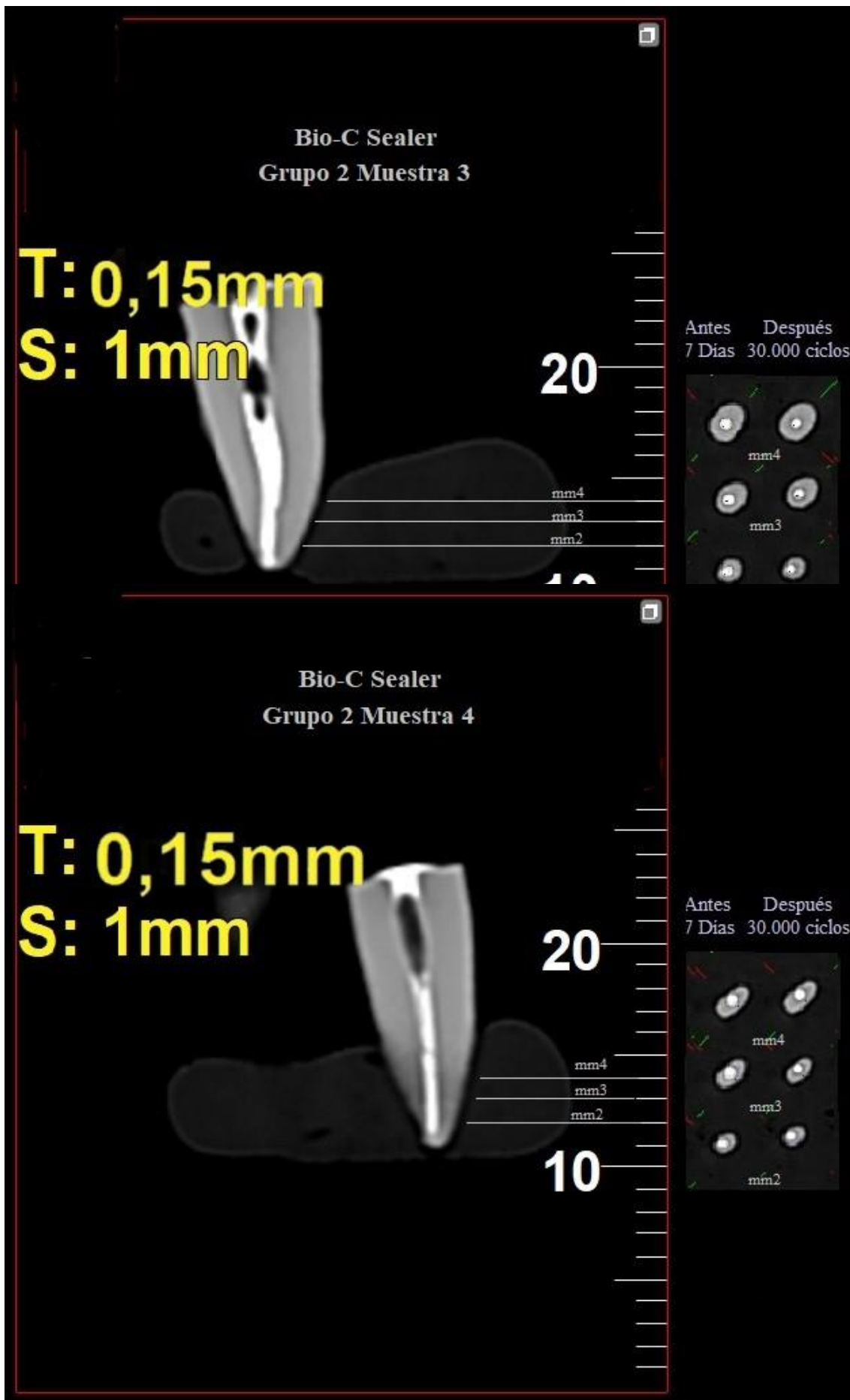
ANEXO 6 Análisis de cada muestra

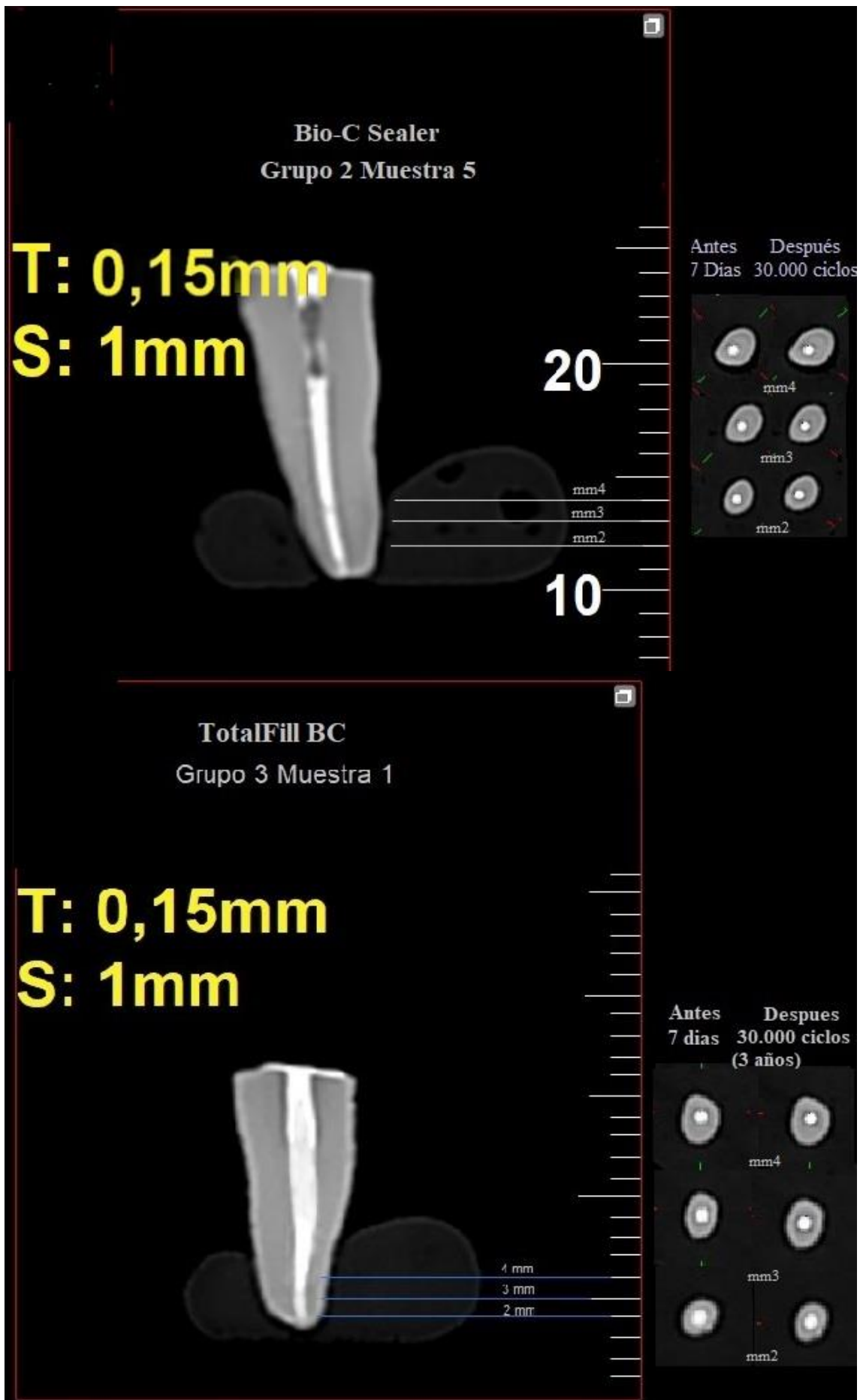


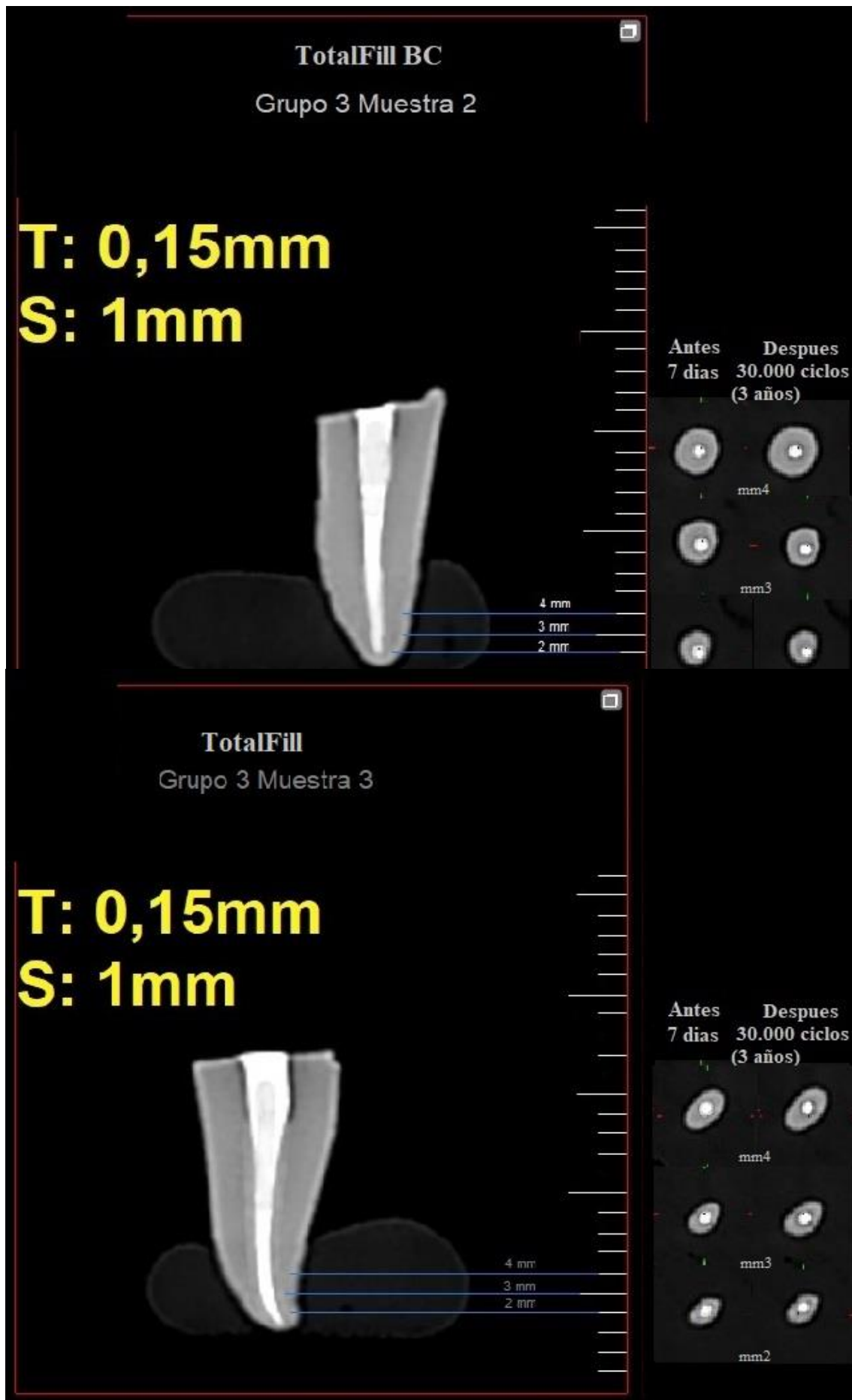


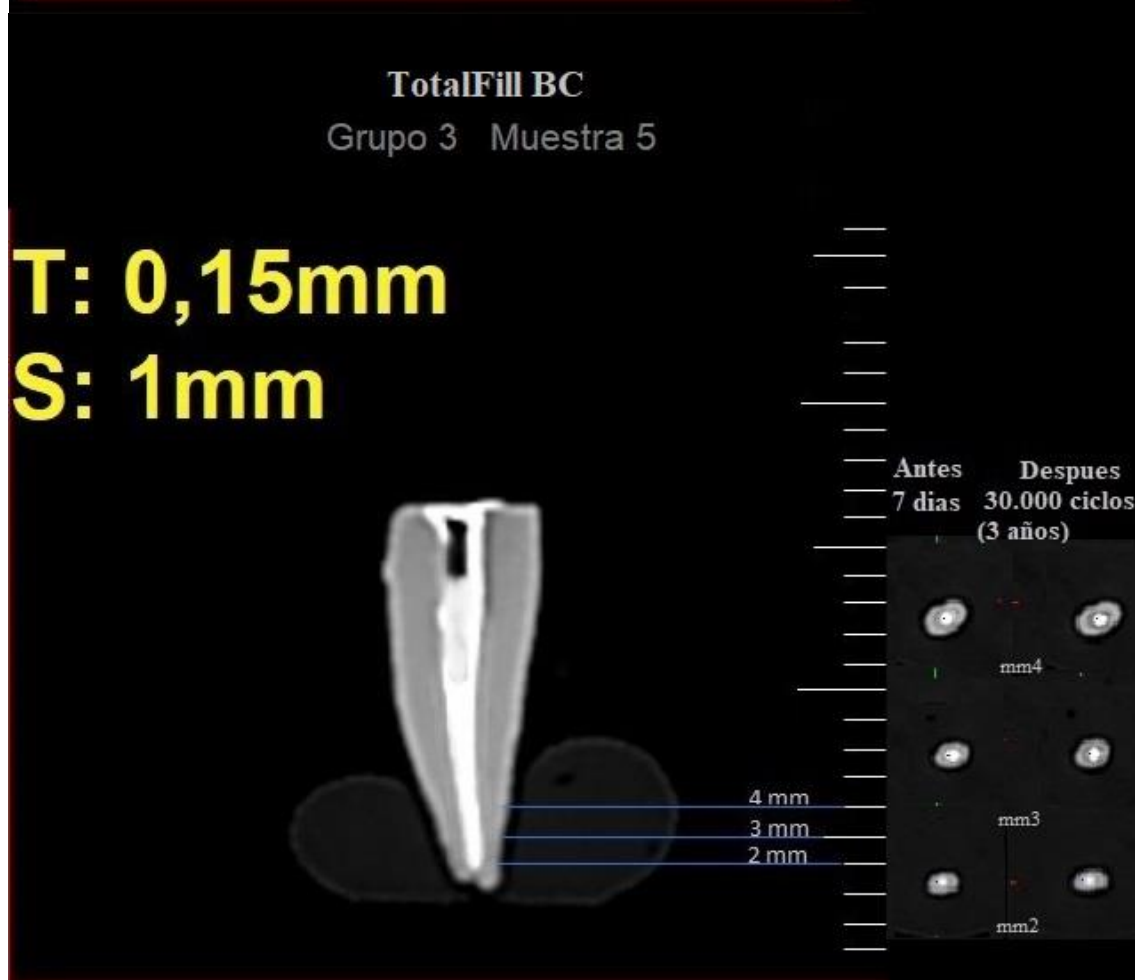
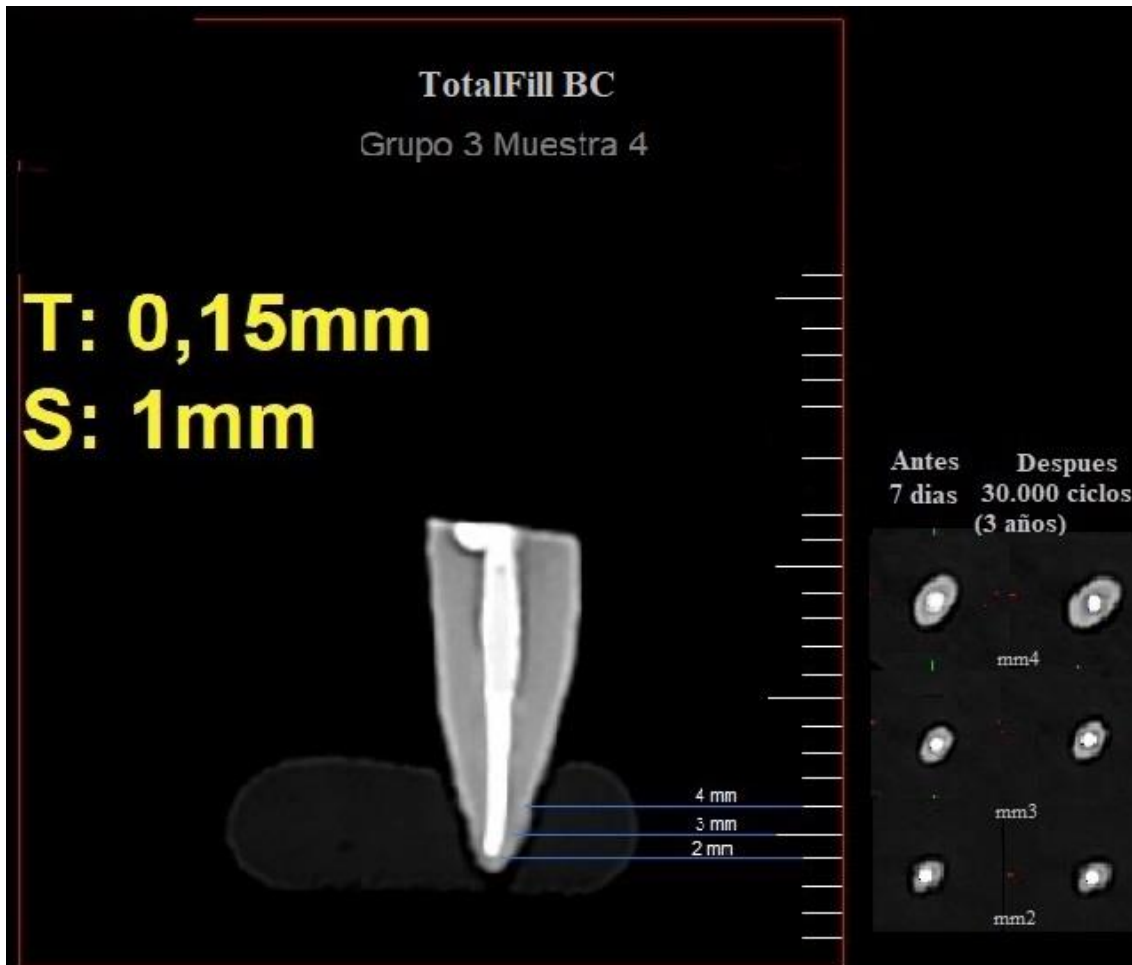


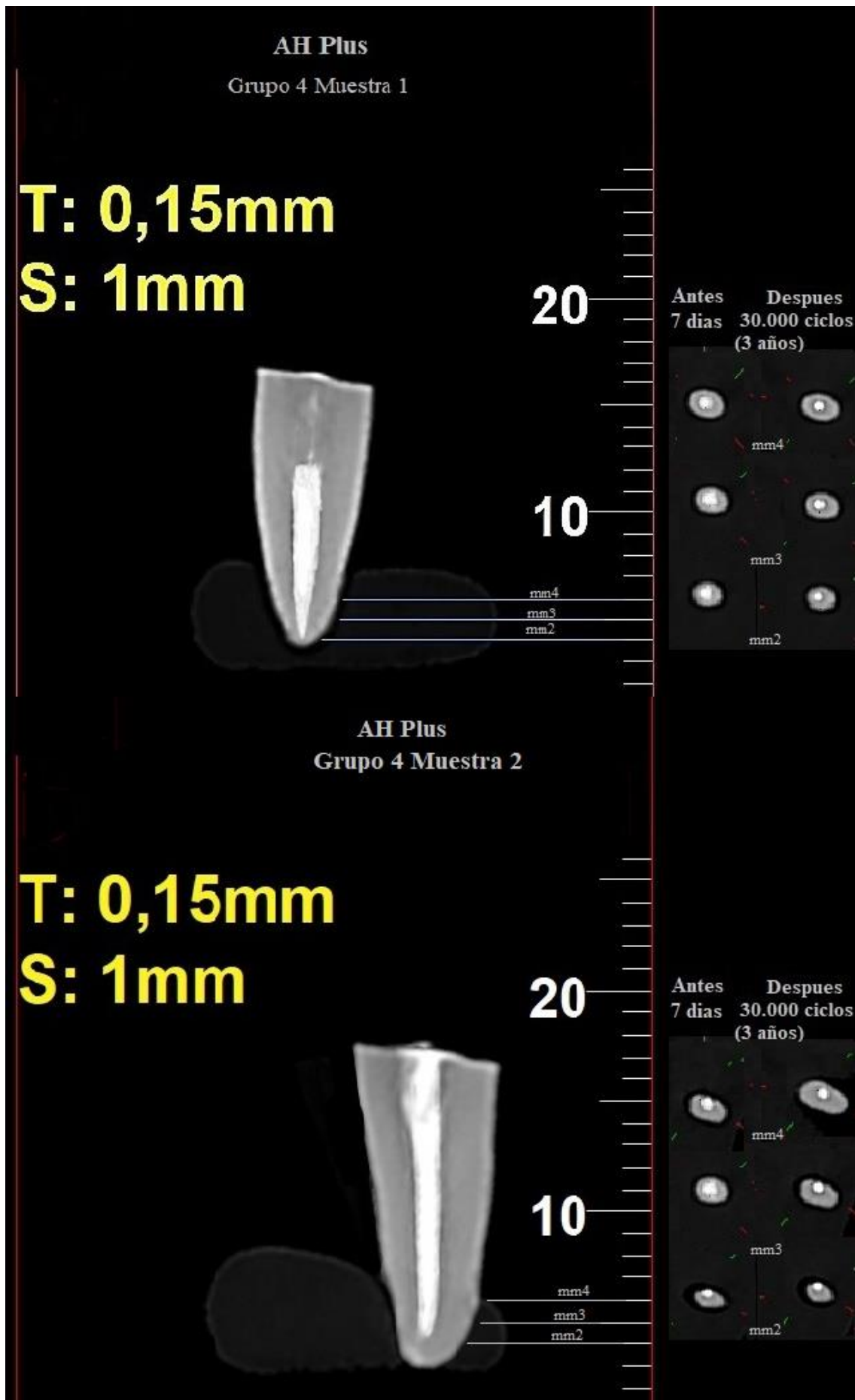












AH Plus
Grupo 4 Muestra 3

T: 0,15mm
S: 1mm

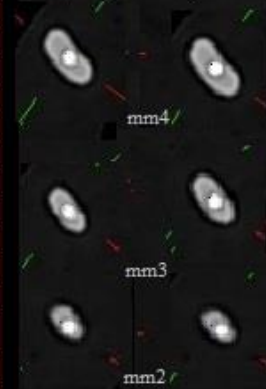


20

10

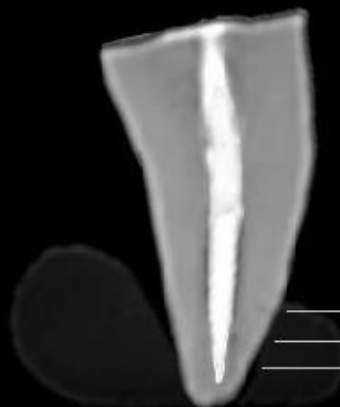
mm4
mm3
mm2

Antes 7 dias Despues 30.000 ciclos (3 años)



AH Plus
Grupo 4 Muestra 4

T: 0,15mm
S: 1mm

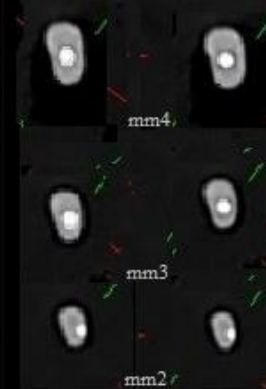


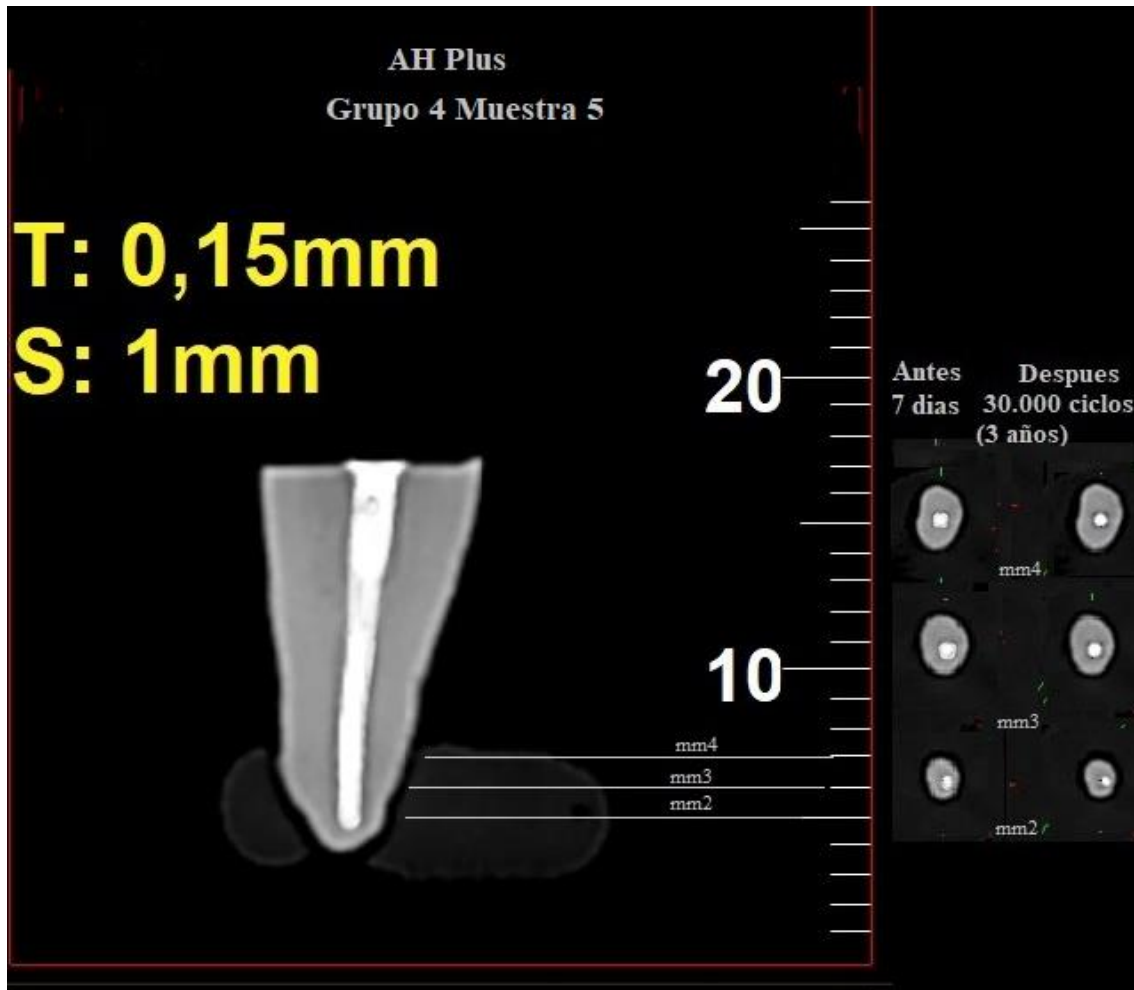
20

10

mm4
mm3
mm2

Antes 7 dias Despues 30.000 ciclos (3 años)





ANEXO 7

Tablas de recolección de datos

ESTABILIDAD DIMENSIONAL

		BioRoot RCS (BR)			
Muestra		Examen tomográfico 1	Examen tomográfico 2	Diferencia	Variación % Contracción
		Longitud Inicial mm	Longitud Final mm		
1	mm 2	1.069	1.059	0,01	(-) 0,94
	mm 3	1.194	1.184	0,01	(-) 0,83
	mm 4	1.199	1.190	0,009	(-) 0,75
2	mm	0.899	0.891	0,008	(-) 0,88

	2				
	mm	0.989	0.980	0,009	(-) 0,91
	3				
	mm	1.117	1.108	0,009	(-) 0,81
3	mm	1.023	1.015	0,008	(-) 0,78
	mm	1.151	1.143	0,008	(-) 0,70
	mm	1.252	1.241	0,011	(-) 0,88
4	mm	1.192	1.179	0,013	(-) 1,09
	mm	1.234	1.225	0,009	(-) 0,72
	mm	1.240	1.237	0,003	(-) 0,24
5	mm	0.931	0.923	0,008	(-) 0,86
	mm	0.992	0.987	0,005	(-) 0,54
	mm	1.065	1.054	0,011	(-) 1,03

Bio C- Sealer (Angelus)					
Muestra		Examen tomográfico 1	Examen tomográfico 2	Diferencia	Variación % Contracción
		Longitud	Longitud		
1	mm	0.928	0.919	0,009	(-) 0,97
	mm	1.137	1.126	0,011	(-) 0,97
	mm	1.216	1.205	0,011	(-) 0,90
2	mm	1.105	1.095	0,01	(-) 0,90
	mm	1.167	1.156	0,011	(-) 0,94
	mm	1.206	1.194	0,012	(-) 1,00
3	mm	0.910	0.901	0,009	(-) 0,99

	2				
	mm	1.066	1.057	0,009	(-) 0,84
	3				
	mm	1.093	1.084	0,009	(-) 0,82
	4				
	mm	0.854	0.846	0,008	(-) 0,94
4	2				
	mm	1.034	1.025	0,009	(-) 0,87
	3				
	mm	1.083	1.074	0,009	(-) 0,83
	4				
	mm	1.042	1.033	0,009	(-) 0,86
5	2				
	mm	1.064	1.055	0,009	(-) 0,85
	3				
	mm	1.103	1.094	0,009	(-) 0,82
	4				

Total Fill					
Muestra		Examen tomográfico 1	Examen tomográfico 2	Diferencia	Variación % Contraccion
		Longitud	Longitud		
1	mm	0.992	0.983	0,009	(-) 0,91
	2				
	mm	1.093	1.084	0,009	(-) 0,82
	3				
	mm	1.175	1.164	0,011	(-) 0,94
	4				
2	mm	0.947	0.938	0,009	(-) 0,95
	2				
	mm	1.110	1.099	0,011	(-) 0,99
	3				
	mm	1.181	1.170	0,011	(-) 0,93
	4				
3	mm	0.952	0.945	0,007	(-) 0,74
	2				
	mm	1.108	1.099	0,009	(-) 0,81
	3				
	mm	1.174	1.163	0,011	(-) 0,93
	4				
4	mm	0.861	0.853	0,008	(-) 0,93

	2				
	mm	0.984	0.975	0,009	(-) 0,91
	3				
	mm	1.072	1.063	0,009	(-) 0,84
5	mm	0.868	0.860	0,008	(-) 0.92
	mm	0.994	0.985	0,009	(-) 0,91
	mm	1.022	1.013	0,009	(-) 0,88

Grupo control

AH Plus					
Muestra		Examen tomográfico 1	Examen tomográfico 2	Diferencia	Variación % Contracción
		Longitud	Longitud		
1	mm	0.943	0.937	0,006	(-) 0,64
	mm	1.150	1.141	0,009	(-) 0,78
	mm	1.252	1.246	0,006	(-) 0,48
2	mm	0.845	0.836	0,009	(-) 1,07
	mm	0.951	0.942	0,009	(-) 0,95
	mm	1.141	1.130	0,011	(-) 0,96
3	mm	0.811	0.803	0,008	(-) 0,99
	mm	0.965	0.956	0,009	(-) 0,93
	mm	1.026	1.015	0,011	(-) 1,07
4	mm	0.856	0.848	0,008	(-) 0,93
	mm	0.954	0.945	0,009	(-) 0,94
	mm	1.072	1.061	0,011	(-) 1,02

5	mm 2	0.823	0.814	0,009	(-) 1,09
	mm 3	1.002	0.992	0,01	(-) 1,00
	mm 4	1.059	1.048	0,011	(-) 1,04

PRESENCIA DE ESPACIOS

BioRoot RCS (BR)			
Muestra		Examen tomográfico 1	Examen tomográfico 2
		Nº Espacios	Nº Espacios
1	mm 2	0	1
	mm 3	1	1
	mm 4	1	2
2	mm 2	0	1
	mm 3	0	2
	mm 4	1	2
3	mm 2	0	1
	mm 3	0	2
	mm 4	0	2
4	mm 2	0	1
	mm 3	1	2
	mm 4	1	3
5	mm 2	0	1
	mm 3	0	2
	mm 4	1	2

Bio-C Sealer			
Muestra		Examen tomográfico 1	Examen tomográfico 2
		Nº Espacios	Nº Espacios
1	mm 2	0	1
	mm 3	1	2
	mm 4	1	2
2	mm 2	0	1
	mm 3	0	2
	mm 4	1	2
3	mm 2	0	0
	mm 3	1	1

	mm 4	1	2
4	mm 2	0	1
	mm 3	0	2
	mm 4	1	2
5	mm 2	0	1
	mm 3	0	1
	mm 4	1	1

Total Fill			
Muestra		Examen tomográfico 1	Examen tomográfico 2
		Nº Espacios	Nº Espacios
1	mm 2	0	0
	mm 3	0	1
	mm 4	1	2
2	mm 2	0	0
	mm 3	0	1
	mm 4	1	2
3	mm 2	0	1
	mm 3	1	2
	mm 4	1	2
4	mm 2	0	0
	mm 3	0	2
	mm 4	0	2
5	mm 2	0	0
	mm 3	0	1
	mm 4	0	2

Grupo Control

AH Plus			
Muestra		Examen tomográfico 1	Examen tomográfico 2
		Nº Espacios	Nº Espacios
1	mm 2	0	0
	mm 3	0	1
	mm 4	1	2
2	mm 2	0	0
	mm 3	1	1
	mm 4	1	2
3	mm 2	0	1

	mm 3	0	2
	mm 4	1	2
4	mm 2	1	0
	mm 3	0	2
	mm 4	0	3
5	mm 2	1	1
	mm 3	1	2
	mm 4	1	3