Evaluación de la microfiltración de un cemento biocerámico durante 2 meses: estudio in vitro

Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada y Catalina Castro Grass

Trabajo de grado para optar el título de Odontólogo

Director

María Alejandra Manosalva Estrada

Especialista en Endodoncia

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División en Ciencias de la Salud

Facultad de Odontología

2026

Dedicatoria

A mis padres, por ser los pilares de mi vida y enseñarme, con su ejemplo, el valor del esfuerzo, la perseverancia y la confianza en mí misma. Todo lo que hoy alcanzo tiene una parte de ustedes: sus enseñanzas, sus sacrificios y la seguridad de saber que siempre he contado con su apoyo. Este logro también es fruto de todo lo que han sembrado en mí a lo largo de los años. Por ser mi hogar y mi mayor fortaleza, este título también les pertenece.

A mi abuela, por tu cariño, tus enseñanzas y por tantos recuerdos que guardo con especial afecto. Me hace feliz poder compartir contigo este momento y saber que también formas parte de todo aquello que me ha llevado hasta aquí. Espero que este logro sea motivo de orgullo y alegría para ti, así como lo es para mí tenerte en mi vida.

A mi hermana, por crecer a mi lado y compartir conmigo tantas etapas, recuerdos y experiencias. Tu cariño, complicidad y alegría han hecho especiales incluso los momentos más sencillos. Me alegra saber que, además de ser mi hermana, eres alguien con quien puedo compartir mis alegrías y mirar hacia todo lo que aún nos queda por vivir.

A mis tías y a mi familia, por el cariño, los consejos y cada momento compartido a lo largo de estos años. Cada uno ha aportado algo especial a mi vida y ha hecho que este recorrido estuviera rodeado de afecto. Me alegra poder celebrar esta meta junto a ustedes y compartir la felicidad de haber llegado hasta aquí.

A mis compañeras de tesis, por compartir este último tramo de nuestra formación entre jornadas de estudio, dudas, cambios y satisfacciones. La dedicación y el compromiso de cada una fueron fundamentales para sacar adelante nuestro proyecto. Me quedo con todo lo aprendido, con las experiencias vividas y con la satisfacción de haber construido este trabajo juntas.

A mis amigos y a mi grupo, ASL, por ser ese espacio de alegría, tranquilidad y autenticidad que tantas veces hizo más llevaderos los días difíciles. Las risas, las conversaciones, los planes improvisados y las anécdotas se han convertido en recuerdos que valoro especialmente. Me alegra haber encontrado personas con quienes puedo ser completamente yo y que, de una u otra forma, siempre terminan sintiéndose como casa.

Camila Andrea Alvear Guerra

En primer lugar, agradezco a Dios, por acompañarme, darme fortaleza y sabiduría, y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida.

A mi mamá, por ser mi apoyo emocional, por escucharme, acompañarme y sostenerme en cada momento. Gracias por creer en mí incluso cuando yo misma dudaba.

A mi papá, por estar siempre a mi lado, por su apoyo incondicional y por confiar en mí durante todo este camino. En los momentos en que sentía que ya no podía más, bastaba con recordar la cadena que llevaba en mi cuello para pensar en ti y encontrar una razón más para seguir adelante. Fue un pequeño símbolo que me acompañó durante este camino y que muchas veces me recordó que no debía rendirme.

A mis hermanas, por ser una parte fundamental de mi vida y una motivación para seguir adelante. Muchas de las cosas que hago y cada esfuerzo que realizo también llevan un poquito de ustedes.

A mi hermano, por ser un ejemplo para mí y una persona a quien admiro. Gracias por enseñarme que siempre vale la pena esforzarse por alcanzar nuestros sueños.

A mis perros, por acompañarme con su amor sincero durante tantos momentos de este camino. Siempre los llevaré en mi corazón. Y especialmente a mi Bruno, quien, aunque ya no está

físicamente conmigo, siempre será parte de esta historia. Comenzaste esta carrera a mi lado y tu recuerdo me acompañó en cada paso. Siempre te llevaré conmigo y recordaré con amor que también fuiste parte de este sueño.

A toda mi familia, gracias por confiar en mí, creer en mis capacidades y acompañarme durante este proceso. Este logro también lleva una parte de cada uno de ustedes.

A mis compañeras de tesis, gracias por compartir conmigo este camino, por cada esfuerzo, cada desvelo y cada dificultad superada juntas. Gracias por su apoyo, paciencia y compromiso. Esta tesis no habría sido posible sin nosotras y me alegra haber podido culminar esta etapa a su lado.

A mis abuelas, por su amor, cariño y por acompañarme siempre en este camino.

A mis dos abuelos que están en el cielo, por seguir viviendo en mi corazón y acompañarme desde donde están. Este logro también es para ustedes.

Diomelys Dayana Bonilla Mejía

Primero agradecerle a Dios, por haberme acompañado y guiado durante todo este camino, por darme la fortaleza para continuar incluso en los momentos en los que sentí que no podía más. Gracias por permitirme llegar hasta este momento, por darme sabiduría, paciencia y perseverancia para superar cada obstáculo y por poner en mi camino las personas que hicieron parte de esta etapa.

A mi mamá, gracias por acompañarme durante cada etapa de este camino, por estar presente en cada logro, en cada dificultad y en esos momentos en los que las cosas no salían como esperaba. Gracias por creer en mí incluso cuando yo misma dudaba, por tus palabras y por tus consejos. Este logro también es tuyo, porque detrás de cada paso que he dado ha estado tu amor, tu esfuerzo y tu confianza en mí.

A mi papá, por ser una parte fundamental de mi vida y de este camino. Gracias por tu apoyo, por cada consejo, por confiar en mí y por estar presente durante estos años, incluso en los momentos en los que el camino se hizo difícil. Gracias por enseñarme con tu ejemplo el valor de la responsabilidad, la perseverancia y el esfuerzo. Este logro también lleva una parte de ti, porque detrás de cada meta cumplida está tu apoyo y todo lo que has hecho para verme llegar hasta aquí. Y a tu esposa, gracias por acompañarte durante este camino, por estar a tu lado y ser también parte de ese apoyo y compañía que te permitió estar presente en cada momento. Gracias por compartir contigo esta etapa y por formar parte, de una u otra manera, de este logro que hoy estoy cumpliendo.

A mis hermanos, gracias por estar presentes a lo largo de este camino, por acompañarme a su manera, por cada palabra de apoyo, cada consejo, cada risa y también por esos momentos en los que simplemente estuvieron ahí. Gracias por hacer parte de mi vida y por compartir conmigo este logro que hoy representa el cierre de una etapa muy importante.

A mis abuelos, gracias por sentirse orgullosos de mí y por celebrar cada uno de mis logros como si fueran propios. Tenerlos conmigo y poder compartir este momento a su lado es un regalo que valoro profundamente. Este logro también es para ustedes, con todo mi amor y gratitud.

A mi abuelo, que, aunque ya no esté físicamente conmigo, sigue presente en mi corazón y en cada uno de mis logros. Me hubiera encantado poder compartir contigo este momento y verte orgulloso de la persona en la que me he convertido. Sé que, desde donde estés, me acompañas y celebras conmigo este sueño que hoy se hace realidad.

A Milu y cloe mis compañeras fieles y ese pedacito de amor que estuvo conmigo incluso sin entender todo lo que estaba viviendo. Gracias por recibirme siempre con el mismo amor, por acompañar mis días buenos y hacer un poquito más fáciles los días difíciles.

A quienes hicieron parte de este camino, y especialmente a esa persona que compartió conmigo gran parte de esta etapa, acompañándome no solo durante los años de universidad, sino también en los retos, los momentos difíciles y, sobre todo, en los logros. Gracias por estar presente, por creer en mí cuando más lo necesité y por dejar una huella especial en una etapa que siempre recordaré con cariño.

A mi familia, gracias por ser mi apoyo y mi refugio durante este camino. Gracias por creer en mí, acompañarme en cada momento y celebrar conmigo cada logro. Este sueño también es de ustedes, porque su amor y apoyo fueron parte fundamental para llegar hasta aquí.

A mis compañeras de tesis, gracias por haber compartido conmigo este último y, sin duda, uno de los procesos más importantes de nuestra carrera. Gracias por cada preocupación, cada risa y por acompañarme en los momentos en los que más lo necesitaba. Pero, sobre todo, gracias por su amistad, por convertirse en personas tan importantes para mí y por hacer que esta etapa fuera mucho más bonita. Me llevo no solo la satisfacción de haberlo logrado juntas, sino también recuerdos y una amistad que espero conservar siempre.

Catalina Castro Grass

A veces un sueño comienza siendo solo una ilusión, y cuando finalmente llega el momento de verlo cumplido, uno entiende que nunca caminó completamente solo. Hoy, al mirar hacia atrás, veo todos los días de esfuerzo, las lágrimas, los momentos en los que quise rendirme y también cada sonrisa que hizo que todo valiera la pena. Y en cada uno de esos momentos estuvieron ustedes.

A mis papás, gracias por ser mi mayor apoyo, por creer en mí desde el primer día y por hacer tantos sacrificios para que pudiera llegar hasta aquí. Este logro no podría llevar solamente

mi nombre, porque detrás de él están sus esfuerzos, sus desvelos, sus preocupaciones y, sobre todo, todo el amor que me han dado.

A mi mamá, gracias por sentirte orgullosa de mí desde el primer semestre, como si desde ese momento ya hubieras visto cumplido mi sueño. Gracias por emocionarte con cada logro, por escucharme cuando necesitaba hablar, por entenderme cuando ni yo misma sabía qué me pasaba y por abrazarme en los días en los que todo parecía demasiado difícil. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dejaba de hacerlo. Tu amor fue muchas veces el lugar donde encontré la tranquilidad para volver a intentarlo.

A mi papá, sin ti no hubiera podido llegar hasta aquí. Gracias por cada mañana en la que me llevabas a la universidad, sin importar si llovía, si estabas cansado o si el día apenas comenzaba. Gracias por estar ahí, siempre. Por cada palabra que me diste cuando quería abandonar todo, por cada vez que me dijiste que podía y por no permitir que un momento difícil me hiciera olvidar por qué había comenzado. Nunca quise defraudarte, porque sabía cuánto confiabas en mí. Y hoy, cuando estoy a punto de cumplir este sueño, pienso en todas esas mañanas en las que me llevaste a estudiar y entiendo que, mientras yo iba construyendo mi futuro, tú también estabas construyéndolo conmigo. Gracias por creer en mí aun cuando yo no podía hacerlo. Gracias por no dejarme rendir. Gracias por llevarme hasta este momento. Si hoy estoy aquí, una parte enorme de este logro es tuya.

A mi hermano, gracias por estar en mi vida y por creer en mí. Gracias por acompañarme durante este camino, por compartir mis alegrías, por escucharme en mis momentos difíciles y por estar presente, incluso sin necesidad de decir demasiado. Tal vez no siempre te diga lo importante que eres para mí, pero quiero que sepas que tenerte como hermano es una de las cosas que más

agradezco. En este logro también está tu cariño, tu apoyo y ese pedacito de vida que hemos compartido juntos.

A mis compañeras de tesis, gracias por acompañarme en este último capítulo de nuestra carrera. Gracias por las risas, las preocupaciones, la paciencia, el apoyo y por no rendirnos cuando las cosas se hicieron difíciles. Qué bonito poder mirar atrás y saber que esta parte de mi historia también la compartí con ustedes.

A esa persona que, aunque hoy ya no está en mi vida, también hizo parte de este camino: gracias. Gracias por haber llegado a mi vida en un momento que hoy forma parte de mis recuerdos, por creer en mí, por acompañarme y por esas palabras que alguna vez necesité escuchar. Aunque nuestros caminos hayan cambiado y hoy ya no estemos juntos en esta etapa, no quiero olvidar que también fuiste parte de la persona que soy y del camino que me trajo hasta aquí. Hay personas que no se quedan para siempre, pero eso no significa que su paso por nuestra vida no haya sido importante.

A mi familia, gracias por ser mi lugar seguro, por acompañarme y por celebrar conmigo cada paso. Gracias por hacerme sentir que, pasara lo que pasara, siempre tendría un lugar al que volver.

Este logro lleva mi nombre, pero tiene un poco de cada uno de ustedes. Porque si yo hoy puedo cumplir este sueño, es porque tuve la fortuna de ser amada, acompañada y sostenida por personas que nunca dejaron de creer en mí.

Gracias por caminar conmigo hasta aquí. Gracias por no dejarme caer, por enseñarme a levantarme y por recordarme siempre que podía. Hoy termina una etapa, pero todo el amor que recibí durante estos años se queda conmigo para siempre.

Este título es mío, pero este sueño siempre será nuestro. Los amo con toda mi alma.

Jenifer Andrea Castaño Lozada

A la doctora María Alejandra Manosalva, queremos agradecerle de todo corazón por acompañarnos en este camino. Gracias por su paciencia, por cada palabra de orientación, por escucharnos y por brindarnos siempre su apoyo cuando más lo necesitábamos.

Más que compartir sus conocimientos, nos enseñó con dedicación, empatía y confianza, guiándonos paso a paso y animándonos a no rendirnos ante las dificultades. Cada consejo, cada enseñanza y cada momento compartido fueron importantes para nosotros y dejaron una huella muy especial en este proceso.

Gracias por creer en nuestro proyecto, por confiar en nuestras capacidades y por ser parte de este logro que hoy nos llena de orgullo y felicidad. Nos llevamos no solo grandes aprendizajes, sino también un profundo cariño y gratitud por todo lo que hizo para ayudarnos a hacer realidad este sueño.

Contenido

1. Introducción 17
1.1Planteamiento del problema 19
1.2 Justificación 24
2. Marco teórico 27
2.1 Anatomía interna 27
2.1.2 Cavidad pulpar 27
2.1.3 Conductos accesorios 29
2.1.4 Ápice radicular 30
2.1.5 Túbulos dentinarios. 31
2.2 Anatomía según Vertucci 32
2.2.1 Clasificación según Vertucci: 32
2.3 Obturación en endodoncia 33
2.3.2 Técnicas de obturación 34
2.3.3 Materiales de obturación. 36
2.3.4 Cementos selladores 37
2.3.5 Microfiltración 44
3. Objetivos 46
3.1 Objetivo general 46
3.2 Objetivos específicos 46
3.3 Hipótesis alternativa 46
4.Método 46
4.1 Tipo de estudio 46
4.2 Población, muestra y muestreo 47
4.2.1 Población 47

4.2.2 Muestra 47
4.3 criterios de selección 47
4.3.1 criterios de inclusión 47
4.3.2 criterios de exclusión 48
4.4 Variables 48
4.5 instrumento 48
4.6 Procedimiento 49
4.7 Prueba piloto 52
4.8 Análisis estadístico 53
4.8.1 Plan de análisis estadístico univariado. 53
4.8.2 Plan de análisis estadístico bivariado 54
4.9 Consideraciones éticas 54
5.Resultados 55
6. Discusión 58
6.1 Conclusiones 60
6.2 Recomendaciones 61
Referencias 61
Apéndices 68

Lista de tablas

Tabla 1. *Descripción del grado de microfiltración en los dientes tratados endodónticamente y obturados con cemento biocerámico bio-C sealer durante dos meses de seguimiento.*..... 56

Tabla 2. *Comparación de los valores de microfiltración obtenidos en los tiempos de evaluación establecidos.*..... 58

Lista de figuras

Figura 1. *Promedio de microfiltración del cemento biocerámico Bio C-sealer según el momento de medición.* 56

Figura 2. *Cambio de la longitud de obturación según el tiempo de almacenamiento* 57

Lista de apéndices

Apéndice A. *Biocerámicos cementos sealer* 68

Apéndice B. *Biocerámicos Putty* 70

Apéndice C. *Bioinertes* 72

Apéndice D. *Biodegradables* 73

Apéndice E. *Cuadro de variables* 74

Apéndice F *Instrumento* 76

Apéndice G. *Prueba piloto* 78

Apéndice H. *Fotos prueba piloto* 81

Apéndice I *tabla de análisis estadístico* 81

Apéndice J.*Análisis estadístico univariado* 81

Apéndice K. *Análisis estadístico bivariado Análisis estadístico bivariado* 81

Apéndice L. *Recolección de datos y evidencia* 82

Resumen

Introducción: El éxito del tratamiento endodóntico depende, entre otros factores, de un adecuado sellado del sistema de conductos radiculares que permita prevenir la microfiltración. Los cementos biocerámicos, como Bio-C Sealer, han adquirido importancia por sus propiedades de biocompatibilidad y bioactividad. Sin embargo, existe limitada evidencia sobre la estabilidad de su sellado frente a la microfiltración después de dos meses de evaluación. **Objetivo:** Evaluar el grado de microfiltración del cemento biocerámico Bio-C Sealer en conductos principales y accesorios de dientes artificiales, durante dos meses de inmersión en una sustancia de azul de metileno. **Materiales y métodos:** Estudio experimental in vitro en 30 dientes artificiales unirradiculares, obturados con Bio-C Sealer mediante técnica de cono único. Se evaluó la microfiltración a los 20, 40, 50 y 60 días con azul de metileno al 2%, mediante observación y medición microscópica del grado de microfiltración y longitud de obturación. Como prueba estadística para la distribución de los datos se empleó la prueba de Shapiro-Wilk y un análisis de varianza para medidas repetidas (ANOVA) **Resultados:** Se evidenció una tendencia ascendente en el grado de microfiltración en los dientes a lo largo de las evaluaciones realizadas. La media aumentó de 1,8 (DE:0,8) a los 20 días a 9,1 (DE:2,2) a los 60 días. Mientras que la mediana pasó de 1;5 (RIQ:1,0-2,0) a 8,8 (RIQ:7,5-10,5), siendo los valores más elevados los registrados a los 50 y 60 días. En cuanto a la longitud de obturación, se registró una disminución de 0,2 mm a partir de los 40 días, permaneciendo este valor hasta el final del periodo de evaluación. Al comparar los tiempos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre 20 y 40 días, 20 y 50 días, 20 y 60 días, y 40 y 60 días. Todos los dientes presentaron microfiltración alta y homogénea.
Conclusiones: El cemento biocerámico Bio-C Sealer no logró un sellado completamente hermético y mostró un aumento de la microfiltración a los 20 días, seguido de una tendencia estable hasta el final del estudio.

Palabra claves: Microfiltración, Cemento biocerámico, Obturación endodóntica, Endodoncia, Conductos radiculares

Abstract

Introduction: The success of endodontic treatment depends, among other factors, on adequate sealing of the root canal system to prevent microleakage. Bioceramic sealers, such as Bio-C Sealer, have gained prominence due to their biocompatibility and bioactivity. However, there is limited evidence regarding the stability of their seal against microleakage after a two-month evaluation period. ***Objective***: To evaluate the degree of microleakage of Bio-C Sealer bioceramic sealer in main and accessory canals of artificial teeth during two months of immersion in a 2% methylene blue solution. ***Materials and Methods:*** An in vitro experimental study was conducted on 30 single-rooted artificial teeth obturated with Bio-C Sealer using the single-cone technique. Microleakage was evaluated at 20, 40, 50, and 60 days using a 2% methylene blue solution, through microscopic observation and measurement of both the degree of microleakage and obturation length. Data distribution was evaluated using the Shapiro-Wilk test, and repeated measures analysis of variance (ANOVA) was performed for statistical comparisons. ***Results:*** An upward trend in the degree of microleakage was observed across the evaluation periods. The mean increased from 1.8 (SD: 0.8) at 20 days to 9.1 (SD: 2.2) at 60 days, while the median rose from 1.5 (IQR: 1.0–2.0) to 8.8 (IQR: 7.5–10.5), with the highest values recorded at 50 and 60 days. Regarding obturation length, a decrease of 0.2 mm was observed starting at 40 days, remaining constant until the end of the evaluation period. Pairwise time comparisons revealed statistically significant differences between 20 and 40 days, 20 and 50 days, 20 and 60 days, and 40 and 60 days. All teeth exhibited high and homogenous microleakage. ***Conclusions:*** Bio-C Sealer bioceramic sealer failed to achieve a completely hermetic seal, exhibiting an initial increase in microleakage after 20 days, followed by a stable trend until the end of the study.

Keywords: Microleakage, Bioceramic sealer, Endodontic obturation, Endodontics, Root canals

1. Introducción

La endodoncia es una especialidad de odontología que se centra en el tratamiento del tejido pulpar, el cual puede ser afectado por diferentes causas como caries dental, trauma o fracturas dentales teniendo en cuenta que según el Ministerio de Salud y Protección Social (2014) la caries dental sigue representando la afección bucal más frecuente en Colombia ocasionando que sea uno de los mayores motivos de consulta de los pacientes, en la mayoría de estos casos, los pacientes presentan sintomatología que esta se relaciona con alteraciones en el complejo dentino-pulpar. El objetivo de la endodoncia es eliminar el tejido pulpar afectado mediante preparación bioquimicomecanica y finalmente sellarlos herméticamente con materiales biocompatibles, siendo cada fase del proceso fundamental para el éxito del tratamiento endodóntico(Santos-Junior et al., 2019)

Se requiere de un conocimiento preciso de la anatomía dental para garantizar un acceso adecuado al sistema de conductos radiculares y un desbridamiento eficaz del tejido pulpar. Dentro de este procedimiento, la obturación constituye una fase determinante, ya que debe lograr un sellado tridimensional y hermético que evite la filtración corono-apical. (Santos-Junior et al., 2019)

La gutapercha es uno de los materiales más utilizados en el proceso de obturación; sin embargo, al no poseer una adhesión a la dentina, necesita un elemento que actúe como la interfase, en este caso, el cemento sellador. Dicho cemento debe presentar propiedades físicas y químicas favorables como (baja solubilidad, compatibilidad biológica y ligera expansión) para prevenir la microfiltración, fenómeno que puede originarse por la penetración de fluidos entre el material obturador y las paredes del conducto radicular. (Barrios Ramírez et al., 2025a)

La calidad de los materiales de obturación es uno de los motivos por los cuales se presenta la enfermedad postratamiento es la reincidencia micobacteriana como resultado de una

microfiltración coronal o radicular. Por ende, una correcta obturación de los conductos radiculares constituye un elemento fundamental para asegurar un tratamiento endodóntico efectivo. (Barrios Ramírez et al., 2025)

Por lo mismo a lo largo de la historia se ha generado un gran interés en los sistemas de obturación y el comportamiento de los cementos selladores. La investigación de un agente cementante que satisfaga las condiciones ideales, fijadas por Grossman en 1963, y que además prevenga la aparición de reacciones inmunitarias sobre los tejidos periapicales, así como eventos carcinogénicos o mutagénicos, ha llevado a la creación de diferentes materiales. Estos abarcan desde elementos sencillos como el óxido de zinc hasta compuestos más complejos como las resinas epóxicas y los cementos bioactivos. (Torres-Avirama et al., 2022)

Teniendo en cuenta la relevancia del sellado tridimensional del sistema de conductos radiculares y la necesidad de evitar el fracaso del tratamiento endodóntico, es esencial analizar el comportamiento y propiedades de los materiales selladores en función del tiempo. En ese contexto, los cemento biocerámicos han adquirido significancia clínica por la capacidad de la formación de apatita, su biocompatibilidad y su potencial de integrarse a los tejidos dentinarios (Hamdy et al., 2024). Dentro de ellos, el Bio-C Sealer cuyas propiedades bioactivas favorece una interacción adecuada con los tejidos y la reparación del periápice (Pelisser et al., 2022). Sin embargo, la evidencia en torno a este cemento es aún limitada respecto a su comportamiento frente a la microfiltración tras un periodo prolongado de evaluación. Analizar su estabilidad después de dos meses permite una aproximación del desempeño clínico y aporta información sobre la fiabilidad que puede ser comparada con el desempeño de otros selladores convencionales.

López-García et al., (2019) reportan que el cemento biocerámico Bio C presenta alta viabilidad celular, buena migración y capacidad de mineralización, al compararlo con el sellador

epóxico AH Plus presento mayor biocompatibilidad y bioactividad, además en el análisis químico presentó alto nivel de calcio, silicio y oxigeno lo que favorece la formación de hidroxiapatita y la reparación del tejido periapical.

Alba Tolosa-Monfà, (2023) concluyeron que el cemento Bio-C Sealer muestra citotoxicidad moderada en comparación con el control y AH Plus y MTA Fillapex tienen citotoxicidad severa. También mencionan que el aspecto morfológico, los fibroblastos expuestos a Bio-C Sealer fueron los que más se asemejaron al grupo control en su número y forma.

De esta forma se plantea que el cemento biocerámico Bio-C Sealer conserva un sellado apical tridimensional, hermético y estable posterior a dos meses, con niveles bajos o mínimos de microfiltración. Sustentando su propiedad de obturación completa del sistema de conductos. De confirmarse los resultados, el Bio-C sealer podría consolidarse como una alternativa de elección para aumentar la predictibilidad del éxito clínico en tratamientos endodónticos.

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo evaluar la microfiltración del cemento biocerámico Bio-c sealer posterior a dos meses en dientes artificiales con características morfológicas naturales como conducto radicular y conductos accesorios, con la finalidad de determinar la efectividad del cemento, contribuir a conocimientos más profundos sobre sus componentes, ventajas, desventajas y la calidad del material sellador en la práctica clínica o profesional.

1.1 Planteamiento del problema

Según la Organización Mundial de la Salud (2025) las enfermedades bucodentales en gran medida pueden prevenirse, aunque siguen presentando un problema significativo para los sistemas de salud en varios países, sin dejar atrás como impacta a las personas a lo largo de su vida

generando dolor, incomodidad, alteraciones funcionales o en casos muy extremos, la muerte. Se estima que casi 3.700 millones de individuos en el mundo se encuentran con algunas de estas afecciones. La caries sin tratar resultó ser la afección más prevalente entre las 291 de las condiciones médicas analizadas, afectando a 3.100 millones de personas (44%) en cuanto a la población global, y así generando un impacto en la calidad de vida de las personas y los altos costos para los individuos, sus familias y para la sociedad. Se tiene en cuenta que esta enfermedad no se distribuye de manera homogénea, ya que se centra en los grupos con menor nivel socioeconómico. Pitts et al., (2021)

El Ministerio de Salud y Protección Social (2014) indica que la caries dental sigue representando la afección bucal más frecuente en Colombia, con una prevalencia que supera el 80% en adolescentes entre los 12 y 15 años (exactamente el 84,4%) y más del 90% en adultos entre 35 y 44 años (exactamente 96.7%). El tiempo en que la lesión de caries avanza puede llegar a tejidos más profundos del diente como la pulpa dental, ocasionando en esta la respuesta inflamatoria o la necrosis. Es por ello por lo que, la intervención más adecuada y certera para la lesión pulpar y preservación de la pieza dentaria en boca es el tratamiento endodóntico; dicho procedimiento consiste en eliminar, desinfectar y obturar el espacio del conducto radicular. Todos los procesos del tratamiento endodóntico tienen el mismo nivel de relevancia para el éxito del caso. (Amaya et al., 2014).

La obturación del conducto radicular es esencial para evitar infecciones postratamiento y descartar cualquier tipo de presencia de microrganismo dentro del conducto, de esta forma se logra un ambiente biológicamente adecuado en donde exista un buen selle apical y la cicatrización de los tejidos. Actualmente existen diferentes técnicas, dispositivos y materiales necesarios para la obturación del conducto radicular, el material de primera elección es la gutapercha, ya que ha

demostrado propiedades y muchas ventajas dentro del conducto radicular. (Eraso and Muñoz, 2012)

Muchos de los problemas que surgen en el tratamiento endodóntico son resultado de un conocimiento insuficiente de la anatomía del espacio pulpar. Los clínicos y los estudiantes deben aprender a reconocer las anomalías, complejidades e irregularidades que pueden ocurrir en el espacio pulpar. Se ha comprobado que, para conseguir la obturación de un mayor número de conductos laterales, es necesario eliminar el barro dentinario depositado en el inicio de los conductos laterales y observado a través del microscopio electrónico de barrido (MEB). (Flores and Reyes, 2000)

El éxito de una obturación va a estar determinado por el correcto sellado apical y coronal, en donde tiene un papel importante la capacidad de sellado hermético de cada cemento endodóntico que existen en el mercado. Estos cementos endodónticos deben proporcionar y disminuir la posibilidad de una infección corono-apical o apico-coronal haciendo un buen sellado hermético y tridimensional en los conductos radiculares, brindando biocompatibilidad y demás cualidades al complejo dentino-pulpar, de esta manera disminuir significativamente el paso de microorganismos al diente ya tratado. (Pupo Marrugo et al., 2022)

Actualmente hay una amplia gama de productos disponibles para la endodoncia. Por esta razón, es fundamental conocer las propiedades, componentes y calidad que ofrecen estos cementos. De este modo, el Odontólogo podrá escoger a criterio qué tipo de cemento utilizar para llevar a cabo el procedimiento y asegurarse de que sea completamente exitoso. Las características químicas y físicas de estos materiales son distintas, lo que podría afectar su capacidad para sellar el conducto radicular y evitar la microfiltración. (Gómez y Niño, 2018)

La microfiltración la podemos definir como la reiteración de microorganismos en la corona, conducto o ápice del diente que está siendo tratado, se refiere a la filtración de fluidos y partículas por medio de los microespacios que existen entre el material de obturación y las paredes del conducto radicular, si se llega a dar una filtración puede traerle infecciones al conducto o fallas en el tratamiento endodóntico.(Barrios Ramírez et al., 2025b)

La microfiltración de bacterias en los conductos radiculares se lleva a cabo por el ingreso de fluidos orales al material de obturación y al cemento. Una de las razones por las cuales las microfiltraciones se llegan a dar es por la porosidad que presentan los cementos selladores, a su solubilidad y a su comportamiento con la dentina, debido al tiempo por la distribución de los poros, el tamaño y la conectividad entre ellos.(Gómez y Niño, 2018)

Con el paso del tiempo los cementos selladores han evolucionado su presentación y optimizado sus características físicas y químicas. Brindándole de esta manera al operador mejores cualidades y mejor manejo garantizando el incremento de éxito en los tratamientos. En la actualidad los cementos biocerámicos están siendo catalogados como la mejor opción para la obturación del tratamiento endodóntico, porque cumplen con la mayoría de las características para ser un cemento ideal. Estudios muestras que su comportamiento inicial es óptimo pero el paso del tiempo sus propiedades se pueden modifican de modo que pueda alterar la obturación Este biocerámico ya fue comparado con otros y resulto con mejor viabilidad celular, morfología comparable con células de control, tiene una significativa mineralización y presenta un alto contenido de calcio, oxígeno y silicio, De esta forma se puede determinar que el cemento biocerámico Bio-C Sealer garantiza un buen sellado del conducto radicular, facilita el manejo clínico ya que reduce errores de manipulación y mejora la predictibilidad del tratamiento debido

que, al tener un buen sellado, bioactividad y seguridad biológica, aumenta que el tratamiento sea un éxito a mediano y largo plazo. (López-García et al., 2019)

Hamdy et al. (2024a) reportaron que en un estudio comparativo entre tres cementos selladores (ADseal, AH Plus y Bio-C Sealer) la solubilidad a los 7 días de evolución fue mayor en el Bio-C Sealer. Este resultado sugiere la necesidad de estudios que confirmen su comportamiento a mediano plazo.

En cuanto a la capacidad de sellado y penetración, Caceres et al. (2020) mostraron que el Bio c sealer tiene un mejor generación y adaptación tubular que el cemento AH Plus en los tres tercios del conducto radicular. Sin embrago, la mayoría de las investigaciones no toman en consideración variaciones anatómicas en los conductos radiculares, tampoco la presencia de conductos laterales o accesorios, factores que determinan la efectividad del sellado tridimensional. Pese a que el estudio mostró un buen desempeño del Bio-C Sealer, la literatura en cementos biocerámicos es relativamente escasa por lo que se necesitan más estudios para soportar la relevancia clínica, en especial el comportamiento a largo término de este tipo de materiales.

Persiste un vacío de conocimiento en cuanto al comportamiento del Bio-C Sealer en modelos experimentales prolongados y bajo condiciones morfológicas variables. surge la necesidad de realizar un estudio in vitro con un periodo de seguimiento de dos meses, usando dientes artificiales con variaciones anatómicas controladas, que permita una evaluación integral la eficacia del sellado tridimensional de conductos principales y laterales, así como verificar las propiedades fisicoquímicas declaradas en la ficha técnica de la casa comercial. De este modo, se contribuye a ampliar la evidencia científica sobre el Bio-C Sealer y a validar su confiabilidad como material de obturación en endodoncia.

Por consiguiente, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el grado de microfiltración del cemento biocerámico bio- c sealer que se presenta en conductos principales y accesorios de dientes artificiales a dos meses de inmersión en sustancia pigmentada con azul de metileno?

1.2 Justificación

El éxito del tratamiento endodóntico no se basa solo en una buena planificación del tratamiento y el diagnóstico, sino también incluye la buena elección del material obturador teniendo en cuenta sus propiedades fisicoquímicas, biológicas y la calidad que este puede ofrecer en el sellado y en la efectividad del tratamiento, ya que de eso depende la capacidad del material para adherirse a la dentina y adaptarse correctamente al espacio del conducto radicular. A lo largo del tiempo, los cementos endodónticos han pasado de formulaciones tradicionales, como el óxido de zinc y eugenol, a compuestos biocerámicos que ofrecen mayor biocompatibilidad, bioactividad y estabilidad, con estas propiedades, se logra un sellado más hermético que evita la microfiltración y disminuye la posibilidad de reinfección. En los retratamientos endodónticos, por eso es importante seleccionar un cemento adecuado, pues su adecuada interacción con la dentina impide el paso de toxinas y microorganismos, promoviendo la reparación de los tejidos periapicales y garantizando la durabilidad y el éxito del tratamiento. (Díaz Marín, 2020)

Es probable que las microfiltraciones puedan deberse a las porosidades que pueda llegar a presentar el cemento sellador, a su solubilidad y a su comportamiento con la dentina por eso es necesario conocer a fondo las características de cada cemento para seleccionar el más adecuado y según las necesidades del paciente.

Los cementos selladores se han ido adaptado y creando más modificaciones para evitar al mayor grado posible de estas complicaciones postratamiento. Específicamente los cementos biocerámicos han ganado protagonismo por sus propiedades, como la liberación de iones de calcio, el pH alcalino alto, biocompatibilidad, estimulación de la biomineralización entre otras. (Wang, 2015)

El biocerámico Bio-C Sealer es utilizado principalmente como sellador endodóntico en los tratamientos de conductos. Una de sus funciones es sellar herméticamente el espacio entre la gutapercha y las paredes dentinarias del conducto radicular y esto forma una barrera física y química que impide la microfiltración de líquidos y bacterias que puedan dañar el mismo tratamiento endodóntico. (Alba Tolosa-Monfà, 2023)

Desde el aspecto clínico, este estudio ofrece datos valiosos para mejorar procedimientos endodónticos. Si la eficacia del cemento Bio-C sealer se confirma, su uso podría reducir las estadísticas de fracaso de la microfiltración y tener que someter al paciente a retratamientos, y así se mejoraría los resultados del tratamiento endodóntico y se prolonga la vida útil de las estructuras dentarias, sin dejar atrás los beneficios a los pacientes que tendrían una mejor calidad de vida, ya que experimentarían menos complicaciones, menor tasa de retratamiento y una mejor conservación de su salud oral. Sin embargo, a pesar de utilizarse en la práctica clínicamente, aun requiere estudios que respalde ese aspecto comportamiento clínico en cuanto a la microfiltración. En la revisión de estudios in vitro no se evidenciaron prácticas que evaluaran su eficacia a los dos meses, por lo que se plantea que un tiempo extendido de evaluación podría arrojar resultados positivos en el funcionamiento.

La base de este proyecto tiene como meta complementar vacíos en el campo de la endodoncia, específicamente en la obturación del sistema radiculares con cementos biocerámicos.

Evaluar la microfiltración a dos meses de un modelo in-vitro resulta pertinente y necesario, ya que permite simular de manera realista el comportamiento clínico del material como las propiedades, formas de trabajo, uso a largo plazo, y funcionamiento del cemento biocerámico bio- c sealer. Aportando información clave para sustentar su indicación en la práctica.

De esta forma tanto los estudiantes como los docentes y odontólogos en la Universidad Santo Tomás y en general ampliaría sus bases de conocimiento para escoger el cemento endodóntico más ideal para asegurar el éxito del tratamiento en la parte clínica dependiendo de cada caso que se pueda presentar, mejorando la predicción del pronóstico.

El beneficio también está centrado en los pacientes porque con base en la mejora de conocimientos acerca de la cementación endodóntica se puede disminuir el dolor innecesario post tratamiento y evitar un retratamiento por el fracaso de este. De esta misma manera beneficia el constante aprendizaje con bases científicas sustentadas que hace eficaz la práctica clínica, brindando las mejores opciones de tratamientos a los pacientes y disminuye considerablemente la posible necesidad de realizar dos veces el mismo tratamiento.

2. Marco teórico

2.1 Anatomía interna

Las piezas dentarias se caracterizan por la presencia interna de cavidades delimitadas que albergan la pulpa dental. Las estructuras presentes como el sistema de conductos radiculares tienen variaciones en número, forma y trayectorias; presentando curvaturas, ramificaciones o estrechamientos, lo que genera un incremento considerable de la complejidad durante los procedimientos endodónticos; ya que dificultan la limpieza, preparación adecuada de las paredes y el posterior sellado tridimensional.(Cohen et al., 2011)

Es necesario conocer la anatomía interna del diente y por lo tanto abordar el sistema de conductos radiculares, desde la apertura coronaria, la localización de los conductos radiculares hasta la preparación, cada proceso requiere de conocimiento previo para así iniciar con mayor seguridad el tratamiento endodóntico.(Cohen and Burns, 2002)

El sistema de conductos radiculares está dividido en: cavidad pulpar, ápice, túbulos dentinarios, conductos accesorios y foramen apical (CDC).(Soares y Goldberg, 2012)

2.1.2 Cavidad pulpar

Es el espacio o cavidad central de la parte interior del diente, recubierto en casi toda su extensión por la dentina, salvo en la zona cercana al foramen apical. Esta cavidad pulpar incluye dos partes: La cámara pulpar y el conducto radicular. (Soares y Goldberg, 2012)

2.1.2.1 La cámara pulpar

Se encuentra en el centro de la corona dentaria en la porción coronal de la cavidad. Generalmente es única y corresponde a la forma externa de la pieza. Es voluminosa y contiene pulpa coronal. Está constituida por:

- Techo: Se refiere a la pared oclusal o incisal de la cavidad. Tiene una forma cóncava, con la concavidad dirigida hacia el borde incisal o la superficie de oclusión. En ella, se pueden ver prominencias que corresponden a las cúspides (también llamadas divertículos) y en cuyo interior están los cuernos pulpares. (Soares y Goldberg, 2012)
- Piso o pared cervical: Es la superficie opuesta al techo de la cavidad. Posee una forma convexa y las entradas de los conductos radiculares se encuentran en esta área. (Soares y Goldberg, 2012)
- Paredes laterales circundantes: Se les asigna un nombre en función de la cara hacia la cual están orientadas; pueden ser linguales, palatinas, vestibulares, mesiales o distales. (Soares y Goldberg, 2012)
- Conducto radicular: Es la porción de la cavidad pulpar que se ubica en la zona de las raíces dentales. En los dientes con una única raíz, empieza en el piso de la cámara pulpar y concluye en el foramen apical. (Soares y Goldberg, 2012)

La morfología de la raíz de los dientes tiene tres presentaciones según Canalda y Brau (2014) unas raíces simples dícese de dientes monorradiculares, raíces bifurcadas o divididas (dos raíces diferenciadas) pueden ser total o parcialmente bifurcadas, raíces fusionadas como resultado de unión de 2 o más raíces.

2.1.3 Conductos accesorios

El conducto radicular es el canal o espacio anatómico que existente dentro de la raíz de un diente, que conecta la parte interna del diente que contiene la pulpa dental (cámara pulpar) con el foramen apical, por donde los vasos y nervios salen de la raíz del diente hacia el tejido circundante. (Soares y Goldberg, 2012)

El conducto radicular principalmente puede presentar diversas ramificaciones, las cuales se han identificado mediante estudios histológicos, radiográficos y de otras técnicas:

- Colateral: está situado al lado del conducto principal, con un diámetro inferior. Es posible que vuelva a unirse al conducto principal o se abra en un foramen propio. Soares y Goldberg, 2012)
- Lateral o adventicio: ubicado en el tercio medio de la raíz, se conecta con el conducto principal y desemboca en el periodonto lateral (Soares y Goldberg, 2012)
- Secundario: localizado en el tercio apical de la raíz, se segmenta del conducto principal y llega al periodonto lateral. (Soares y Goldberg, 2012)
- Accesorio: se refiere a una ramificación del conducto secundario que alcanza la superficie exterior del cemento apical. (Soares y Goldberg, 2012)
- Interconducto: corresponde a la conexión entre dos conductos distintos. Soares y Goldberg, 2012)
- Recurrente: se origina en el conducto principal, recorre parte de la dentina y regresa nuevamente al mismo sin llegar a abrirse al exterior. (Soares y Goldberg, 2012)
- Delta apical: es la presencia de múltiples terminaciones del conducto principal en la zona apical, lo que da lugar a la formación de varios forámenes. (Soares y Goldberg, 2012)

- Cavo-interradicular: parte desde el piso de la cámara pulpar y finaliza en el punto de bifurcación o trifurcación de las raíces. (Soares and Goldberg, 2012)

2.1.4 Ápice radicular

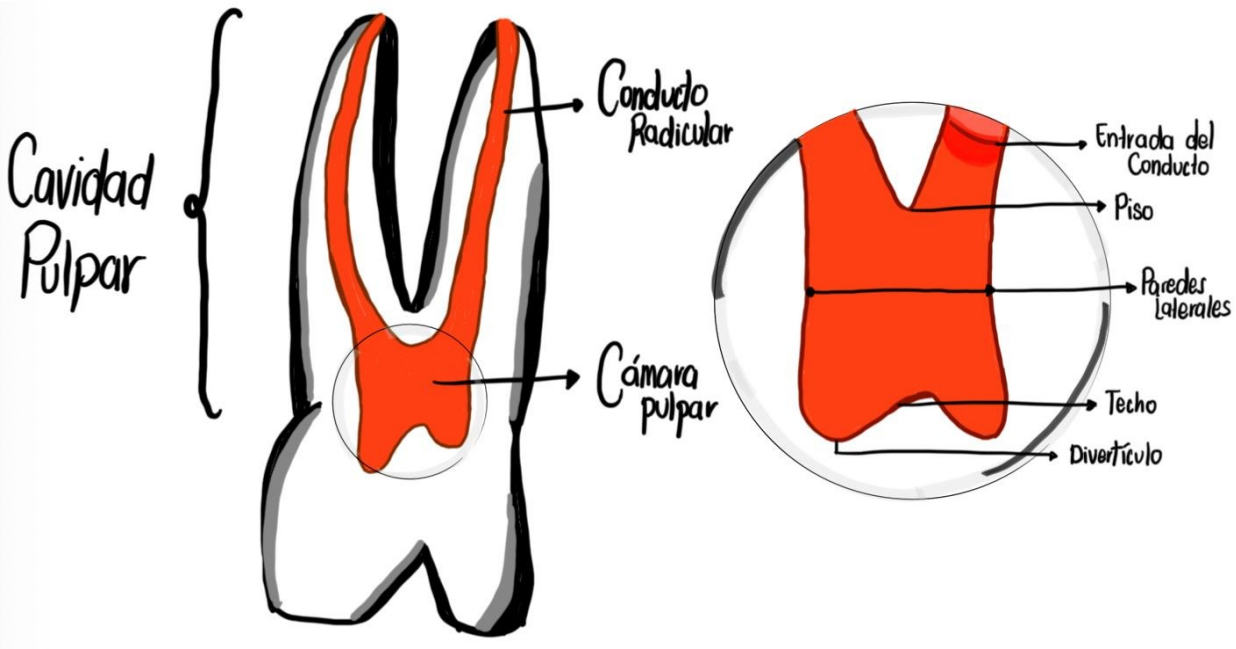
Es el extremo de la raíz dental. En esta zona se encuentra el foramen apical, una pequeña abertura a través de la cual se introducen nervios y vasos sanguíneos que proporcionan nutrición y sensibilidad a la pulpa dental ubicada en esta área. Es necesario integrar el ápice radicular con el CDC y foramen apical para comprender las consideraciones anatómicas para el tratamiento de endodoncia existente:

- Foramen apical: es el borde o circunferencia redondeada que marca la salida del conducto hacia la superficie externa de la raíz. (Soares and Goldberg, 2012)
- CDC: Zona de unión entre el conducto dentinario y el conducto cementario (conducto-dentina-cemento.(Soares and Goldberg, 2012)

El ápice radicular presenta consideraciones anatómicas de interés endodóntico. La zona del ápice radicular tiene un gran valor clínico, ya que es el final de la cavidad pulpar y el comienzo de la comunicación con el periodonto. Su conocimiento hace posible una terapia endodóntica más exacta. (Soares and Goldberg, 2012)

Principalmente, el conducto radicular no acaba en el vértice anatómico de la raíz, sino un poco antes de este, por otro lado, la constricción apical, que se considera el límite fisiológico, generalmente está situada entre 1mm y 0,5 mm por delante del vértice radicular. Además, el foramen apical no siempre está en el centro del ápice, sino que muchas veces se encuentra desviado hacia un lado (la lateralidad alcanza a veces hasta 3 mm). En ocasiones existen dos o más forámenes apicales, aunque lo más frecuente es encontrar uno solo. También puede presentarse un

delta apical, que corresponde a una red de pequeños conductos que se ramifican en la zona del ápice. Con la edad, el foramen apical tiende a reducir su diámetro, por lo que es más pequeño en personas adultas que en los jóvenes. (Soares and Goldberg, 2012)



(Imagen de autoría propia, 2025)

2.1.5 Túbulos dentinarios.

Son estructuras huecas y en forma de cilindro que se extienden desde la pulpa hasta el lugar donde se unen la dentina y el esmalte. La dentina peritubular, que tiene una mineralización alta y un grosor variable (aproximadamente 400 nm en la dentina circumpulpar y cerca de 750 nm en la dentina del manto), es lo que delimita los túbulos. Los túbulos siguen una trayectoria con forma de "S" itálica, conocida como curvaturas primarias o principales; estas están relacionadas con la convexidad coronaria en la corona. En la raíz, esta curvatura es menos pronunciada y está vinculada con la convexidad apical; por otro lado, en el área del ápice los túbulos tienden a ser más rectos. (Canalda y Brau, 2014)

2.2 Anatomía según Vertucci

Vertucci (1984) presenta un artículo en el que se lista ocho formas de las variantes anatómicas en conductos radiculares que actualmente siguen en vigencia. Vertucci realizó esta clasificación mediante una codificación, que consiste en dividir en tres tercios los dientes los cuales son; tercio coronal, tercio medio y el tercio apical.

2.2.1 Clasificación según Vertucci:

- Tipo 1 (1-1): Va desde la cámara pulpar hasta el ápice, en este primer tipo de la clasificación el ápice es continuo y no se va a dividir en ninguna parte del conducto.
- Tipo 2 (2-1): La cámara pulpar concede 2 conductos, que en su tercio apical se unen.
- Tipo 3 (1-2-3): Se observa un conducto en la cámara pulpar, que posteriormente se divide en el tercio medio y al finalizar se une en el tercio apical.
- Tipo 4 (2-2): Desde la cámara pulpar hasta el ápice se observan dos conductos radiculares
- Tipo 5 (1-2): El conducto se observa como uno solo en la parte de la cámara pulpar que se llega a dividir en dos conductos desde el tercio medio hasta el tercio apical.
- Tipo 6 (2-1-2): Se hallan dos conductos en la cámara pulpar, que después se unen en el tercio medio donde luego se separen en dos nuevamente.
- Tipo 7 (1-2-1-2): En la cámara pulpar se puede observar un solo conducto, el cual se separa en el tercio medio. Se vuelve a juntar en el mismo tercio y posteriormente se dividen en el tercio apical.
- Tipo 8 (3-3): Se pueden observar 3 conductos bien conformados desde la cámara pulpar hasta el ápice. (Vertucci, 1984)

2.3 Obturación en endodoncia

Uno de los propósitos del tratamiento endodóntico es la obturación del conducto de la raíz con el propósito de prevenir que se vuelva a infectar y la presencia de microorganismos en su interior del conducto, lo que permite un entorno biológicamente adecuado y conseguir la cicatrización y un selle apical de los tejidos. En la actualidad, existen numerosos métodos y dispositivos y materiales para conseguir la obliteración del conducto radicular, con el propósito de conseguir el sellado. Antiguamente se usaron materiales como amalgamas, parafina, puntas de plata y pastas a base de óxido de zinc y pastas yodoformadas. A partir de pastas impregnadas con yodo y óxido de zinc. Todos uno otorgó el sello del conducto en su momento, con ciertas ventajas y desventajas. Hoy en día, el material de primera elección es la gutapercha, ya que ha demostrado propiedades y muchas ventajas dentro del conducto radicular. (Eraso and Muñoz, 2012)

La gutapercha no es el único material necesario para la obturación, sino que se requiere de un material especial como los cementos endodónticos ya que la gutapercha por ser un material inerte no se adhiere a las paredes de la dentina por eso se hace necesario un ayudante que es el cemento endodóntico que es el que va a hacer la interfaz entre la gutapercha y la dentina. (Eraso and Muñoz, 2012)

El objetivo de la obturación endodóntica es sellar tridimensionalmente el sistema de conductos radiculares. Esto quiere decir que se debe llenar el volumen generado por la preparación biomecánica. los espacios específicos de la anatomía radicular, que incluyen conductos laterales y deltas apicales, entre otros más. Con el fin de llevar a cabo dicho estudio, se han sugerido varias técnicas y materiales de obturación. Todos los recursos de obturación tienen distintas ventajas y desventajas. Sin embargo, aún no hay uno que satisfaga todos los requisitos ideales. (Eraso and Muñoz, 2012)

2.3.2 Técnicas de obturación

De acuerdo con Cueva-Goig et al., (2016) las técnicas que están en uso actualmente para la obturación del sistema de conductos radiculares se diferencian principalmente según la dirección de comparación de la gutapercha sea vertical y lateral, así como por la temperatura que se aplica durante el procedimiento, ya sea en estado frío o plastificado. Independientemente de la técnica utilizada, cada una posee limitaciones y ventajas refiriéndose a la adaptación del material usado para la obturación (gutapercha y cementos) y la precisión del sellado apical. Rickert y Dixon (1931) citados por Cruz et al., (2021) propusieron la "teoría del tubo hueco" en donde afirman la importancia de la etapa de obturación.

Existen diversas técnicas de obturación, entre las cuales destacan las siguientes:

2.3.2.1 Técnica de compactación lateral.

Es la más conocida y usada para el proceso de obturación de los conductos radiculares y ha servido como referencia para evaluar otras técnicas. Técnicamente es sencilla y no requiere un instrumental especializado. Se destaca dentro de sus ventajas por el control en la longitud de trabajo; obteniendo un tope apical deseado para el éxito del tratamiento completo. Según Canalda y Brau (2014)la obliteración que logra en el espacio del conducto supera las técnicas de cono único.

2.3.2.2 Técnica de cono único.

Es un método de obturación en el que únicamente se emplea un cono maestro o principal de gutapercha con una conicidad específica según el sistema de instrumentación que se usó, sin necesidad de usar conos accesorios. No requiere técnica de condensación sea vertical o lateral. Su

ventaja es la reducción del tiempo operatorio y buena adaptación a conductos curvos o estrechos. Sin embargo, se sigue evaluando su eficacia en canales radiculares con variaciones anatómicas complejas. (Suero Baez et al., 2016)

Un estudio microscópico de Cueva-Goig et al., (2016) realizó una comparación en cuanto a la capacidad de sellado de las distintas técnicas de obturación, el estudio reportó que la técnica de cono único presentó menor filtración

2.3.2.3 Técnica de gutapercha termoplastificada.

Reblandecer la gutapercha mediante calor tiene el objetivo de mejorar la adaptación a la anatomía interna de los conductos radiculares. Hay muchas técnicas para plastificar la gutapercha; sin embargo, todos comparten la necesidad de un cemento para sellar la interfase entre paredes del conducto y la gutapercha. (Canalda Y Brau, 2014)

La gutapercha usada en estado plástico le brinda la propiedad de fluir y de ser homogénea a lo largo de la obturación. (Emmanuel et al., 2013) en la evaluación in vitro describieron varias técnicas termoplásticas como el método Mc Spadden, Obtura II, Ultrafil, Endotec y Thermafil.

- Condensación vertical de gutapercha caliente: técnica presentada por Schilder en 1967 en pro al reportar que la obturación final de la condensación lateral resultaba en una masa no homogénea de muchos conos de gutapercha presionados juntos y unidos solamente por la fricción y la sustancia de cemento. Se debe reblandecer la gutapercha con un espaciador como el Touch´n heat, dentro del conducto y se condensa verticalmente, posterior se agregan fragmentos de gutapercha que se reblandecen y condensan con el mismo mecanismo hasta llenar completamente el conducto mantener presión hasta enfriamiento. Su ventaja es la mayor obturación de conductos laterales y accesorios. Sin embargo, es una técnica compleja y con riesgo de sobreobturación. (Canalda Y Brau, 2014)

- Condensación lateral en caliente: presentada por Martin en 1986. Similar a la compactación lateral; el espaciador caliente reblandece la gutapercha, pero con una mejor adaptación. La limitación de esta técnica es que requiere un dispositivo específico (Endotec) y tiene beneficios clínicos limitados en comparación a la técnica en frío. (Canalda Y Brau, 2014)

2.3.2.4 Técnica de inyección de gutapercha termoplástica.

Indicada en caso de conductos muy amplios, conductos en forma de c, dientes con reabsorción interna. Como limitante tiene la falta de control en apical; por ello se combina con otra técnica. (Emmanuel et al., 2013)

- Obtura II: la gutapercha es calentada a una temperatura entre 160°C- 200°C, para ser inyectada con una aguja, seguido de la técnica mixta y la lateral.

2.3.3 Materiales de obturación.

Un paso esencial para el éxito del tratamiento es la obturación de los conductos radiculares. La meta de la obturación es doble: formar un sello apical y rellenar el conducto radicular sin dejar espacios vacíos en el material de relleno. Una obturación exitosa captura cualquier microorganismo que quede en el conducto y bloquea la filtración de bacterias, saliva y líquido tisular periapical al conducto. La habilidad de obturar correctamente un conducto radicular tiene una conexión directa con el proceso previo de limpieza y conformación. La limpieza y la conformación hacen referencia a la preparación química y mecánica del canal radicular con el propósito de eliminar las sustancias orgánicas e inorgánicas. Si un conducto no está bien limpio y formado, la obturación será igualmente deficiente y por lo tanto puede significar el fracaso del tratamiento. (Eraso and Muñoz, 2012)

2.3.3.1. La gutapercha.

Es el material principal utilizado para el relleno de los conductos radiculares. Es un polímero orgánico natural (polipropileno); aparece de diversas configuraciones estereoespecíficas que le otorgan propiedades diferentes, a pesar de que su composición química sea la misma. Dentro de las diversas modalidades disponibles, en la alfa y la beta se emplean en la endodoncia. Si a la gutapercha alfa se introduce a la temperatura de fusión (65° C) se convierte en una gutapercha amorfa que, cuando se enfría de manera natural y a temperatura ambiente, asume la forma cristalina beta. En cambio, si el enfriamiento se lleva a cabo lentamente, se provoca un proceso de recristalización en la forma alfa. Otros elementos componentes que se añaden para optimizar las características las ceras, resinas y sulfatos metálicos son ejemplos de sustancias físicas. Que le otorgan radiopacidad, además de añadir el óxido de zinc, que es el componente principal de las preparaciones comerciales de gutapercha. Los preparados los comerciales de gutapercha beta tienen más viscosidad, densos y no adheridos a la dentina, mientras que los de gutapercha alfa se plastifican en una medida más se deslizan mejor a través de los canales radiculares y con un nivel determinado de adherencia. (Eraso and Muñoz, 2012)

2.3.4 Cementos selladores

Los cementos selladores son fundamentales en endodoncia porque permiten rellenar los espacios entre la gutapercha y la pared del conducto, logrando en ese cierre de espacio un selle hermético antibacteriano. Gracias a eso, se evita que de nuevo ingresen las bacterias y eso permite que se mantenga limpio el conducto. (Abdel Hamid, 2023)

Malta et al., (2024) resaltan que las propiedades optimas en un cemento son: que duren sin deformarse, que se puedan ver en radiografías, no manchen, no se diluyan con la saliva y bacteriostático o antibacteriano.

Además, se busca ser preferiblemente adhesivos a la dentina y al material de obturación, contener partículas finas para la acomodación anatómica, no mutagénico, no citotóxico, con capacidad de removerse sea física o químicamente y, por último, preferiblemente bioactivo para estimular la formación de nuevas partículas de hidroxiapatita en contacto con fluidos. (Komabayashi et al., 2020)

2.3.4.1 Cemento sellador a base de óxido de zinc-eugenol.

Komabayashi et al., (2020), reportan que la fórmula fue desarrollada por Rickert y Dixon en 1931, posteriormente se volvió un sellante de Kerr y la fórmula desarrollada por Grossman en 1936 se convirtió en Proco-Sol sealer. los objetivos de este cemento en la endodoncia es permitir un selle hermético que impida el paso de bacterias y disminuir el riesgo de una reinfección. Funciona porque el óxido de zinc y el eugenol se mezclan y forman una pasta que se endurece y sella. El eugenol, aunque ayuda a prevenir las bacterias en el selle puede llegar a ser tóxico para los tejidos cercanos si llega a tocarlos.

Estos cementos son uno de los más antiguos, la unión de estos dos materiales se da un endurecimiento por una fase de quelación. Los cementos selladores a base de óxido de zinc-eugenol son los que producen una mayor intolerancia hitica. (Canalda Y Brau, 2014)

- Cemento de Grossman: está compuesto por polvo que sería el óxido de zinc, resina hidrogenada, subcarbonato de bismuto, sulfato de bario, borato de sodio y su material liquido sería el eugenol. (Canalda Y Brau, 2014)

Es uno de los selladores más antiguos, lo distribuyen varias marcas comerciales y ha servido como un cemento el cual se puede comparar con otros cementos que ya estuvieran en el medio comercial, su adhesión a la dentina se ve limitada y el tiempo de operación y de endurecimiento es largo. (Canalda Y Brau, 2014)

2.3.4.2 Cementos a base de resina.

Son considerados como el Gold estándar, poseen una baja solubilidad, desintegración y una adecuada estabilidad dimensional. Sin embargo, Muharsya et al., (2017) citados por Chopra et al. (2021) afirman que el cemento sellador falla al querer obtener un selle tridimensional en la obturación, esto por la ausencia quimica de uniones entre polisopreno de conos de gutapercha y componentes del sellador llevando a una microfiltración potencial. El cemento AH PLUS es tomado como referencia para comparar otros selladores endodónticos. Por lo tanto, aunque llega a funcionar muy bien lo físico, no llega a tener la misma biocompatibilidad como los nuevos biocerámicos, que además ayudan a los tejidos a que cicatricen de una mejor manera. (Malta et al., 2024)

- Resina AH PLUS :los componentes de esta resina a base de polvo llamado oxido de zinc, fosfato de bismuto. Jalea como copolímeros de acetato de vinilo, de cloruro de vinilo y de vinilisobutileter, hexaclorofeno, diclorodifeno, trietanolamina y acetofenona de propionilo. (Canalda y Brau, 2014)

Se trata de una resina apolivinila, incluida por Schmitt en 1951.Su duración de trabajo es corta, presenta una radiopacidad eminente, presenta buena adhesión a la dentina, buena fluidez y es un irritante hístico. (Canalda y Brau, 2014)

2.3.4.3 Cementos a base de hidróxido de calcio.

El hidróxido de calcio tiene un lugar importante en la endodoncia debido a su capacidad para crear un entorno hostil para los microorganismos y estimular la reparación del tejido dental. Esto ocurre cuando al disociarse, este libera iones que elevan el pH, lo que dificulta la supervivencia bacteriana y favorece la formación de estructuras mineralizadas. (Utneja et al., 2015)

Los cementos a base de CaOH mostraron una mejor unión a la dentina radicular, gran fuerza tensil y una gran expansión volumétrica durante su etapa de asentamiento esto en pro a la absorción de agua. (Utneja et al., 2015)

Investigaciones han mostrado que su eficacia se reduce frente a patógenos de alta resistencia como Enterococcus faecalis y Candida albicans, lo que limita su efectividad en ciertos contextos clínicos. Aun así, se le reconoce como un material de referencia en la comparación de nuevos cementos endodónticos, ya que sus efectos en la cicatrización y la bioactividad han marcado un precedente importante. Este cemento hidróxido de calcio facilita la formación de hidroxiapatita, lo cual resulta clave en la regeneración y en la formación de nuevo cemento radicular. (Canalda y Brau, 2014)

Un ejemplo de este sería el Sealapex que sus componentes principales es el Hidróxido cálcico, sulfato de bario, óxido de zinc, dióxido de titanio, estearato de zinc, polirresinas y salicilatos. Que nos brinda un tiempo de trabajo corto, y así disminuye la humedad y el calor, también nos brinda una fluidez adecuada, una buena adherencia a la dentina y maneja una solubilidad elevada. Es muy bien tolerado por los tejidos y favorece la remineralización en esos tejidos calcificados en el orificio apical. (Canalda y Brau, 2014)

2.3.4.4 Cementos biocerámicos.

Al-Haddad and Che Ab Aziz (2016) citando a Hench (1991) dicen que los materiales biocerámicos han estado en uso en la endodoncia por los últimos 30 años y ha visto un aumento debido al uso de tecnología biocerámico en campos de la medicina y la odontología. Incluyen en su composición alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, vidrio cerámico, hidroxiapatita y fosfatos de calcio. Dentro de sus propiedades, contienen una adecuada radiopacidad y consistencia de trabajo, pero lo que realmente los distingue es su capacidad de liberar iones de calcio e hidroxilo, elevando el pH del medio y teniendo como resultado condiciones hostiles para las bacterias. Estos iones también participan en mecanismos de cicatrización y regeneración de los tejidos que rodean al diente tratado (Zamparini et al., 2022)

Se resalta su importante interacción bioactiva con el entorno, debido que cuando los biocerámicos entran en contacto con fluidos fisiológicos, inducen la formación de depósitos de hidroxiapatita en la zona de unión con la dentina. Demostrando ser eficaces en procedimientos como la obturación de conductos, el manejo de perforaciones radiculares y las técnicas de recubrimiento pulpar. (Zamparini et al., 2022)

NeoSealer Flo, un sellador biocerámico que contiene silicatos de calcio combinados con aluminatos y óxido de tantalio. Y nos ofrece facilidad de uso clínico y estabilidad, además de conservar un comportamiento bioactivo. Su liberación continua de calcio y su capacidad de mantener un pH elevado lo convierten en un material que nos ayuda tanto la regeneración de tejidos como la reducción del riesgo de persistencia bacteriana. (Zamparini et al., 2022)

2.3.4.5. Propiedades de los cementos

La selección del mejor cemento sellador para cada caso es una parte crucial para que el tratamiento de endodóntico tenga éxito, ya que su desempeño influye directamente en la respuesta biológica de los tejidos periapicales y en la calidad del sellado del conducto radicular. Los cementos deben tener características biológicas y fisicoquímicas apropiadas para asegurar una adecuada integración con las paredes dentinarias. (Fernandez Ordoñez et al., 2025)

2.3.4.5.1 Biocompatibilidad

La biocompatibilidad es una de las propiedades más importantes que deberían de tener los cementos. Explica que los cementos deben ser biocompatibles con los tejidos periapicales para evitar inflamación o irritación.

Al comparar diferentes cementos el Bio-C Sealer tiene alta biocompatibilidad, buena adhesión a la dentina y favorece la regeneración tisular. Por otro lado, el MTA Fillapex también es biocompatible, pero puede generar irritación en el tejido conectivo por la resina de salicilato. En cambio, el AH Plus tiene buena estabilidad y sellado, pero puede ser citotóxico por liberar trazas de formaldehído. De esta forma se concluye que el Bio-C Sealer presenta la mejor biocompatibilidad entre los cementos evaluados. (Fernandez Ordoñez et al., 2025)

2.3.4.5.2 Bioactividad

La bioactividad hace referencia a la capacidad de inducir formación de tejido duro o mineralización. En la guía se menciona que los cementos biocerámicos como Bio-C Sealer y MTA Fillapex presentan bioactividad, gracias a su alto pH y liberación de iones de calcio, que estimulan la formación de hidroxiapatita. Por el contrario, AH Plus no presenta bioactividad y el Sealapex, al contener hidróxido de calcio, tiene actividad reparadora moderada por la liberación de calcio, pero no tan marcada como los biocerámicos.(Fernandez Ordoñez et al., 2025)

2.3.4.5.3 Radiopacidad

La radiopacidad permite visualizar el cemento en radiografías para verificar el sellado del conducto. En la guía se destaca que todos los cementos deben ser radiopacos, lo cual va a estar a cargo de sus componentes principales. Por ejemplo, el Bio-C Sealer contiene óxidos metálicos (como óxido de zirconio) que le dan alta radiopacidad. El MTA Fillapex incluye óxido de bismuto, que también le otorga buena radiopacidad. Por otro lado, el AH Plus tiene alta radiopacidad y es considerado estándar de oro en ese aspecto y el Sealapex presenta radiopacidad suficiente, aunque menor que los anteriores. (Fernandez Ordoñez et al., 2025)

2.3.4.5.4 Impermeabilidad

La impermeabilidad seria la cantidad de sustancias como líquidos, gases o partículas que atraviesan el material sean considerablemente bajas o prácticamente nulas.(Franke et al., 2009)

2.3.4.5.5 pH

El pH es una medida logarítmica que refleja la acidez o alcalinidad de una solución acuosa, y se define como el negativo del logaritmo en base 10 de la actividad de iones hidrógeno. El pH se regula a nivel celular, tisular y sistémico porque muchas de las funciones biológicas dependen de un entorno acido-básico estable.(Hajjar and Zhou, 2023)

2.3.4.5.6 Fraguado

Durante el fraguado se producen reacciones químicas como hidratación o polimerización que hacen que el material gane resistencia, rigidez y estabilidad, permitiendo que cumpla su función, por ejemplo, sellar el conducto radicular en endodoncia. (Allan et al., 2001)

2.3.4.6. Elección del cemento sellador

Para la elección del cemento sellador se tiene en cuenta paramentos como: La compatibilidad biológica, la capacidad de sellado y la estabilidad del material de tiempo. (Canalda y Brau, 2014)

- Los cementos selladores a base de Hidróxido de calcio, como el Sealapex, poseen una mayor tolerancia tisular y promueven la reparación apical, debido a su liberación de iones que nos ayuda a estimular la formación de tejidos mineralizados. (Canalda y Brau, 2014)
- Los cementos selladores a base de resina tienen buen desempeño biológico, un ejemplo de estos es el AH Plus ya que este ha demostrado ser poco citotóxico y estable, a diferencia de AH 26, ya que este presenta liberación de paraformaldehido que puede estar asociado con inflamación y riesgo mutagénico. (Canalda Y Brau, 2014)

En la elección del cemento también se le debe dar prioridad a las condiciones clínicas, materiales que tenga buena biocompatibilidad y que nos brinden eficacia de sellado.

Canalda y Brau (2014) demuestran que los cementos más seguros y predecibles son: AH plus, Sealapex y Ketac-Endo, a diferencia de los cementos que contiene formaldehído los cuales deberían limitarse su uso por sus efectos indeseables. En caso de un retratamiento, se evalúa e influye en la elección del cemento sellador, debido a que se tiene en cuenta esa facilidad de la completa remoción del sellado en el conducto radicular. (Canalda Y Brau, 2014). En el seccionado de Apéndice A, B, C y D se presentan las propiedades de distintos tipos de cementos selladores usados en el campo de la odontología.

2.3.5 Microfiltración

La microfiltración endodóntica se define como el paso o penetración de fluidos, bacterias, endotoxinas o sustancias químicas a través del sistema de conductos radiculares después de la obturación. Ocurre principalmente en las interfases entre el cemento sellador y la dentina, o entre

el sellador y la gutapercha, y representa una de las principales causas del fracaso del tratamiento endodóntico. (Díaz Marín, 2020)

Díaz Marín (2020) identificaron varios factores que favorecen la microfiltración entre ellos: La deficiente adaptación del cemento sellador a las paredes del conducto, la solubilidad o res del cemento durante el fraguado, la porosidad del material sellador, la contaminación con sangre o saliva durante la obturación y la técnica de condensación inadecuada o presión insuficiente.

La microfiltración endodóntica presenta microorganismos implicados que son propensos a causar el fracaso endodóntico, dentro de estos microorganismos los más asociados son: Enterococcus faecalis, esta bacteria anaerobia facultativa es capaz de penetrar los túbulos dentinarios y resistir ambientes alcalinos y medicamentos intraconducto. También Candida albicans conocida por ser un hongo oportunista que puede colonizar el sistema de conductos y resistir tratamientos, contribuyendo a infecciones persistentes. Se determinó que estos dos microorganismos son los más presentes en la microfiltración en el momento en que se usaron en el estudio como marcadores biológicos de filtración. (Díaz Marín, 2020)

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Evaluar el grado de microfiltración del cemento biocerámico Bio-C Sealer en conductos principales y accesorios de dientes artificiales, durante dos meses de inmersión en una sustancia de azul de metileno.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar el grado de microfiltración en los dientes tratados endodónticamente y obturados con cemento biocerámico Bio-C Sealer durante dos meses de obturación.
- Analizar el sellado del cemento biocerámicos en conductos principales y accesorios durante dos meses de obturación.
- Comparar los valores de microfiltración obtenidos en los tiempos de evaluación establecidos.

3.3 Hipótesis alternativa

El cemento biocerámico Bio-C Sealer es eficaz en lograr un sellado apical tridimensional y estable, con niveles mínimos de microfiltración a los dos meses.

4.Método

4.1 Tipo de estudio

Estudio experimental In vitro

El tipo de estudio de este trabajo de grado se clasifica como un estudio in vitro, ya que se llevará a cabo en un entorno de laboratorio controlado, utilizando dientes artificiales como modelo

experimental. Este tipo de estudio permitirá analizar el comportamiento de sellado del cemento biocerámico sin la interferencia de factores biológicos propios del medio oral, tales como la humedad, la presión pulpar, la irrigación sanguínea o la respuesta inflamatoria tisular.

La elección de un estudio in vitro se fundamenta en la necesidad de evaluar la microfiltración del material en condiciones estandarizadas y reproducibles, garantizando la precisión y control de las variables experimentales, así como la posibilidad de realizar comparaciones a lo largo del tiempo, en este caso, tras dos meses de inmersión en una sustancia pigmentada. (Francois and Yaszemski, 2019)

4.2 Población, muestra y muestreo

4.2.1 Población

La población del estudio serán 30 dientes artificiales unirradiculares con variaciones anatómicas en el sistema de conductos radiculares (delta apical).

4.2.2 Muestra

La muestra estar constituida por 30 dientes artificiales unirradiculares con delta apical, seleccionados para permitir instrumentación, obturación y evaluación de microfiltración en condiciones homogéneas.

4.3 criterios de selección

4.3.1 criterios de inclusión

- Dientes artificiales unirradiculares con variaciones anatómicas observables
- Dientes artificiales en buen estado estructural.

- Dientes artificiales con longitud radicular completa y dimensiones uniformes, aptas para la instrumentación.

4.3.2 criterios de exclusión

- Dientes artificiales con defectos de fabricación.
- Muestras con daños ocasionados en la manipulación.

4.4 Variables

Las variables consideradas en este estudio (microfiltración, longitud de obturación y tiempo de almacenamiento) fueron seleccionadas de acuerdo con los objetivos propuestos y la naturaleza del diseño experimental. Estas variables se relacionan entre sí para analizar cómo las condiciones del procedimiento y el tiempo influyen en los resultados obtenidos. En el cuadro de variables (ver apéndice E) se describen las definiciones conceptuales y operacionales de cada una, junto con su tipo y escala de medición.

4.5 instrumento

El instrumento de recolección de datos será de elaboración propia, no estandarizado ni correspondiente a una escala validada previamente, será diseñada específicamente para las necesidades del presente estudio experimental in vitro.

El instrumento constará de dos secciones.

La primera sección registrará la identificación de cada muestra y los datos generales del procedimiento, incluyendo el código asignado al diente, el grupo al que pertenecía (experimental

o control), tipo de muestra (diente artificial unirradicular), la técnica de obturación empleada y el cemento utilizado (Bio-C Sealer).

La segunda sección registrará las variables del estudio relacionadas a la microfiltración apical y la obturación del conducto radicular. En esta sección se consignó, en orden, la presencia o ausencia de microfiltración, seguida de la medición de la extensión de la microfiltración cuando se encontró presente, únicamente el valor máximo encontrado en el conducto principal y en los accesorios (en milímetros), así como su localización (conducto principal o variaciones anatómicas). Adicionalmente, se registró la longitud de obturación en milímetros y lugar de salida del cono de gutapercha.

El instrumento permitirá además el control del tiempo de almacenamiento, registrando que todas las muestras serán sometidas a una exposición uniforme de 60 días en solución de azul de metileno al 2%.

Los datos obtenidos serán registrados de manera individual para cada una de las 30 muestras del estudio y posteriormente sistematizados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para su análisis estadístico. El instrumento se presenta en el apéndice F

4.6 Procedimiento

El estudio se realizará utilizando un total de 30 dientes artificiales unirradiculares de la casa comercial surpreendente, impresos en resina UV-Tough (Anycubic®), elaborados mediante tecnología SLA/MSLA (estereolitografía) con una resolución de 10 µm. El diseño anatómico de los dientes se basó en reconstrucciones tridimensionales obtenidas a partir de estudios de micro-CT de dientes naturales reales, garantizando fidelidad morfológica del conducto radicular.

Durante su proceso de fabricación industrial, las muestras fueron lavadas en alcohol isopropílico para eliminar residuos de resina no polimerizada y posteriormente sometidas a curado adicional en cámara UV durante 20 minutos, con el fin de completar la polimerización y estabilizar sus propiedades físicas. El material presenta un módulo de elasticidad aproximado de 2–3 GPa, inferior al de la dentina humana (≈18 GPa), lo cual implica diferencias en el comportamiento mecánico durante la instrumentación. Los dientes fueron producidos en grandes cantidades bajo el mismo protocolo de fabricación, garantizando alta estandarización anatómica entre muestras. (Ramírez-Muñoz et al., 2024)

Cada uno de los participantes serán calibrados por un especialista en endodoncia para garantizar la veracidad y fiabilidad de la muestra

1. Se verificará inicialmente que todas las muestras cumplas con los estándares y criterios de inclusión establecidos, descartando aquellas que presente defectos de fabricación o alteraciones estructurales. Posteriormente, cada diente será enumerado y codificado para su identificación y registro durante las fases de estudio.
2. Dado que los dientes ya cuentan con apertura cameral, no se realizará preparación de acceso. Se procederá a la permeabilización del conducto radicular utilizando limas manuales tipo K calibre 10 introduciéndolas hasta el foramen apical con movimientos suaves de deslizamiento e irrigación concomitante.
3. La longitud de trabajo se establecerá introduciendo una lima manual calibre 15 hasta observar su salida por el foramen apical, retrocediendo 2 mm, esta longitud será confirmada mediante radiografía periapical y registrada para cada muestra en milímetros.
4. La instrumentación biomecánica se realizará utilizando el sistema rotatorio Blue T, empleando la lima 25/.06. El motor endodóntico será configurado según las

recomendaciones del fabricante en cuanto a velocidad y torque. Durante la instrumentación se realizará irrigación constante con hipoclorito de sodio al 5.25% con aguja de salida lateral, asegurando la limpieza del conducto y evitando presión apical excesiva.

5. Finalizada la instrumentación y preparación de la muestra, se realizará el protocolo de irrigación final hipoclorito-agua destilada- EDTA durante 2 minutos, los conductos serán secados con puntas de papel correspondientes al calibre 25/.06 hasta garantizar que el conducto se encuentre totalmente seco.
6. Se procederá a la obturación del conducto radicular mediante la técnica de cono único, utilizando conos de gutapercha calibre 25/.06 en combinación con cemento biocerámico Bio-C Sealer. El cemento será llevado al conducto recubriendo sus paredes y el cono maestro será asentado hasta la longitud de trabajo establecida, verificando adecuado ajuste apical generando un movimiento de bombeo.
7. Una vez realizada la obturación, se recortará el exceso de gutapercha a nivel cameral mediante instrumento caliente y se efectuará ligera condensación vertical para optimizar el sellado. El acceso cameral será sellado con teflón y fermin para evitar filtraciones externas
8. Las muestras obturadas serán almacenadas en condiciones controladas hasta el fraguado completo del cemento. Posteriormente, serán sumergidas en solución de azul de metileno en recipientes individuales etiquetados, permaneciendo por 60 días bajo condiciones estandarizadas. Se realizará una toma de imágenes iniciales para llevar el control fotográfico de la muestra durante el tiempo de inmersión.
9. El material transparente permite la observación directa de la microfiltración, registrando la presencia o ausencia de esta, la localización de la penetración del colorante (conducto

principal, accesorios o ambos) y la longitud de penetración del colorante en milímetros, medida desde el ápice hacia la corona con un dentímetro calibrado.

10. Las muestras serán llevadas a un microscopio estereoscópico binocular para obtener una mejor imagen de la microfiltración en cada una de las muestras
11. Los datos obtenidos serán registrados en el instrumento de recolección diseñado para el estudio. Cada medición será realizada por duplicado para garantizar la confiabilidad de los registros.
12. Posteriormente, dichos datos ordenados y extraídos serán exportada al software estadístico STATA para la realización del análisis estadístico correspondiente.

4.7 Prueba piloto

Para la aplicación de la prueba piloto se calculó el 10% de la muestra calculada para el estudió que equivalió a 3 dientes artificiales unirradiculares impresos en resina UV-Tough (Anycubic®), elaborados mediante tecnología SLA/MSLA con resolución de 10 μm y basados en reconstrucciones micro-CT de dientes naturales reales. Las muestras fueron fabricadas bajo procesos industriales estandarizados que garantizaron homogeneidad anatómica entre unidades.

Se ejecutó el protocolo completo de instrumentación biomecánica con el sistema rotatorio Blue T (25/.06) y posterior obturación mediante técnica de cono único con gutapercha 25/.06 y cemento biocerámico Bio-C Sealer, se siguió la metodología establecida para el estudio.

Durante la prueba piloto se evaluó la permeabilidad del conducto, se determinó la longitud de trabajo, se ajustó el cono maestro y se manipuló el cemento biocerámico. Asimismo, se verificó la adecuada observación de la microfiltración tras la inmersión en azul de metileno.

La prueba permitió estandarizar los tiempos operatorios variando entre 15-20 minutos por pieza dentaria, y confirmó la viabilidad del modelo. Se presenta en el apéndice G la recolección de datos con el instrumento, en el Apéndice H resultados de la prueba piloto.

4.8 Análisis estadístico

4.8.1 Plan de análisis estadístico univariado.

El análisis estadístico se realizará en el software STATA versión vigente. Se llevará a cabo un análisis univariado para describir cada una de las variables del estudio que serán mencionadas a continuación.

La variable microfiltración medida en milímetros como penetración del colorante, al ser cuantitativa de razón, será evaluada inicialmente mediante la prueba de Shapiro-Wilk para determinar su distribución. En caso de tener distribución normal, se describirá mediante media, mediana y desviación estándar; de no ser así, se reportará mediana y rango intercuartílico.

Las variables como presencia y localización de la microfiltración en conductos principales y accesorios de naturaleza cualitativas se presentarán mediante frecuencias absolutas y porcentajes.

Los tiempos de evaluación establecidos durante el periodo de seguimiento serán descritos de acuerdo con el cronograma planteado.

4.8.2 Plan de análisis estadístico bivariado

Para el análisis bivariado se evaluará la asociación entre las variables de interés. Comparando los valores de microfiltración en milímetros obtenidos en los diferentes tiempos de evaluación durante el estudio.

Previamente, se verificará la distribución de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Si los datos presentan una distribución normal, se aplicará un análisis de varianza para medidas repetidas (ANOVA de medidas repetidas). En caso contrario, se utilizará la prueba no paramétrica de Friedman.

En caso de encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos de evaluación, se realizarán comparaciones múltiples post hic para identificar entre qué mediciones hay dichas diferencias.

Se considerará significancia estadística un valor de $p \leq 0.05$.. Ver apéndice I.

4.9 Consideraciones éticas

El presente estudio se rige por la resolución 008430 de 1993 de Colombia, que establece las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. (Ministerio de Salud y Protección Social, 1993)

Este estudio experimental in vitro es clasificado como investigación sin riesgo según el artículo 11 categoría a de dicha resolución. Por lo que no interviene directamente sobre seres humanos ni animales. El estudio será llevado a cabo usando dientes artificiales, por lo que no se prevén riesgos para la salud física o psicológica de personas.

Los materiales e instrumental empleados no representan riesgos para los investigadores y será manipulados siguiendo las normas de bioseguridad del laboratorio, además con une previa

calibración por un especialista en el área de endodoncia. Asimismo, se garantizará que las muestras usadas se obtengan de manera ética.

Se respetarán los principios éticos fundamentales de la investigación, incluyendo la transparencia, veracidad y objetividad en la recolección, análisis e interpretación de los datos. Los resultados serán presentados de forma clara, sin sesgos ni conflictos de interés. La información obtenida será usada exclusivamente con fines académicos y científicos, buscando contribuir al conocimiento en el área de Endodoncia y no al beneficio particular de las empresas productoras del cemento evaluado.

5.Resultados

Se incluyeron en el estudio 30 dientes unirradiculares con variedad anatómica de delta apical, los cuales fueron sometidos a un proceso de evaluación en cuatro momentos diferentes, denominados medición 1 (20 días), medición 2 (40 días), medición 3 (50 días) y medición 4 (60 días). En total se realizaron 120 mediciones. En los dientes obturados se evidenció la presencia de microfiltración en las cuatro mediciones realizadas en el tiempo, manteniéndose la misma ubicación de la filtración (en los tres conductos) y una óptima clasificación de longitud en todas las muestras.

Se evidenció una tendencia ascendente en el grado de microfiltración en los dientes a lo largo de las evaluaciones realizadas. La media de microfiltración aumentó de 1,8 (DE:0,8) a los 20 días a 9,1 (DE:2,2) a los 60 días. Mientras que la mediana de microfiltración pasó de 1,5 (RIQ:1,0-2,0) a 8,8 (RIQ:7,5-10,5). Los mayores valores de microfiltración se registraron en las mediciones de 50 y 60 días. Asimismo, el grado de microfiltración en todos los tiempos de

medición evidenciaron una distribución con tendencia normal. Los resultados descriptivos detallados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. *Descripción del grado de microfiltración en los dientes tratados endodónticamente y obturados con cemento biocerámico bio-C sealer durante dos meses de seguimiento.*

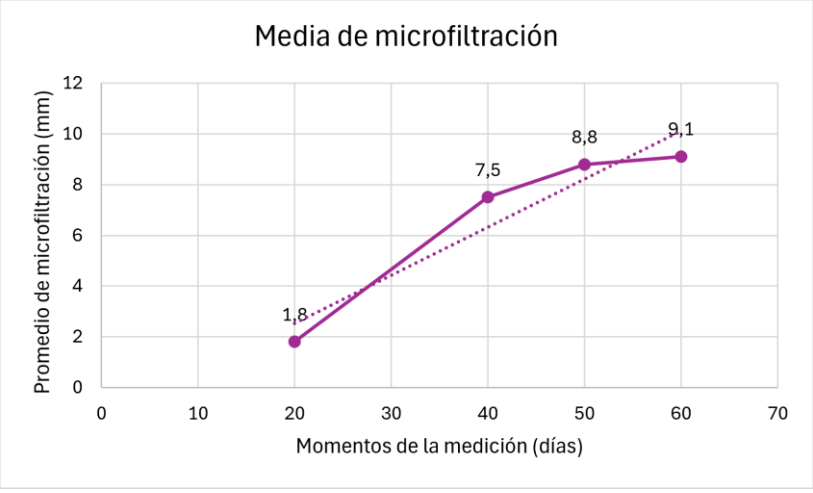
Tiempo de medición	*m (DE)**	*Me (RIQ)**	*Valor p***
20 días	1,8 (0,8)	1,5 (1,0 -2,0)	0,3
40 días	7,5 (1,7)	7,5 (6,0 -9,0)	0,8
50 días	8,8 (1,8)	8,2 (7,5-10,0)	0,8
60 días	9,1 (2,2)	8,8 (7,5-10,5)	0,2

* m= media, DE= desviación estándar, Me= mediana, RIQ= rango intercuartílico

**Valor p>0,05= distribución normal, prueba Shapiro-Wilk.

En la Figura 1. Se observa la evolución del comportamiento del promedio de microfiltración, siendo importante resaltar el aumento evidenciado entre el primer momento de medición a los 20 días de 1,8mm y el segundo momento de medición de 7,5mm a los 40 días, denotando la brecha más significativa de aumento entre los cuatro momentos de medición.

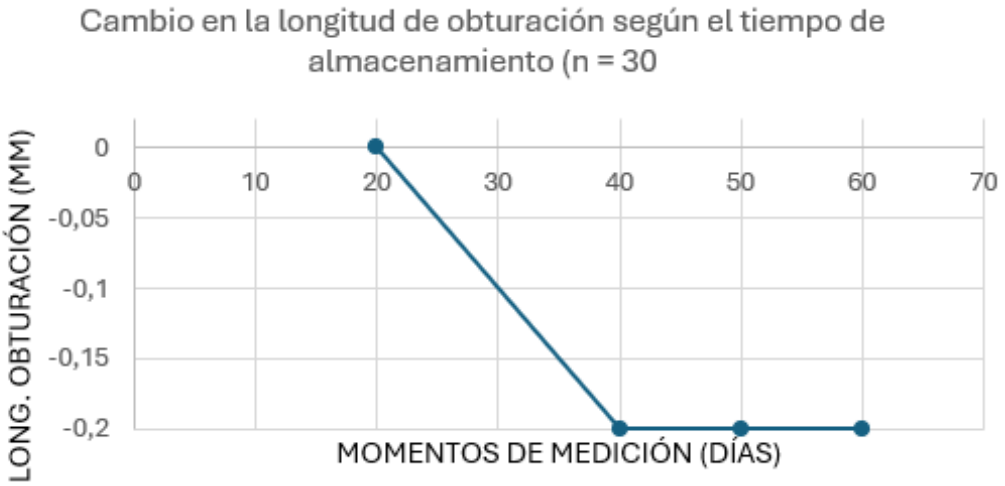
Figura 1. *Promedio de microfiltración del cemento biocerámico Bio C-sealer según el momento de medición.*



Se observó que la longitud de obturación definitiva en los 30 dientes disminuyó un -0,2mm con respecto a la longitud establecida en el primer momento de medición, la cual fue de 0,0mm.

Esto demuestra que el cemento se contrajo desde los 40 días -0,2 mm y se permaneció constante hasta los 60 días (Gráfico 2).

Figura 2. *Cambio de la longitud de obturación según el tiempo de almacenamiento*



Se evidenció que existen diferencias estadísticamente significativas entre la microfiltración medida en los diferentes momentos($p<0,05$). Al comparar las diferencias entre los momentos de las mediciones, como se evidencia en la Tabla 8, se presentaron diferencias específicamente entre las mediciones de los momentos 1 vs. 2 ($p < 0,001$), 1 vs. 3 ($p <0,001$), 1 vs. 4 ($p <0,001$) y 2 vs. 4 ($p>0,001$). Dado que el cambio de la microfiltración se presentó de manera gradual, por lo tanto, la mayor diferencia estadísticamente significativa se evidenció en la medida uno con la medida cuatro.

Tabla 2. *Comparación de los valores de microfiltración obtenidos en los tiempos de evaluación establecidos.*

Medida	*M1**	*M2 **	*M3**
M2*	0,000		
M3*	0,000	0,135	
M4*	0,000	0,002	1,000

*M1= medición a los 20 días, M2= medición a los 40 días, M3= medición a los 50 días, M4= medición a los 60 días.

Los datos correspondientes a las cuatro mediciones de cada muestra, así como los registros fotográficos de las evaluaciones se adjunta en el Apéndice l.

6. Discusión

A través de este estudio se determinó el grado de microfiltración del cemento biocerámico Bio C-sealer empleado en el tratamiento endodóntico de dientes artificiales unirradiculares con delta apical durante dos meses de seguimiento. Los resultados evidenciaron la presencia de microfiltración en todos los especímenes evaluados, alcanzando valores elevados. Asimismo, a partir de la segunda medición se observó una disminución leve en la longitud de obturación, la cual permaneció constante en el tiempo. Una de las funciones principales del cemento biocerámico es proporcionar un adecuado sellado del sistema de conductos radiculares, mediante su capacidad de adaptación y sellado de las interfaces entre el material de obturación y las paredes dentinarias. (Angelus, 2018). Por tanto, la presencia de microfiltración observada en el presente estudio constituye un hallazgo de importancia, ya que evidencia que, bajo las condiciones experimentales evaluadas, el Bio-C Sealer presentó una pérdida progresiva de su capacidad de sellado durante el periodo de seguimiento.

La pérdida de hermeticidad en la obturación observada podría estar relacionada con cambios dimensionales del material posteriores al fraguado, entre ellos una posible solubilidad o retracción. Estos cambios podrían favorecer la generación de espacios a nivel microestructural y, en consecuencia, facilitar la penetración del azul de metileno a través de la interfaz entre el material de obturación y las paredes del conducto, así como mediante los conductos principales y accesorios. (Moradi et al., 2015) En este sentido, el incremento de la microfiltración observado durante el seguimiento podría estar relacionado con modificaciones en la estabilidad del material a lo largo del tiempo. Sin embargo, debido a que en el presente estudio no se evaluó específicamente la contracción del cemento o la formación de espacios microestructurales, esta relación debe considerarse como una posible explicación del comportamiento observado y no como una relación causal demostrada.

Los hallazgos obtenidos sugieren una posible relación entre la microfiltración observada y la disminución de la longitud de obturación principalmente en los conductos que se encontraban únicamente obturados por el cemento biocerámico, registrados durante el seguimiento. Estos resultados coinciden con Quaresma et al. (2024) quienes encontraron una contracción de 1,38% en el Bio-C Sealer. También concuerdan con Zordan-Bronzel et al. (2019) quienes reportaron una mayor solubilidad del Bio-C Sealer, aunque presentara un bajo cambio volumétrico. No obstante, estos hallazgos contrastan con lo reportado por Singhal et al. (2025), quienes evidenciaron una reducción significativa de la microfiltración asociada al Bio-C Sealer, pasando de 1,32 mm a las 48 horas a 0,68 mm tras 30 días de exposición a fluido corporal simulado. Esta discrepancia puede deberse a las distintas condiciones experimentales, momentos de medición, técnicas de obturación y métodos utilizados para evaluar la microfiltración.

La evolución observada durante los tiempos de evaluación permitió identificar un incremento de la microfiltración durante el seguimiento, con una tendencia hacia una menor variación en las últimas mediciones. Este comportamiento es relevante frente a aquellos estudios que han evaluado el Bio-C Sealer durante periodos más cortos, dado que el seguimiento hasta 60 días permitió observar el comportamiento durante un periodo prolongado. De esta manera, con los resultados no solo se evaluó la capacidad de sellado inicial, sino su estabilidad durante el periodo posterior a la obturación.

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentra el uso de dientes artificiales unirradiculares con delta apical, condición que si bien, permitió estandarizar las características de los modelos, limita la extrapolación de los resultados a dientes humanos y a las condiciones clínicas. Esto debido a que los dientes artificiales carecen de túbulos dentinarios, humedad intrínseca y composición mineral propia de la dentina humana. Estas características pueden influir en los procesos de interacción, biomineralización y adaptación de los cementos biocerámicos, por lo que el comportamiento observado podría diferir del que ocurre en dientes naturales. Asimismo, las características anatómicas particulares del delta apical pueden influir en la distribución y adaptación del cemento dentro del sistema de conductos, generando variaciones en el comportamiento del material.

6.1 Conclusiones

- Se determinó que todos los dientes tratados endodónticamente durante el estudio presentaron microfiltración y de manera progresiva, considerándose en una escala alta.
- Se encontró que el Bio-C Sealer no logró un sellado completamente hermético tanto en los conductos principales como en los accesorios durante el periodo evaluado.

- La microfiltración de los dientes obturados con cemento biocerámico Bio-C Sealer presentó un aumento a los 20 días de seguimiento, con una posterior tendencia a mantenerse estable hasta al final del estudio.

6.2 Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se recomienda utilizar dientes naturales humanos e incorporar comparaciones de diferentes tipos de dientes con una variedad más amplia de variaciones anatómicas radiculares, considerando las diferencias en la morfología, el número de conductos y la configuración de sus raíces. Con el propósito de aproximar las condiciones experimentales a las características clínicas reales y evaluar el comportamiento del material en distintas condiciones anatómicas. Asimismo, es fundamental incluir comparaciones entre materiales de obturación diferentes para evaluar la eficacia y comportamiento del material. Por los resultados presentados, se hace importante mantener y, en lo posible, aumentar los periodos de seguimiento que permitan comprobar de manera rigurosa la estabilidad del sellado a lo largo del tiempo.

Referencias

Abdel Hamid, E. (2023). Comparative evaluation of push out bond strength of Neosealer Flo, TotalFill BC and AH Plus root canal sealers: an in vitro study. *Egyptian Dental Journal*, *69*(4), 3327–3333. https://doi.org/10.21608/edj.2023.232253.2694

Alba Tolosa-Monfà 1, A. V. 1, J. B.-C. 2, M.-L. B.-P. 1, E. B.-J. 1. (2023). *Cytotoxicity comparison of Bio C Sealer against multiple root canal sealers*.

Al-Haddad, A., y Che Ab Aziz, Z. A. (2016). Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *International Journal of Biomaterials*, *2016*, 9753210. https://doi.org/10.1155/2016/9753210

Ashri, H., Mahran H., A., Abueleez, A., & Elsewify, T. (2025). Effect of Obturation Technique on NeoSEALER Flo Bioceramic Sealer Penetration into Dentinal Tubules: A Comparative Confocal Laser Scanning Microscopic Study. European Endodontic Journal, 222–229. https://doi.org/10.14744/eej.2025.82905

Barrios Ramírez, A. S., Bautista Chacón, T. E., & Pedraza Higuera, M. (2025). Comparación in vitro de la microfiltración de dos cementos de uso endodóntico. Ustasalud, 23(2). https://doi.org/10.15332/us.v23i2.3253

Canalda Sahli, Carlos., y Brau Aguadé, Esteban. (2014). P técnicas clínicas y bases científicas. Elsever Masson

Chopra, V., Davis, G., y Baysan, A. (2021). Physico-Chemical Properties of Calcium-Silicate vs. Resin Based Sealers—A Systematic Review and Meta-Analysis of Laboratory-Based Studies. *Materials*, *15*(1), 229. https://doi.org/10.3390/ma15010229

Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social & Unión Temporal Sistemas Especializados de Información SEI S.A. (2014). IV Estudio Nacional de Salud Bucal ENSAB IV: Situación de Salud Bucal. Para saber cómo estamos y saber qué hacemos. El Ministerio, Recuperado de: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENSAB-IV-Situacion-Bucal-Actual.pdf

Cruz Holguín, S. Y., Duque Pérez, J. S., & Moreno Quijano, C. A. (2021). Análisis del selle de las técnicas de condensación lateral y cono único en los conductos radiculares. Universidad Santo Tomás. http://hdl.handle.net/11634/34528

Cueva-Goig, R., Forner-Navarro, L., y Llena-Puy, M. C. (2016). Microscopic assessment of the sealing ability of three endodontic filling techniques. Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 8(1), e27-31. https://doi.org/10.4317/jced.52847

Díaz Marín, A. M., Plazas Ortegón, L. M., Y Murcia Moreno, A. Y. (2020). Evaluación de la microfiltracion microbiana de Enterococcus faecalis y Cándida albicans en dientes tratados endodonticamente obturados con Bioroot y Ahplus. In Repositorio Institucional USTA. http://hdl.handle.net/11634/28017

Emmanuel, S., Shantaram, K., Sushil, K. C., y Manoj, L. (2013). An In-Vitro Evaluation and Comparison of Apical Sealing Ability of Three Different Obturation Technique - Lateral Condensation, Obtura II, and Thermafil. *Journal of International Oral Health : JIOH*, *5*(2), 35–43.

Eraso, M., N., & Muñoz, B., I. (2012). Muñoz-Bolaños I. La obturación endodóntica, una visión general. In Revista Nacional de Odontología (Vol. 8, Issue 15).

Francois, E. L., & Yaszemski, M. J. (2019). Preclinical Bone Repair Models in Regenerative Medicine. In *Principles of Regenerative Medicine* (pp. 761–767). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809880-6.00043-6

Gómez Botia, K. A., Y Niño Callejas, P. A. (2018). Propiedades reológicas de los cementos selladores sealapex, adseal, mta Fillapex y cemento de grossman. revisión sistemática. *Universidad de Cartagena*. https://repositorio.unicartagena.edu.co/entities/publication/a8eb18ff-c827-4096-9b74-4c0751496bf0

Gómez Montoya, P. A. (2018). Cementos selladores en endodoncia. *UstaSalud*, *3*(2). https://doi.org/10.15332/us.v3i2.1881

Hernández G., M. A., Meza C., M. A., Vallejo L., M. A., y Pineda P., L. (2018). Evaluación in vitro de la percolación apical con la técnica de cono único taperizado y condensación lateral. UstaSalud, 5(1), 26. https://doi.org/10.15332/us.v5i1.1819

Komabayashi, T., Colmenar, D., Cvach, N., Bhat, A., Primus, C., & Imai, Y. (2020). Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dental Materials Journal*, *39*(5), 703–720. https://doi.org/10.4012/dmj.2019-288

López-García, S., Pecci-Lloret, M. R., Guerrero-Gironés, J., Pecci-Lloret, M. P., Lozano, A., Llena, C., Rodríguez-Lozano, F. J., & Forner, L. (2019). Comparative Cytocompatibility and Mineralization Potential of Bio-C Sealer and TotalFill BC Sealer. *Materials*, *12*(19), 3087. https://doi.org/10.3390/ma12193087

Machaca Albino, B., Villavicencio Caparó, E., Pacheco Ramírez, L. A., & Miranda Miranda, C. (2022). [Analysis of root sealing using methylene blue in different endodontic obturation techniques. Literature review]. Revista Cientifica Odontologica (Universidad Cientifica Del Sur), 10(2), e110. https://doi.org/10.21142/2523-2754-1002-2022-110

Malta, C. P., Simoni Santi, S., Barcelos, R. C. S., Zanatta, F. B., Bier, C. A. S., y Morgental, R. D. (2024). Premixed calcium silicate-based root canal sealers have better biological properties than AH Plus: A systematic review and meta-analysis of in vivo animal studies and in vitro laboratory studies. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, *27*(4), 345–359. https://doi.org/10.4103/JCDE.JCDE_24_24

Manjila, J. C., Vijay, R., Srirekha, A., Santhosh, L., Reddy, J., y Srinivasan, A. (2022). Apical microleakage in root canals with separated rotary instruments obturated with different endodontic sealers. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, *25*(3), 274–277. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_569_21

Moradi, S., Lomee, M., & Gharechahi, M. (2015). Comparison of fluid filtration and bacterial leakage techniques for evaluation of microleakage in endodontics. *Dental Research Journal*, *12*(2), 109–114.

Organización Mundial de la Salud. (2025). Salud bucodental. *World Health Organization*. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/oral-health

Pelisser, E., Matoso, F. B., Kirchhoff, A. L., Kopper, P. M. P., Baratto-Filho, F., Gonzaga, C. C., & Tomazinho, F. S. F. (2022). Avaliação da penetração intratubular do Bio-C Sealer: um cimento à base de silicato de cálcio. *Research, Society and Development*, *11*(12), e146111234110. https://doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34110

Pitts, N. B., Twetman, S., Fisher, J., & Marsh, P. D. (2021). Understanding dental caries as a non-communicable disease. *British Dental Journal*, *231*(12), 749–753. https://doi.org/10.1038/s41415-021-3775-4

Pupo Marrugo, S., Alvear Pérez, J., & del Río Rocha, D. (2022). Evaluation of the Antimicrobial Activity of MTA Fillapex® Against Enterococcus Faecalis. *Salud Uninorte*, *37*(1), 84–95. https://doi.org/10.14482/sun.37.1.616.34

Quaresma, S. A. L., Alves dos Santos, G. N., Silva-Sousa, A. C., Camargo, R. V., Lopes-Olhê, F. C., Silva-Sousa, Y. T. C., Mazzi-Chaves, J. F., & Sousa-Neto, M. D. (2024). Physicochemical properties of calcium silicate cement based endodontic sealers. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, *151*, 106400. https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2024.106400

Santiago Ordóñez, John Jairo, Juan Monard, V. (2025). G*uía de manejo de cementos selladores endodónticos utilizados por estudiantes de odontología de la universidad santiago de*

cali periodo 2025-a. *Universidad de Cali.* https://repositorio.usc.edu.co/items/e34f5252-528f-488f-8af7-8734fd354134/full

Santos-Junior, A. O., de Castro Pinto, L., Mateo-Castillo, J. F., & Pinheiro, C. R. (2019). Success or failure of endodontic treatments: A retrospective study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, *22*(2). https://journals.lww.com/jcde/fulltext/2019/22020/success_or_failure_of_endodontic_treatments__a.5.aspx

Singhal, R., Singla, M. G., Wahi, P., Bhasin, P., Garg, A., & Nangia, D. (2025). Sealing ability of three bioceramic sealers using sealer-based obturation method after immersion in simulated body fluid. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, *28*(2), 199–203. https://doi.org/10.4103/JCDE.JCDE_605_24

Soares, I., & Goldberg, F. (2012). *Endodoncia. Técnica y Fundamentos* (2nd ed.).

Suero Baez, A., Lorenzo Olano Dextre, T., Ramos Pinheiro, C., y Kenji Nishiyama, C. (2016). Ventajas y desventajas de la técnica de cono único. Advantages and disadvantages of the single cone technique. In Revista ADM (Vol. 73, Issue 4).

Torres-Avirama, L. J., Realpe-Urbano, D. A., Guevara-Valencia, T. L., Morales, G. A., Zamora-Córdoba, I. X., y Valencia-Llano, C. H. (2022). Ensayo de biocompatibilidad con Artemia salina para cinco materiales de uso endodóntico. *Duazary*, *20*(2), 105–114. https://doi.org/10.21676/2389783x.5360

Utneja, S., Nawal, R. R., Talwar, S., y Verma, M. (2015). Current perspectives of bio-ceramic technology in endodontics: calcium enriched mixture cement - review of its composition, properties, and applications. *Restorative Dentistry & Endodontics*, *40*(1), 1. https://doi.org/10.5395/rde.2015.40.1.1

Vertucci, F. J. (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, 58(5), 589–599. https://doi.org/10.1016/0030-4220(84)90085-9

Wang, Z. (2015). Bioceramic materials in endodontics. *Endodontic Topics*, *32*(1), 3–30. https://doi.org/10.1111/etp.12075

Zamparini, F., Prati, C., Taddei, P., Spinelli, A., di Foggia, M., y Gandolfi, M. G. (2022). Chemical-Physical Properties and Bioactivity of New Premixed Calcium Silicate-Bioceramic Root Canal Sealers. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(22). https://doi.org/10.3390/ijms232213914

Zordan-Bronzel, C. L., Esteves Torres, F. F., Tanomaru-Filho, M., Chávez-Andrade, G. M., Bosso-Martelo, R., & Guerreiro-Tanomaru, J. M. (2019a). Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate–based Sealer, Bio-C Sealer. *Journal of Endodontics*, *45*(10), 1248–1252. https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.07.006

Apéndices

Apéndice A. *Biocerámicos cementos sealer*

Nombre comercial	*Mecanismo de acción*	*Biocompatibilidad*	*Bioactividad*	*Tiempo de fraguado*	*Ph*	*Características*	*Radiopacidad*
AH Plus Bioceramic Sealer	Hidratación de componentes de silicato, liberación de Ca^{2+} / OH^{-}, precipitación de hidroxiapatita.(Dentsply Sirona, 2021)	buena viabilidad, migración y adhesión celular. ((Dentsply Sirona, 2021)	Formación de apatita cuando entra en interacción con la dentina. (Dentsply Sirona, 2021)	2-4 horas (Dentsply Sirona, 2021)	>11.2; disminuye gradualmente. (Dentsply Sirona, 2021)	Solubilidad baja (~0,11 %), baja contracción, buena estabilidad. (Dentsply Sirona, 2021)	Alta (Dentsply Sirona, 2021)
Bio-C Sealer	$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + OH^{-} \rightarrow$ ↑pH (bactericida) + $CaCO_3$ (calcita) → fibronectina → formación de tejido duro (Angelus, 2018)	No citotóxico, no sensibilizante, no irritante. Cumpliendo. (	La matriz extracelular induce a la adhesión y diferenciación celular (Angelus, 2018)	Angelus (2018) indica 240 minutos dependiendo de la humedad.	pH ~12,. (Angelus, 2018)	Baja solubilidad (2,86%), el fabricante garantiza un sellado adecuado. (Angelus, 2018)	≥7 mm de, (Angelus, 2018)
EndoSequence® BC Sealer	AL-Haddad and Che Ab Aziz (2016)citando al Louahine et. Genera	Biocompatible, no sensibilizante;	Osteogénico. Forma hidroxiapatita(Brasseler USA, 2012b)	Aproximadamente 4h; se extiende en conductos secos.	~12 pH al fraguar, con efecto antibacteriano.	Hidrofílico, sin contracción, forma sellado tridimensional	3.83 mm (Candeiro et al., 2012)

	hidroxiapatita y gel C-S-H, promoviendo la bioactividad y el sellado del materia.	(Brasseler USA, 2012a)		(Brasseler USA, 2012a)	(Brasseler USA, 2012b)	(Brasseler USA, 2012b)	
IRoot SP	Se hidrata y genera un cambio iónico, forma SiO donde Ca2+ -H+ y Ca2+ y SiO mineralizan la superficie y se deposita fosfato cálcico (Gonzalez, 2023)	Baja toxicidad, puede causar inflamación leve en tejidos subcutáneos. (Li et al., 2022)	Formación activa de apatita e hidroxiapatita que promueve la adhesión celular y osteogénesis. (Li et al., 2022)	~4h: pero se puede extender a más de 19 h en conductos secos. (Innovative bioceramix inc, 2018)	Alcalino (~12 pH) (Li et al., 2022)	No se contrae, no requiere mezcla, insoluble, sin Al, ligera expansión al fraguar. (Li et al., 2022)	4.38mm. Se usa ZrO_2 como agente radiopacificante.(Juntha et al., 2024)
TotalFill BC Sealer™	Produce una liberación de iones cálcicos que favorecen la formación de hidroxiapatita (Innovative bioceramix inc, 2018)	Excelente biocompatibilidad con los tejidos periapicales (Innovative bioceramix inc, 2018)	Estimula la formación de hidroxiapatita en contacto con los fluidos tisulares. (Innovative bioceramix inc, 2018)	4 horas. En conductos muy secos, puede tardar más de 10 horas. (Innovative bioceramix inc, 2018)	(≈12) tras el fraguado. (Innovative bioceramix inc, 2018)	Material biocerámico libre de aluminio, insoluble. (Innovative bioceramix inc, 2018)	Material altamente radiopaco (Innovative bioceramix inc, 2018)

NeoSealer Flo	Hidratación de silicato de calcio, liberación de Ca^{2+} / OH^-, nucleación de hidroxiapatita. (Avalon biomed, 2018)	Reacción inflamatoria moderada que disminuye (Avalon biomed, 2018)	Patrones de calcificación de tejido conectivo. (Avalon Biomed, 2020)	pH alcalino elevado (liberación de iones OH^-). (Avalon biomed, 2018)	Alcalino con efecto antimicrobiano. (Avalon biomed, 2018)	se ha observado difusión tubular con técnica de cono único. (Avalon biomed, 2018)	Contiene óxido de tántalo como Radiopacificador. (Avalon biomed, 2018)
C-Root SP	Silicatos + Ca/P + Ca (OH) y formación de apatita en interfaz (C root dental medical, 2022)	Declarado como biocompatible y osteogénico (C root dental medical, 2022)	Diseñado para promover curación y mineralización. (C root dental medical, 2022)	2 horas. (C root dental medical, 2022)	pH > 12, según ficha comercial. (C root dental medical, 2022)	Buena fluidez, sin contracción, adhesión química a dentina. (C root dental medical, 2022)	≥ 3 mm de Al (C root dental medical, 2022)

Apéndice B. *Biocerámicos Putty*

Nombre comercial	*Mecanismo de acción*	*Biocompatibilidad*	*Bioactividad*	*Tiempo de fraguado*	*Ph*	*Características*	*Radiopacidad*
Bio-C Repair	Hidratación de silicato calcio, expansión fraguado, precipitación de apatita.(Angelus, 2022)	Declarado no detóxico de(Angelus, 2022)	Sí, biocompatible /liberación de calcio, estimula regeneración (Angelus, 2022)	con~120 minutos (2~ deh) según fabricante (Angelus, 2022)	pH 12 según(Angelus, 2022)	Expansión durante fraguado, partícula media ~2 µm (Angelus, 2022)	Radiopacificador: óxido de zirconio (Angelus, 2022)

Nombre comercial	*Mecanismo de acción*	*Biocompatibilidad*	*Bioactividad*	*Tiempo de fraguado*	*Ph*	*Características*	*Radiopacidad*
EndoSequence Putty	Hidratación de silicato calcio, liberación Ca^{2+} / OH^-, precipitación de apatita ((Moinzadeh et al., 2016)	Buena debiocompatibilidad y bajo deaspecto citotóxico. (Moinzadeh et al., 2016)	formación de apatita en estudios in vitro. (Moinzadeh et al., 2016)	versión “FastSet” inminutos. (Moinzadeh et al., 2016)	pH > 12 ~20 minutos. (Moinzadeh et al., 2016)	Interacción con medio ya sea humedad o sangre modifica aporte de apatita. (Moinzadeh et al., 2016)	Alta radiopacidad, resistencia a lavado. (Moinzadeh et al., 2016)
NEO putty	libera Ca e hidroxilo: promueven formación hidroxiapatita y el sellado biológico.(Avalon BIOMED, 2020)	Biocompatible y no citotóxico, libre de resinas, (Avalon BIOMED, 2020)	Formación de hidroxiapatita, favoreciendo la regeneración tisular. (Avalon BIOMED, 2020)	Aproximadamente 4 horas in vivo, dependiendo de la humedad del entorno. (Avalon BIOMED, 2020)	Presenta un pH inicialmente alto (básico/alcalino). (Avalon BIOMED, 2020)	Alta resistencia al lavado (wash-out resistant). Bajamm Al solubilidad (<3%) una vez fraguado. (Avalon BIOMED, 2020)	Tiene una radiopacidad de 8.1 (Avalon BIOMED, 2020)

Apéndice C. *Bioinertes*

Nombre comercial	*Mecanismo de acción*	*Biocompatibilidad*	*Bioactividad*	*Tiempo de fraguado*	*Ph*	*Características*	*Radiopacidad*
TOP SEAL	No específico en estudios. Sellador de conductos radiculares pasta/pasta, basado en resinas epoxi-aminas. (Hamdy et al., 2024b)	No genera reacciones toxicas en los tejidos periapicales. (Hamdy et al., 2024b)	No libera iones de calcio ni estimula la formación de tejido duro o hidroxiapatita. (Hamdy et al., 2024c)	8 horas como mínimo a 37ºC. (Hamdy et al., 2024c)	No hay datos específicos reportados (Hamdy et al., 2024c)	-Mezcla fácil -Excelente estabilidad dimensional -Biocompatible - Excelente viscosidad (Hamdy et al., 2024d)	Radiopacidad elevada como una de sus propiedades distintivas. (Hamdy et al., 2024c)
Scalapex	Liberación de iones Ca^{2+} e OH^{-}, generando ambiente alcalino ayudando a favorecer cicatrización (Kerr tm, 2014)	Baja citotoxicidad. (Kerr tm, 2014)	Sí, induce mineralización en tejidos.(Kerr tm, 2014)	30-40 minutos. (Kerr tm, 2014)	Alcalino ~8.2 – 8.4, se mantiene estable. (Kerr tm, 2014)	Flujo: ~28 mm · Grosor de película es adecuado y el cambio dimensional es mínimo. (Kerr tm, 2014)	Aprox. 6.8 mm Al. (Kerr tm, 2014)

Apéndice D. *Biodegradables*

Nombre comercial	*Mecanismo de acción*	*Biocompatibilidad*	*Bioactividad*	*Tiempo de fraguado*	*Ph*	*Características*	*Radiopacidad*
MTA	Libera Ca^{2+} y OH^{-}, formando hidroxiapatita y estimulando regeneración tisular (Angelus, 2016)	Alta (Angelus, 2016)	Induce cemento y hueso. (Angelus, 2016)	15 minutos (Angelus, 2016)	13 pH después de tres horas (Angelus, 2016)	Alta plasticidad, baja solubilidad, sellado biológico (Angelus, 2016)	7,17mm/Al (Angelus, 2016)
BIODENTINA	Al contacto con H_2O libera Ca^{2+} y OH^{-}, formando hidroxiapatita. Favorece sellado dentinario y estimula dentina reparadora (Septodont, 2022)	No causa irritación ni toxicidad pulpar. (Angelus, 2016)	estimula la formación de dentina reactiva, favorece la mineralización y la cicatrización. (Septodont, 2022)	Aproximadamente 12 minutos desde el inicio de la mezcla. (Angelus, 2016)	Inicial alcalino (≈12) durante el fraguado. (Septodont, 2022)	Se utiliza en tratamientos coronarios radiculares, pero no se recomienda para la obturación final de conductos radiculares. (Angelus, 2016)	Es radiopaco, gracias a sus óxidos y minerales. (Septodont, 2022)

Apéndice E. *Cuadro de variables*

Variable	*Definición conceptual*	*Definición operativa*	*Naturaleza*	*Escala de medición*	*Valores o indicadores*
Microfiltración	Paso de fluidos, bacterias o iones a través de la interfase entre el material obturador y las paredes del conducto radicular.	Se medirá la penetración del colorante (azul de metileno) en milímetros desde el ápice hacia la corona.	Cuantitativa	De razón	0 mm (sin filtración) a n mm (filtración máxima observada).
		Se observará la presencia o ausencia de microfiltración en el sistema de conductos.	Cualitativa	Nominal	Sí 1 No 2
		Se determinará la presencia de penetración del colorantes (azul de metileno) en conductos principales o accesorios	Cualitativa	Nominal	Accesorio 1 Principal 2 Ambos 3 Ninguno 4
Longitud de obturación	Distancia desde el ápice hasta el límite de obturación en cada conducto obturado.	Se medirá mediante fotografía estereomicroscópica y dentímetro después del sellado.	Cuantitativa	De razón	0 mm a n mm

Variable	*Definición conceptual*	*Definición operativa*	*Naturaleza*	*Escala de medición*	*Valores o indicadores*
		Se observará mediante fotografía estereomicrocópica y dentímetro después del sellado y se asignará la categoría correspondiente según la apariencia del límite apical	Cualitativa	nominal	Óptima 1 Deficiente 2
Tiempo de almacenamiento	Tiempo que transcurre desde la obturación hasta la evaluación de microfiltración.	Según el día específico en que se realice la evaluación del diente después de su inmersión en colorante. .	Cuantitativa	razón	20 días, 1 40 días, 2 50 días, 3 60 días 4

Apéndice F *Instrumento*

Primera sección

Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	
Grupo	☐ Experimental ☐ Control
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	
Fecha de registro	

segunda sección

Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización de la microfiltración*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20	☐ Sí ☐ No			☐ Apical ☐ Conducto accesorio ☐ Ambos ☐ No aplica		☐ Óptima ☐ Deficiente
40	☐ Sí ☐ No			☐ Apical ☐ Conducto accesorio ☐ Ambos ☐ No aplica		☐ Óptima ☐ Deficiente
50	☐ Sí ☐ No			☐ Apical ☐ Conducto accesorio ☐ Ambos ☐ No aplica		☐ Óptima ☐ Deficiente

Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización de la microfiltración*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
60	☐ Sí ☐ No			☐ Apical ☐ Conducto accesorio ☐ Ambos ☐ No aplica		☐ Óptima ☐ Deficiente

Apéndice G. *Prueba piloto*

Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	1
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	9/4/2026

Tiempo de evaluación (días)	Presencia de microfiltración	Microfiltración principal (mm)	Microfiltración accesorios máx. (mm)	Localización	Longitud de obturación (mm)	Clasificación de la longitud
20 días	☑Sí ☐No	4 mm	2mm	☐ Apical ☐Principal ☑Ambos No aplica	21mm	☑ Óptima ☐Deficiente

Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	2
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	9/4/2026

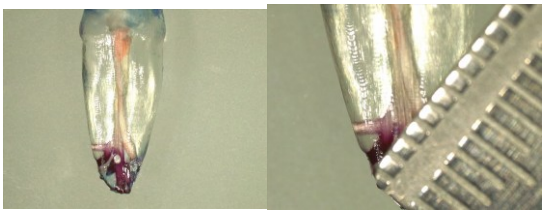
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios Max (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*	*Salida de gutapercha*
20 días	☑Sí ☐No	4 mm	3mm	☐ Apical ☐Principal ☑Ambos No aplica	21mm	☑ Óptima ☐Deficiente	☐ Principal ☑Conducto accesorio

Ítem	**Descripción**
Código de la muestra	3
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	9/4/2026

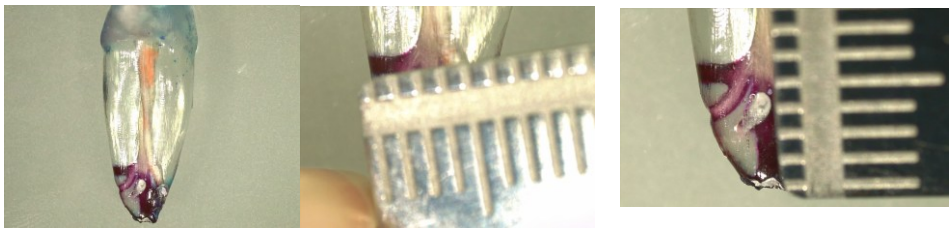
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1 mm	2mm	☐ Apical ☐Principal ☑Ambos No aplica	21mm	☑ Óptima ☐Deficiente

Apéndice H. *Fotos prueba piloto*

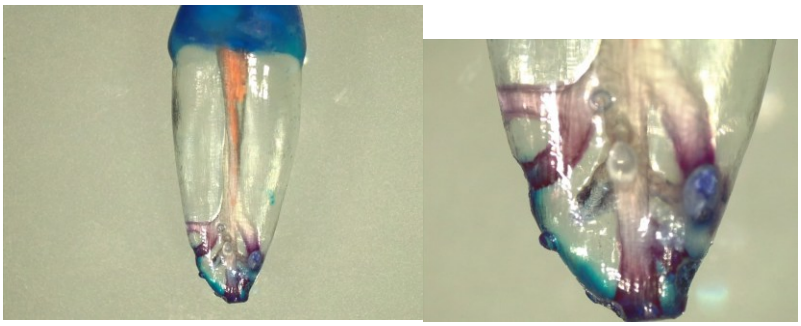
Muestra 1



Muestra 2



Muestra 3



Apéndice I *tabla de análisis estadístico*

Apéndice J.*Análisis estadístico univariado*

Variable	*Naturaleza*	*Reporte estadístico*
Microfiltración (mm)	Cuantitativa (razón)	Prueba de Shapiro-Wilk. Si distribución normal: media ± desviación estándar. Si no normal: mediana y rango intercuartílico.
Longitud de obturación (mm)	Cuantitativa razón	Prueba de Shapiro-Wilk. Si distribución normal: media ± desviación estándar. Si no normal: mediana y rango intercuartílico.

Apéndice K. *Análisis estadístico bivariado Análisis estadístico bivariado*

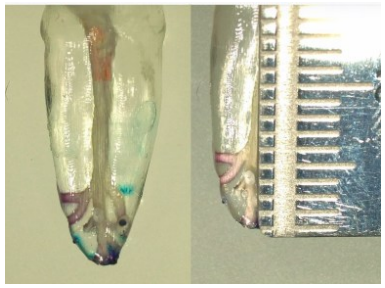
Variable dependiente	*Variable independiente*	*Tipo de variables*	*Prueba estadística*
Microfiltración (mm)	Tiempo de almacenamiento	Cuantitativa vs cualitativa (>2 grupos)	Prueba de Friedman. En caso de significancia estadística, prueba post hoc de Durbin-Conover)

Apéndice L. *Recolección de datos y evidencia*

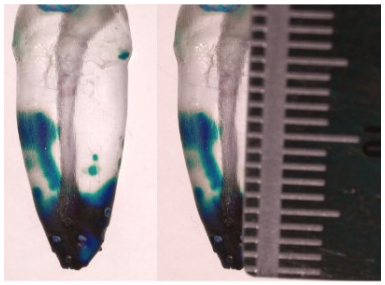
Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	1
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	2 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	7 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
50 días	☑Sí ☐No	7,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	8 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

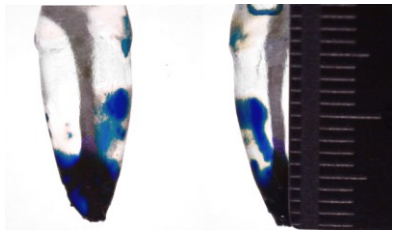
Medición 1



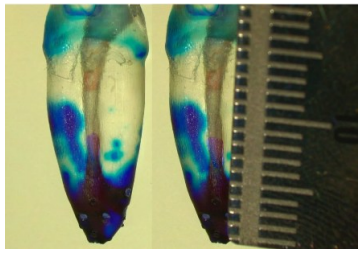
medición 2



Medición 3



Medición 4

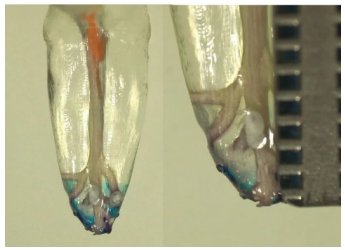


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	2
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

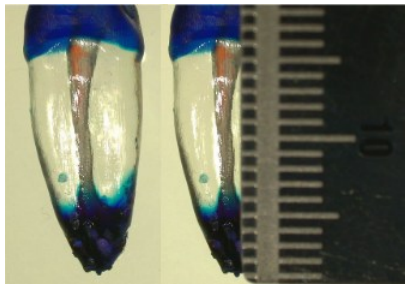
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	2 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	5,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

				No aplica		
50 días	☑Sí ☐No	6.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	6 .5mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

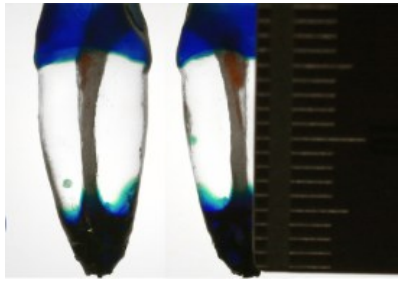
Medición 1



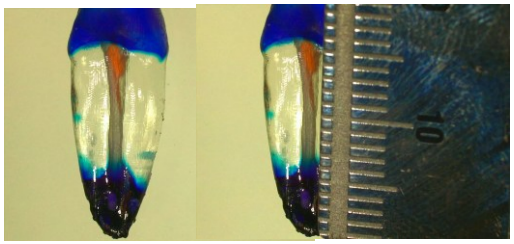
medición 2



Medición 3



medición 4

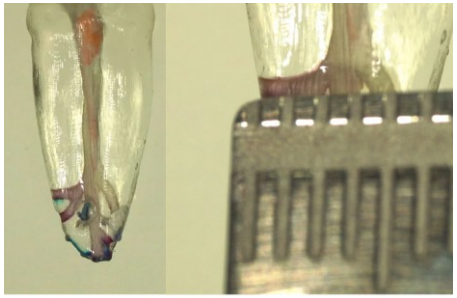


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	3
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

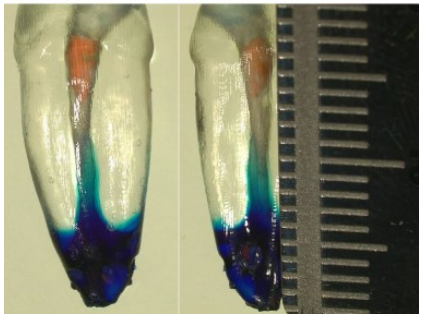
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	2 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	9,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	10 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	11 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

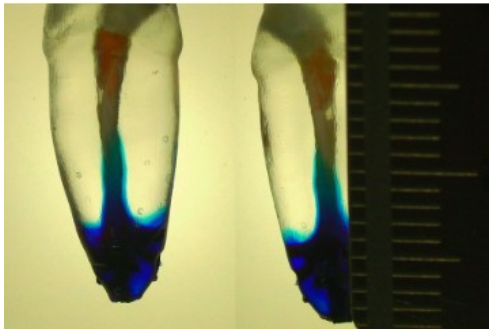
Medición 1



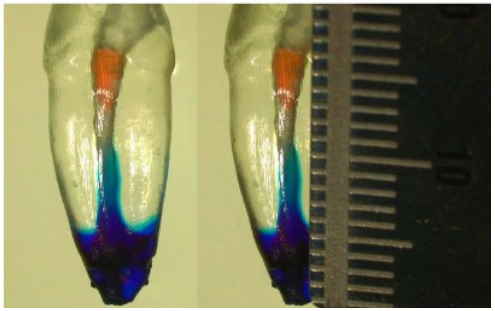
Medición 2



Medición 3



Medición 4

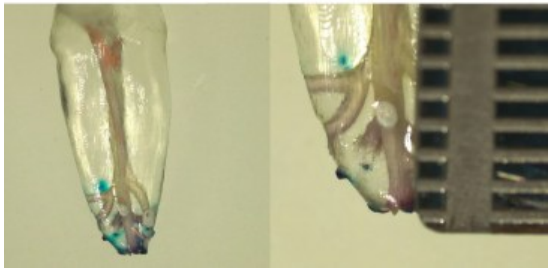


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	4
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

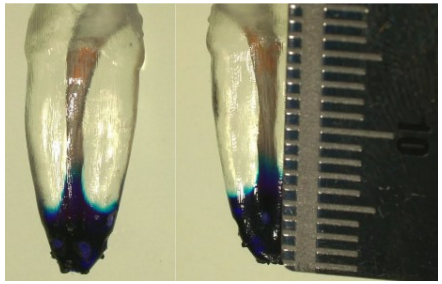
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1.5 mm	1.5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	7,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	8 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	8.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

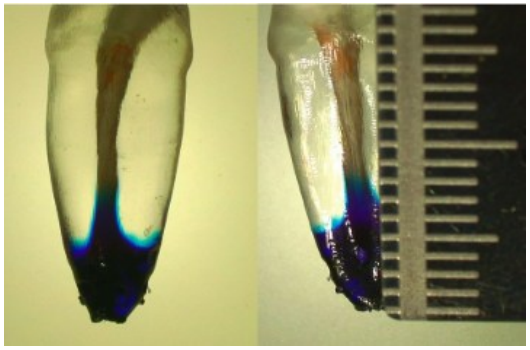
Medición 1



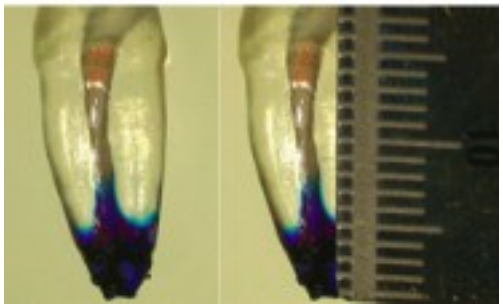
Medición 2



Medición 3



medición 4

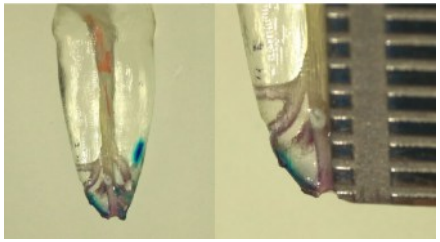


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	5
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

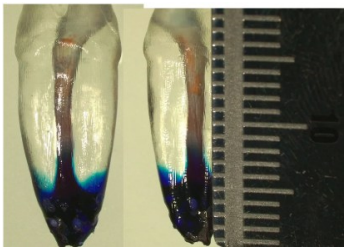
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1.5 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	8 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	8,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	11,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

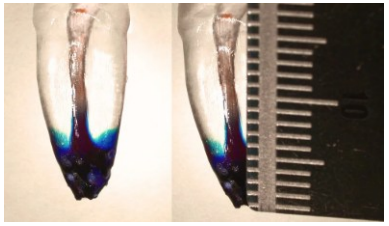
Medición 1



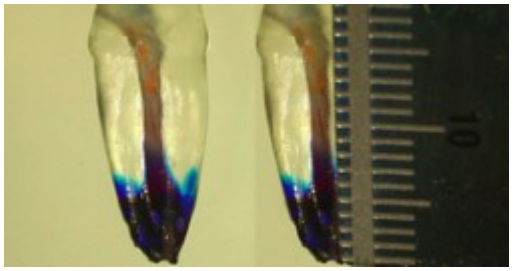
medición 2



Medición 3



medición 4

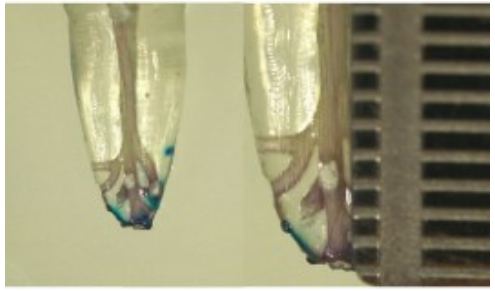


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	6
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

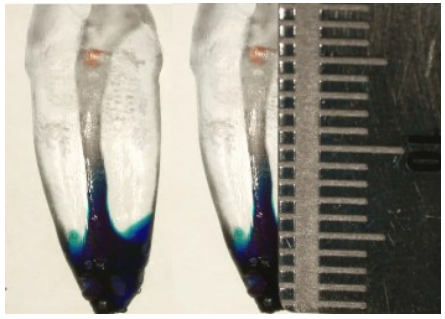
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	2mm	1,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	8.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	9 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	9.mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

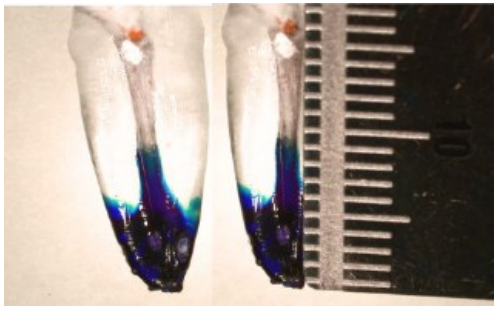
Medición 1



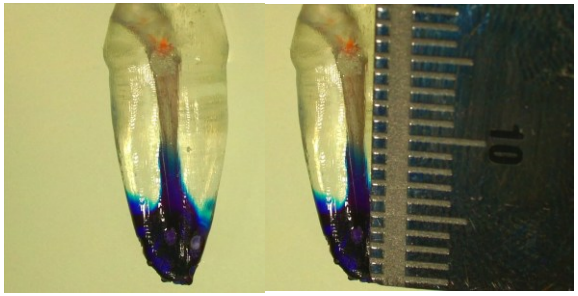
Medición 2



medición 3



medición 4

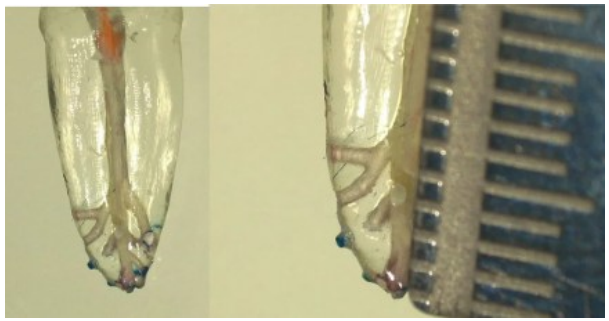


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	7
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

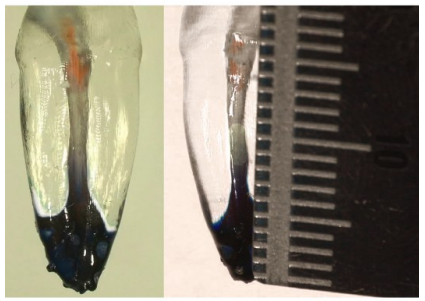
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1 mm	0,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	8 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	8,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	9 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

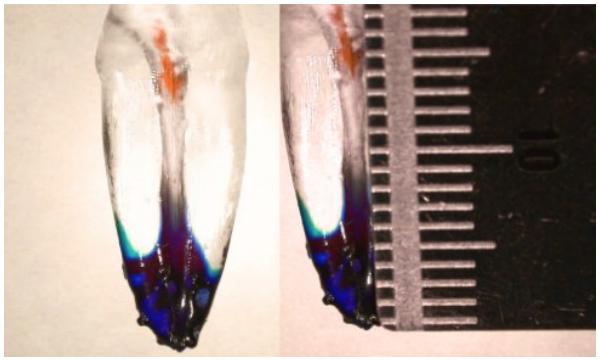
medición 1



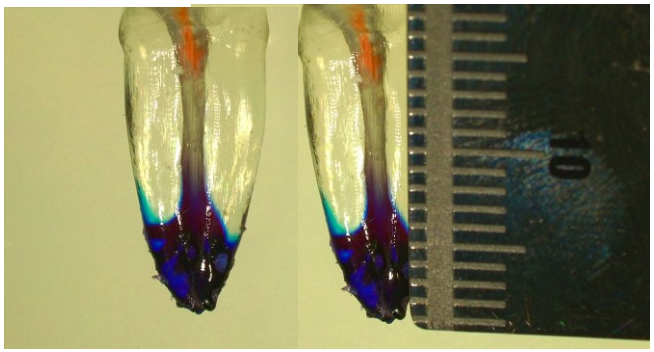
medición 2



medición 3



medición 4

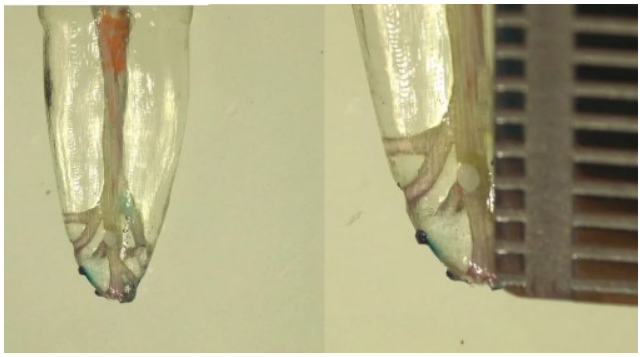


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	8
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

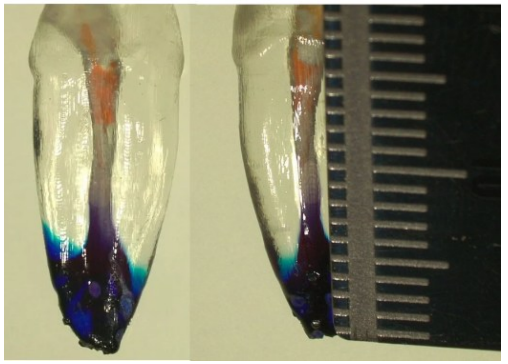
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	8 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	8.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	8.5mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

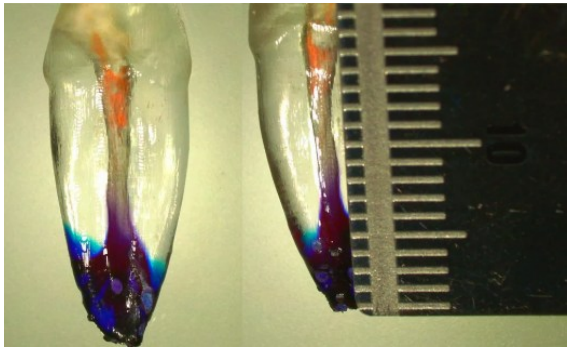
Medición 1



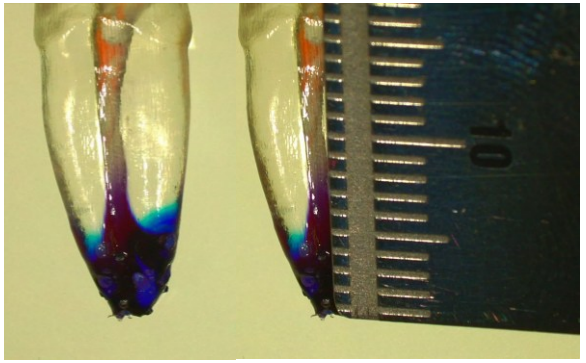
medición 2



medición 3



medición 4

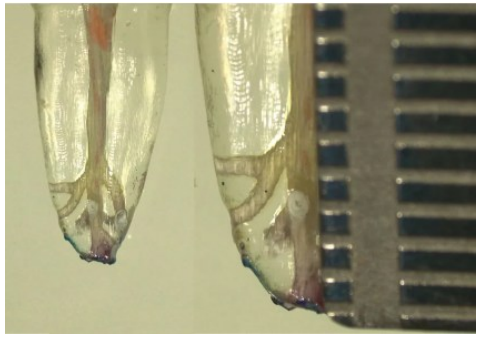


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	9
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

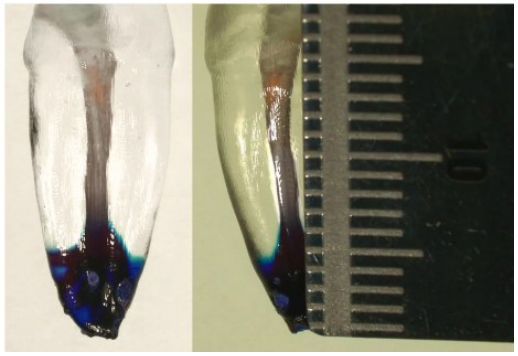
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1 mm	1 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	6 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	10 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	10,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

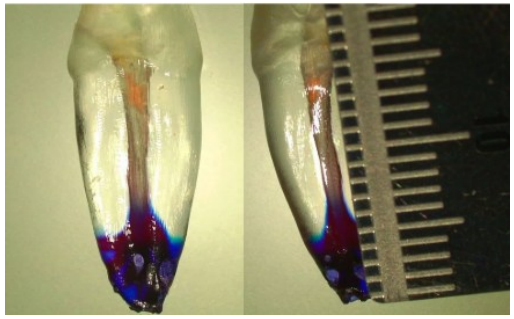
Medición 1



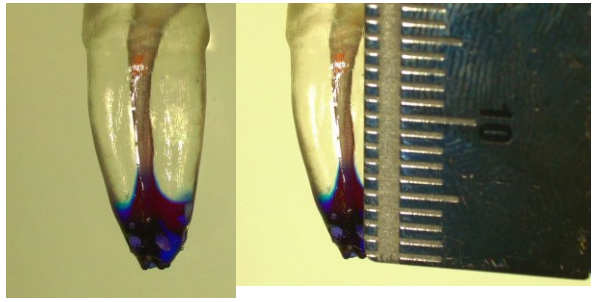
medición 2



Medición 3



medición 4

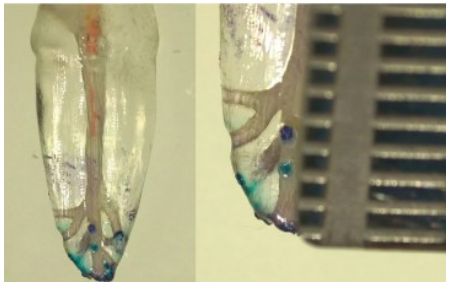


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	10
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

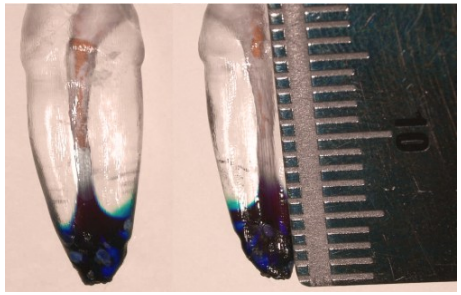
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	6 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	6.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	7.5mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

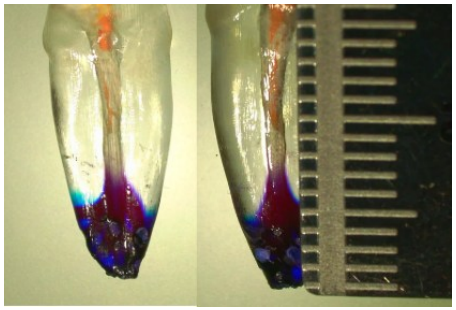
medición 1



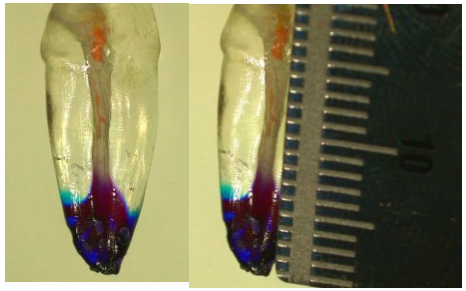
medición 2



Medición 3



medición 4

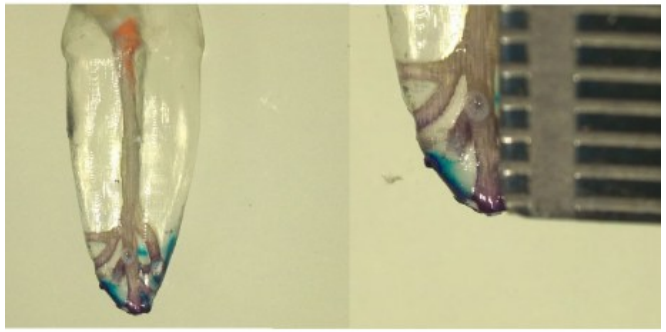


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	11
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

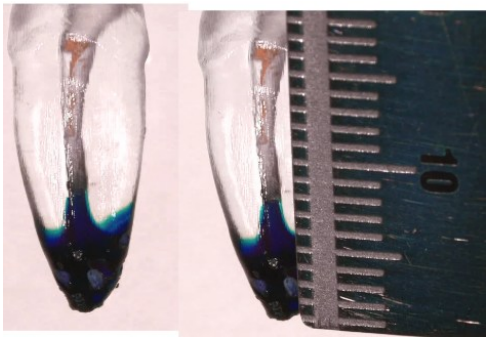
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	2 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	6.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	8 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	8,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

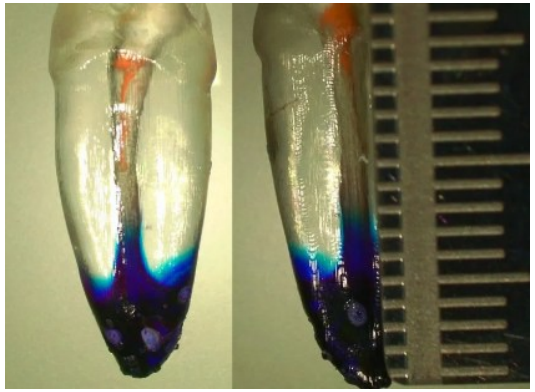
Medición 1



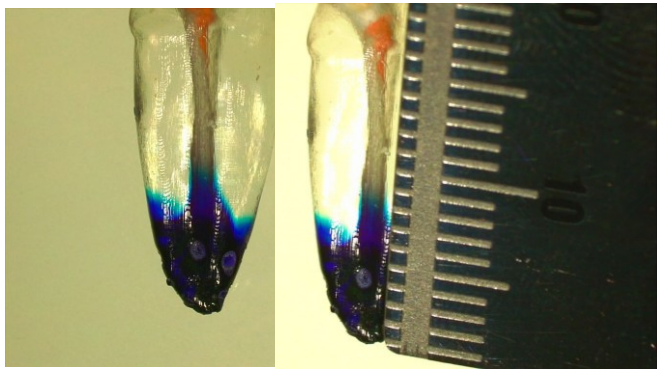
medición 2



Medición 3



medición 4

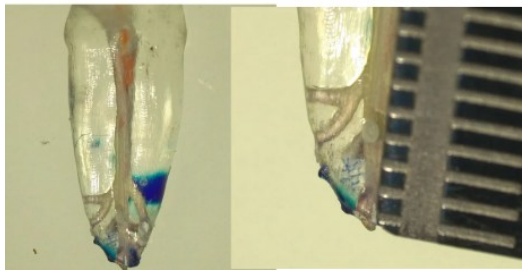


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	12
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

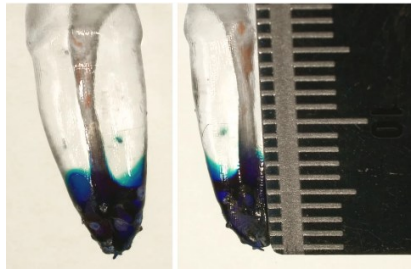
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	3 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	6.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	8 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	9 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

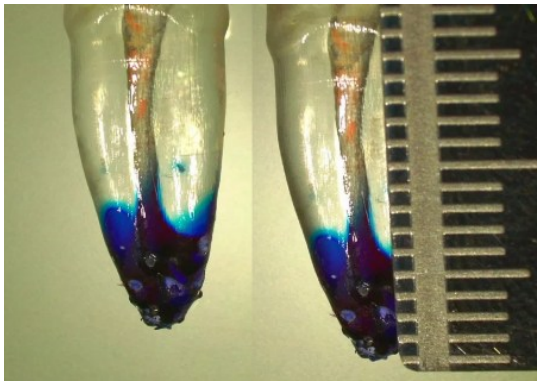
Medición 1



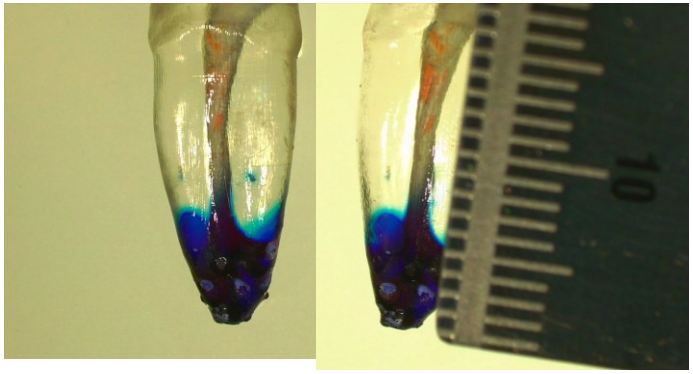
Medición 2



Medición 3



Medición 4

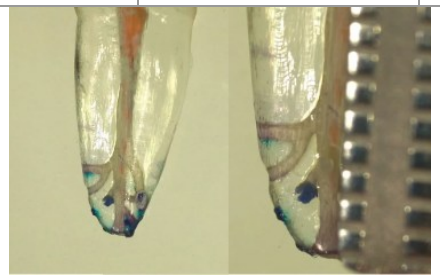


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	13
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

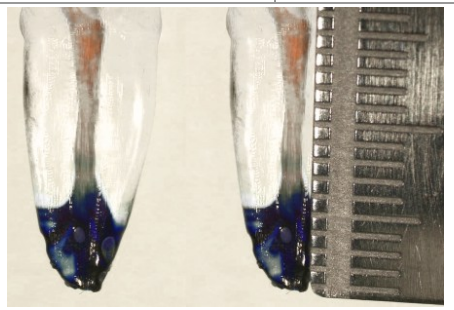
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1,5 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	6 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	7,5mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	7,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

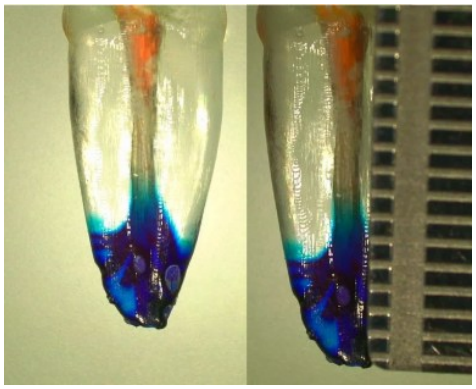
Medición 1



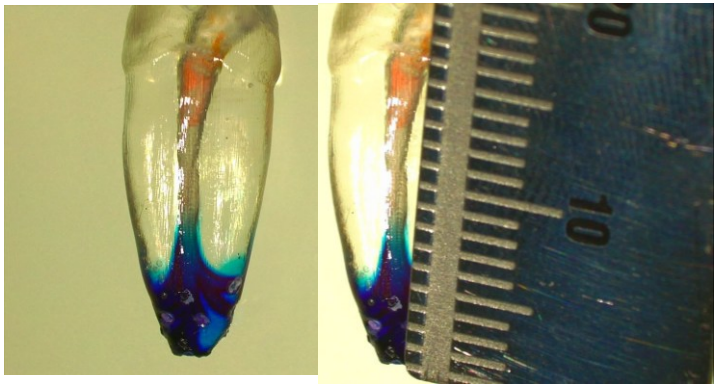
Medición 2



Medición 3



Medición 4



Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	14
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

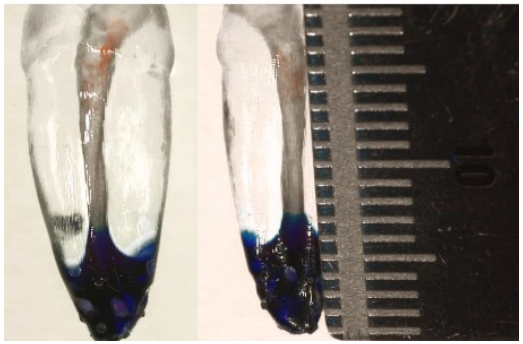
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	6 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	7.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	7.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

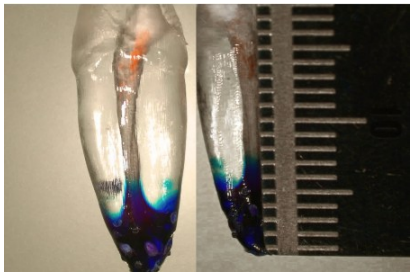
Medición 1



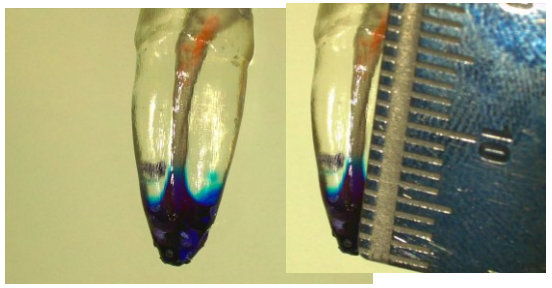
Medición 2



Medición 3



Medición 4

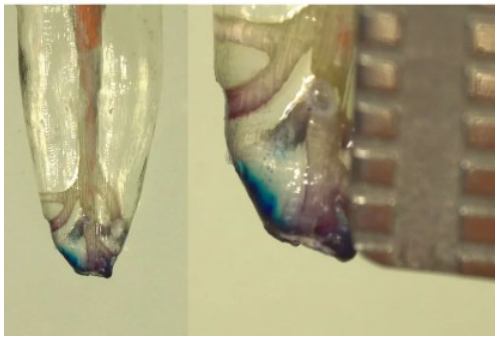


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	15
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

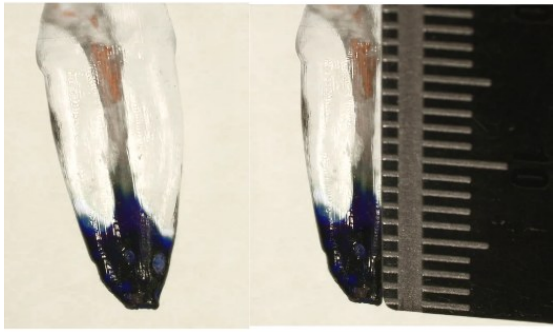
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1,5 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	7.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	8 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	8, 5mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

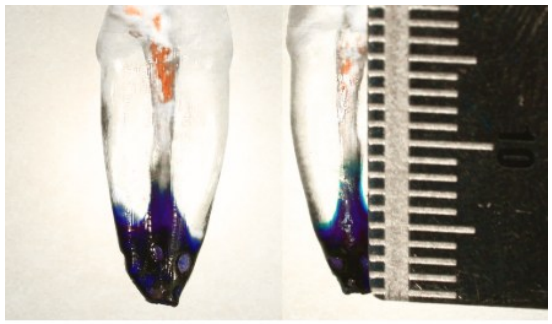
Medición 1



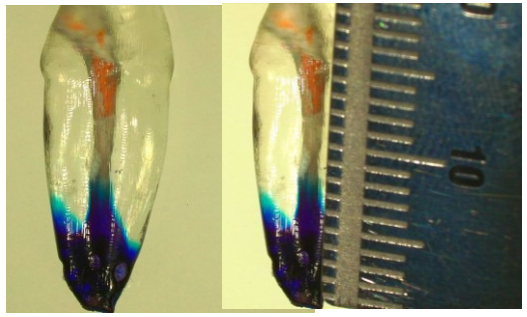
Medición 2



Medición 3



Medición 4

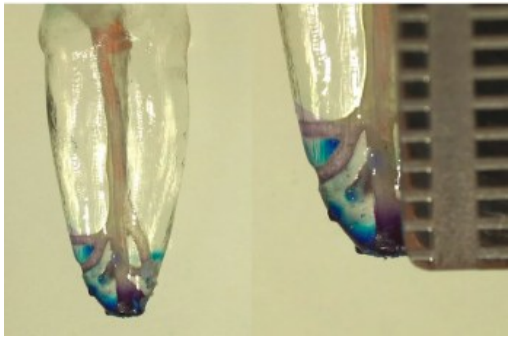


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	16
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

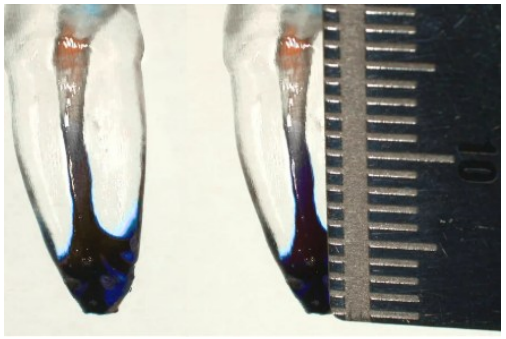
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1.5 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	10mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	11 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	11mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

Medición 1



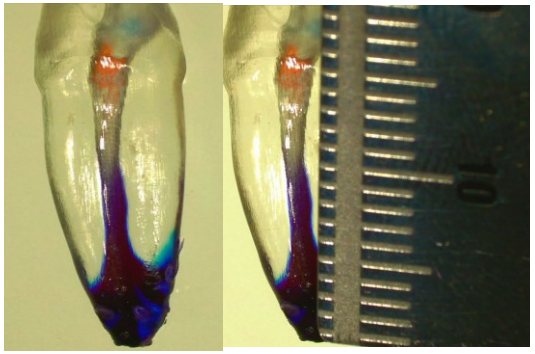
Medición 2



Medición 3



medición 4

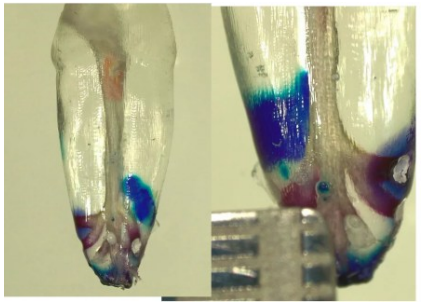


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	17
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

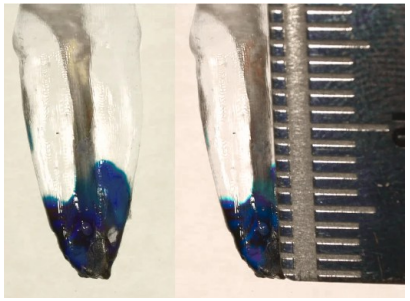
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	2,5 mm	1,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	6,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	8 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	11 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

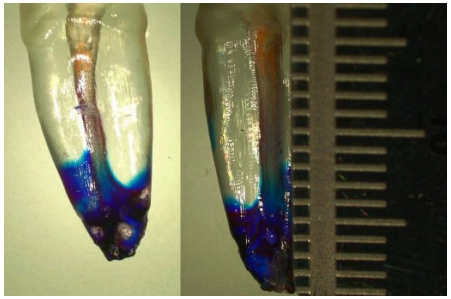
Medición 1



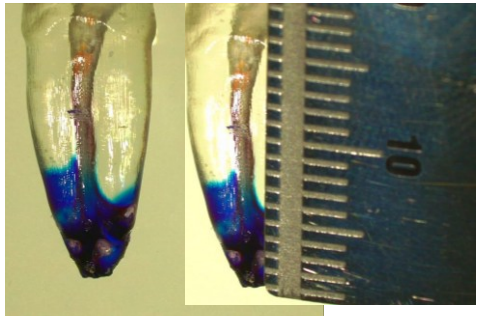
medición 2



Medición 3



medición 4

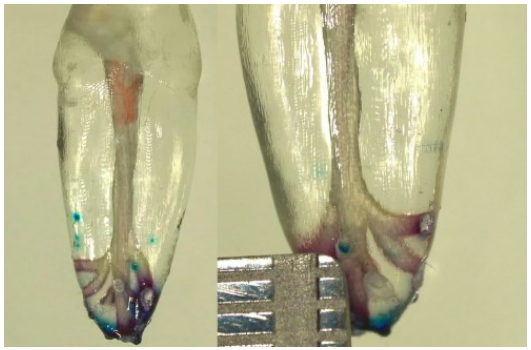


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	18
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

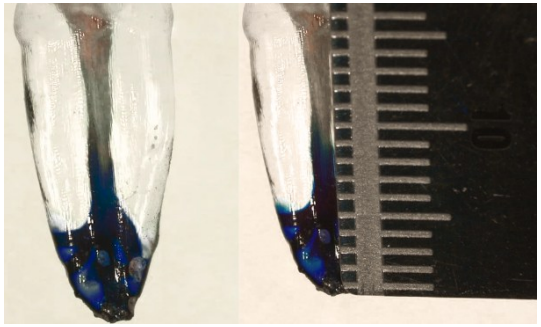
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1,5 mm	1,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	10 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	13 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	16 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

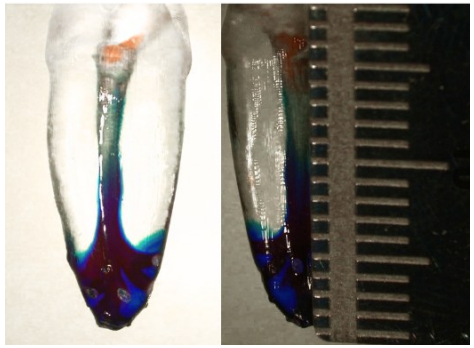
Medición 1



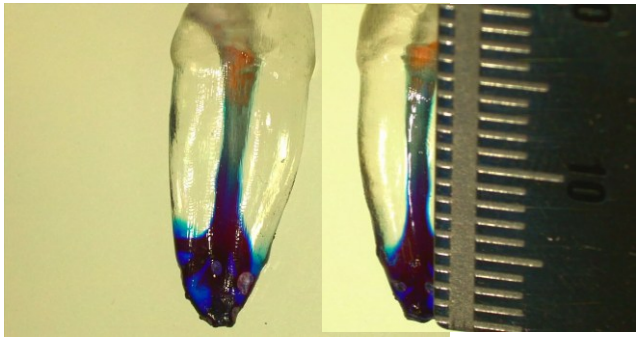
Medición 2



Medición 3



Medición 4

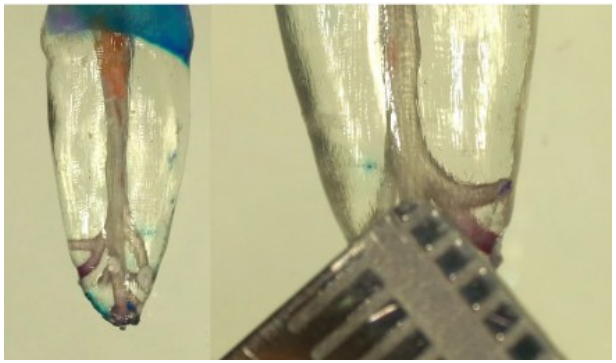


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	19
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

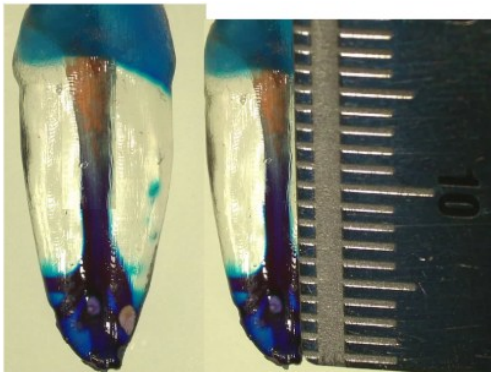
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1 mm	1,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	11,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	12 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	12, 5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

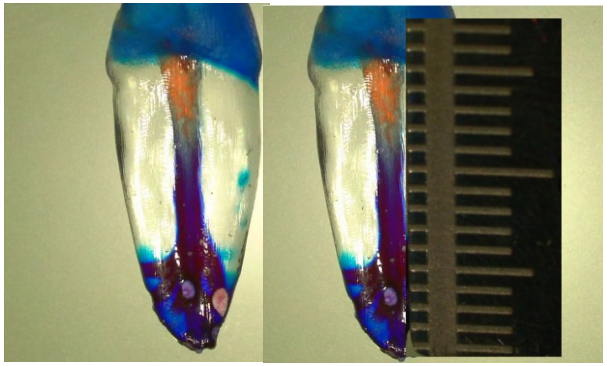
medición 1



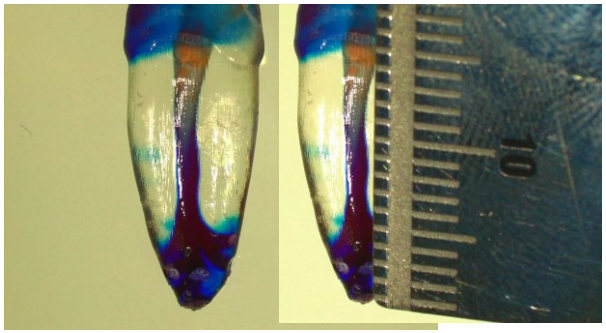
Medición 2



Medición 3



medición 4

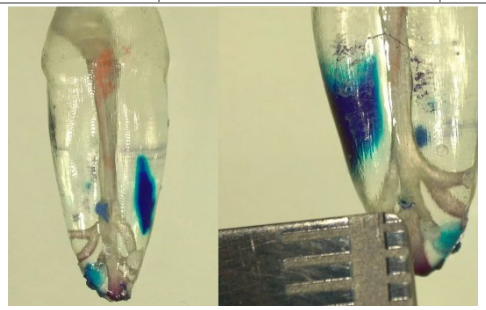


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	20
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

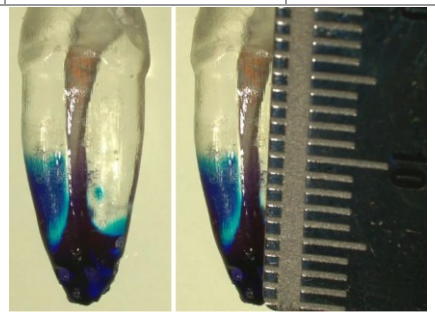
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1,5 mm	1,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	9.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	10 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	10 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

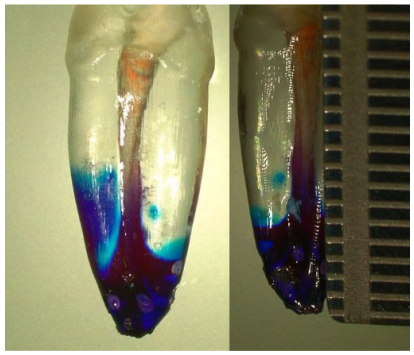
Medición 1



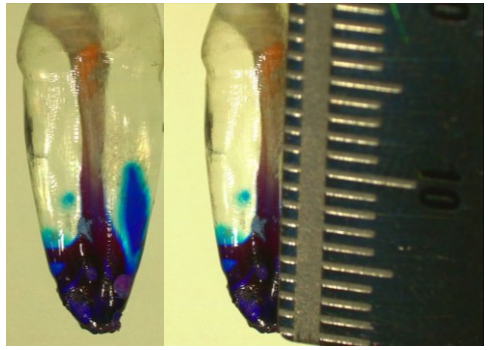
Medición2



Medición 3



Medición 4

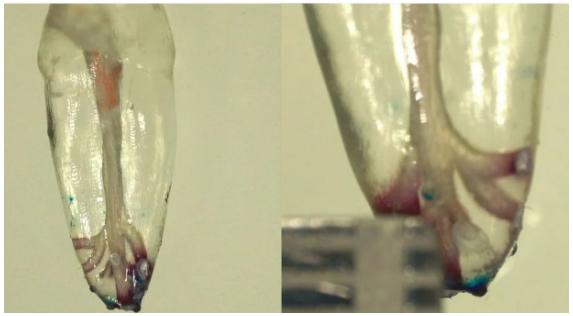


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	21
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

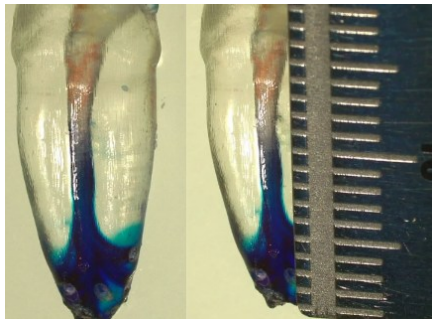
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1,5 mm	2,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	9 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	10 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	10mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

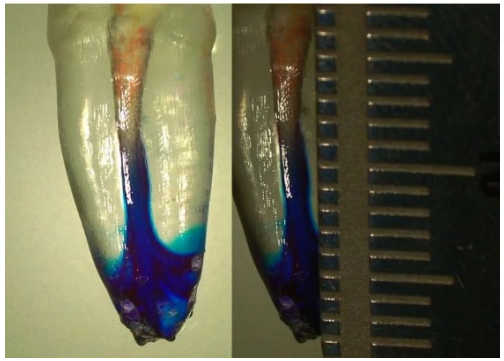
Medición 1



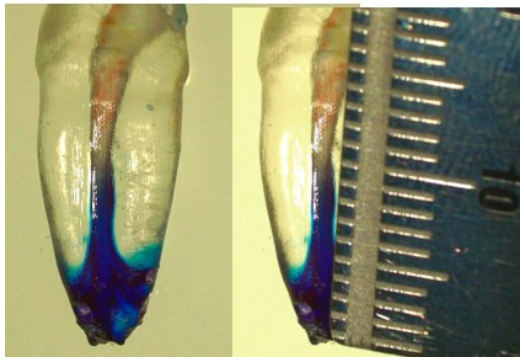
Medición 2



Medición 3



medición 4

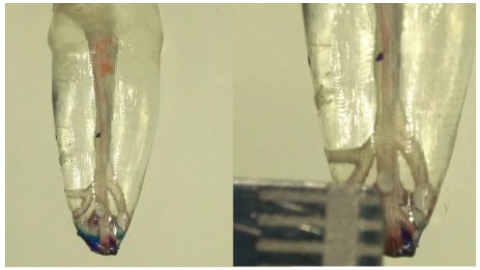


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	22
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

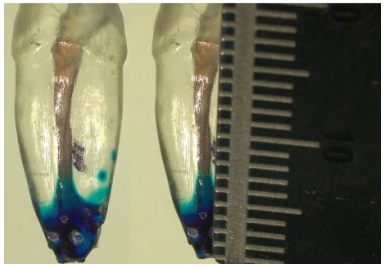
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	2 mm	2,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	6 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	7 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	7 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

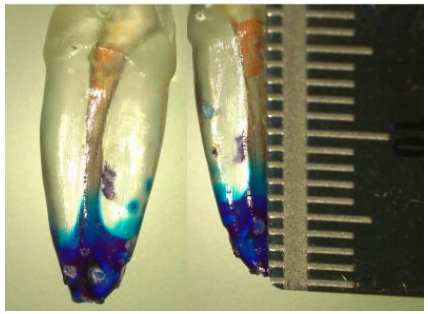
Medición 1



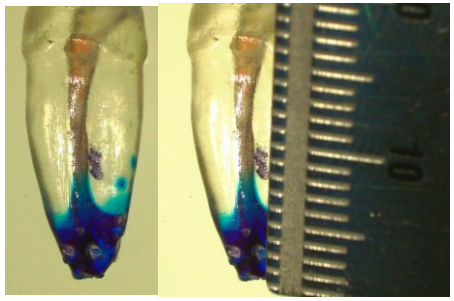
medición 2



medición 3



medición 4

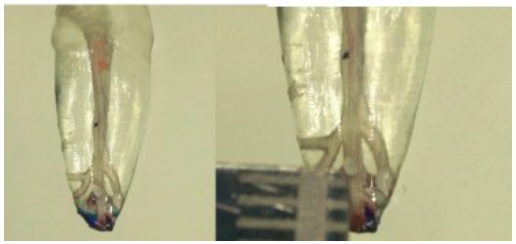


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	23
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

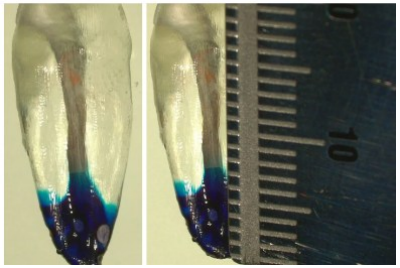
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	2,5 mm	1,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	6,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	7,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	7,5mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

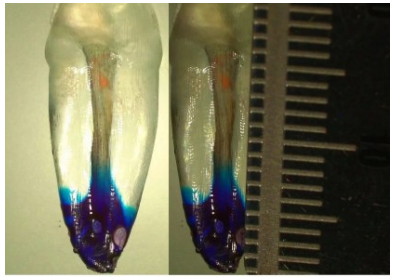
medición 1



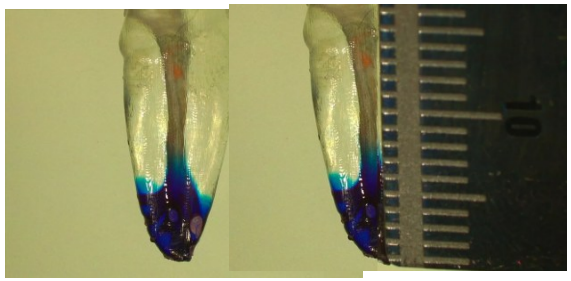
medición 2



medición 3



medición 4

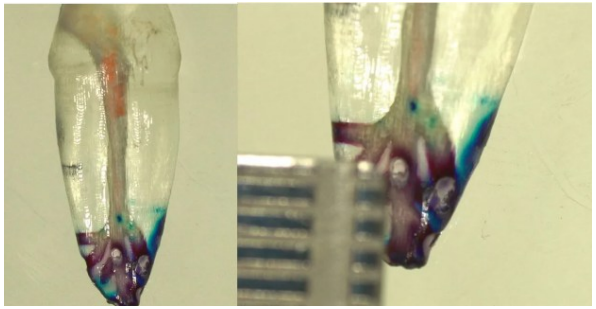


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	24
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

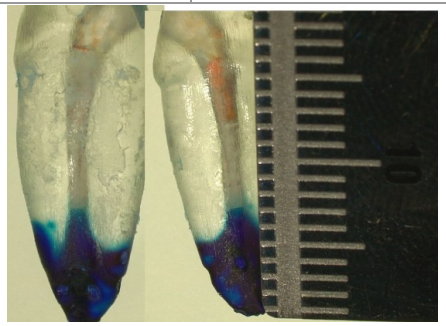
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	4 mm	2,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	7 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	7.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	8 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

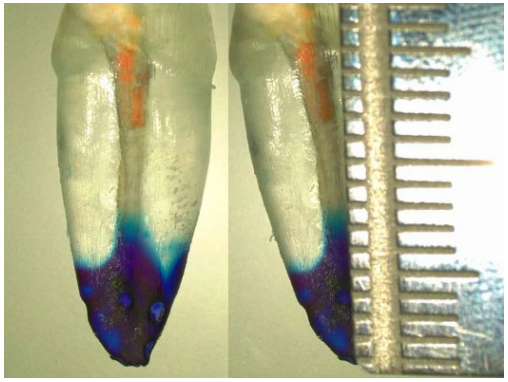
medición 1



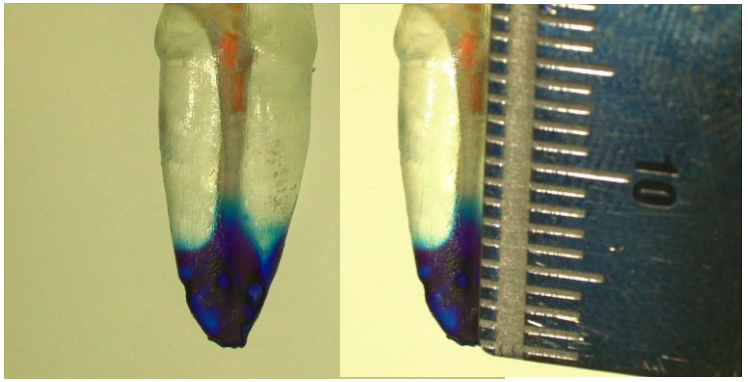
medición 2



medición 3



medición 4

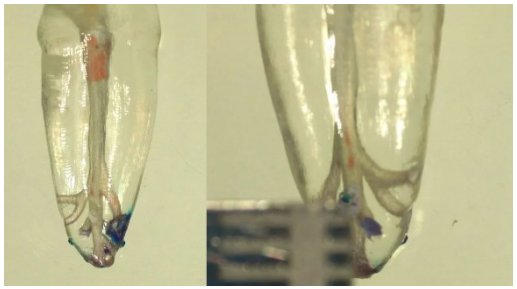


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	25
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

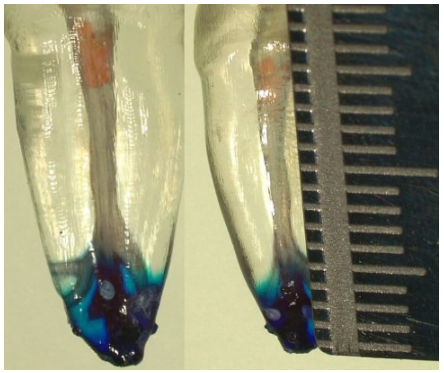
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	0,5 mm	0,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	4,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

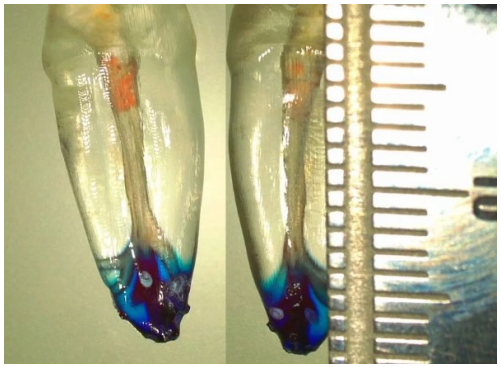
medición 1



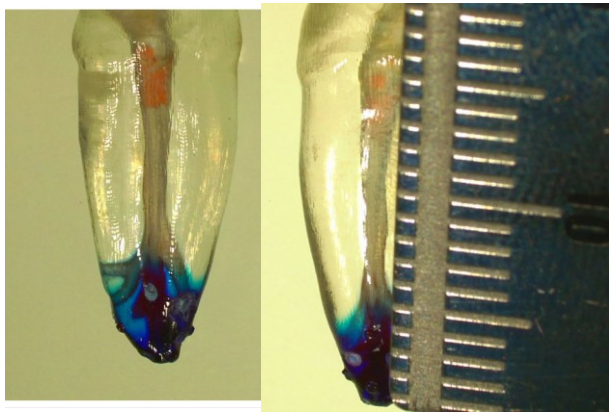
medición 2



medición 3



medición 4

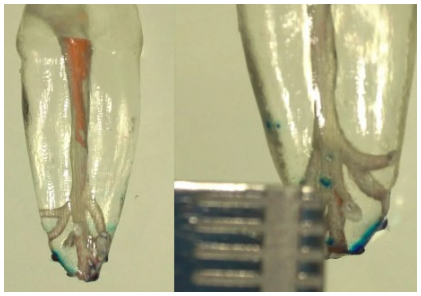


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	26
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

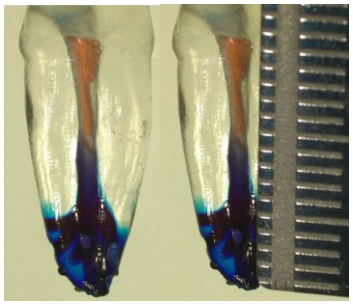
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1 mm	1 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	8mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	8,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	8,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

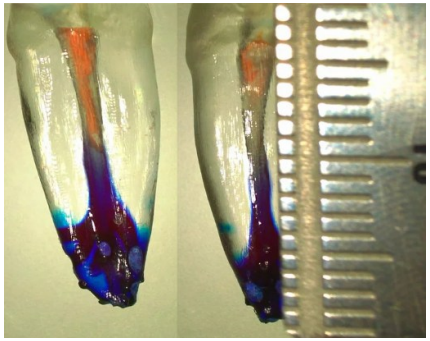
medición 1



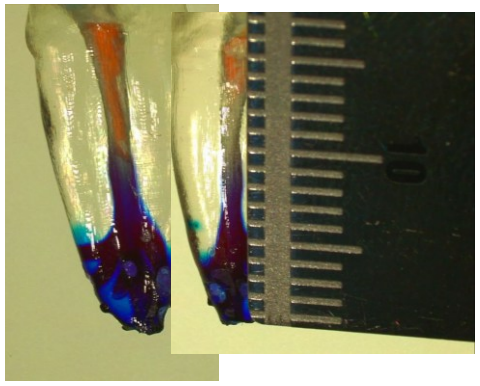
medición 2



medición 3



medición 4

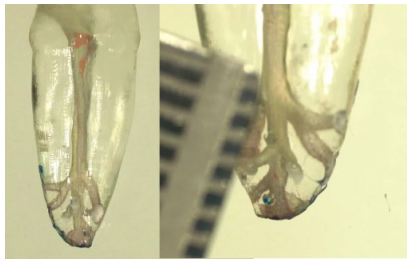


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	27
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

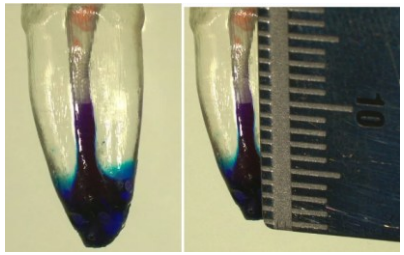
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	0,5 mm	2 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	9 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	10 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	10.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

medición 1



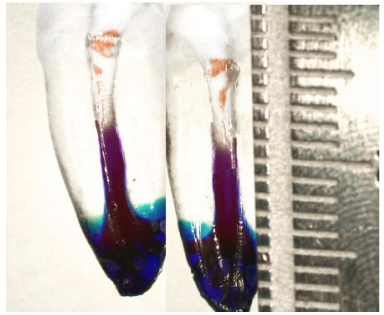
medición 2



medición 3



medición 4

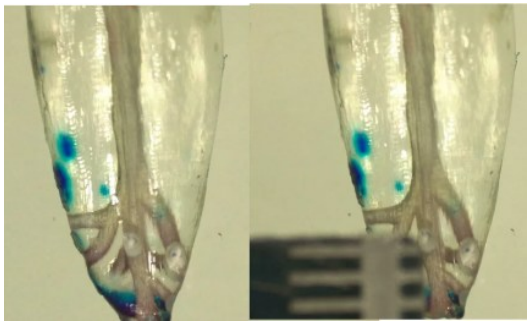


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	28
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

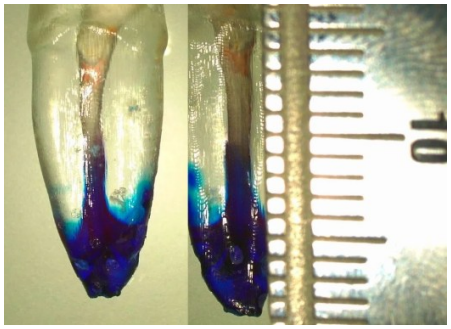
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	3 mm	1,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	9 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	9.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	10 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

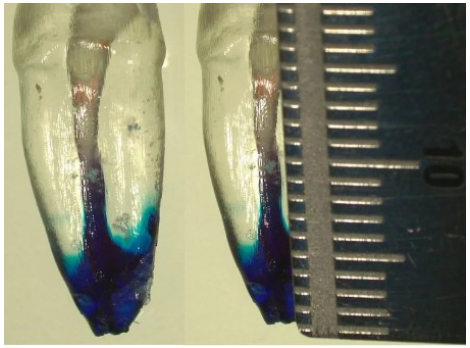
medición 1



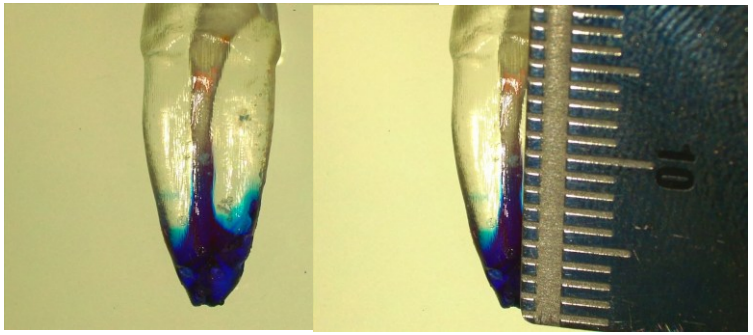
medición 2



medición 3



medición 4

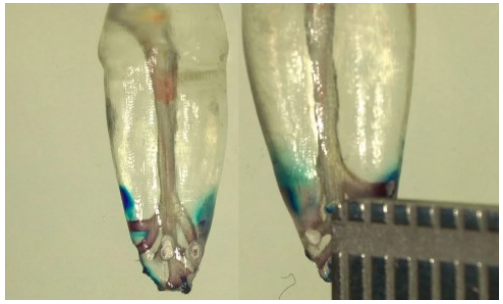


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	29
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

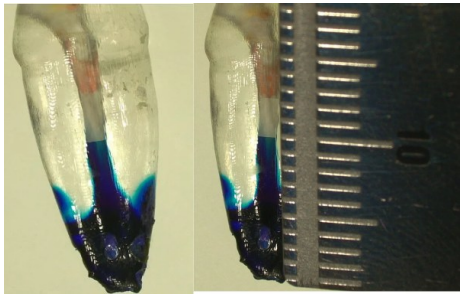
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	1,5 mm	2,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	9 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	10,5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	11 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

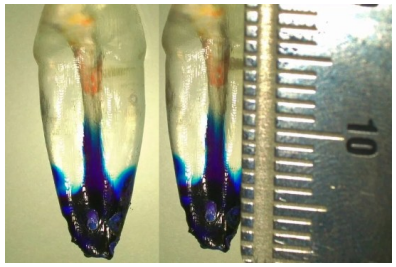
Medición 1



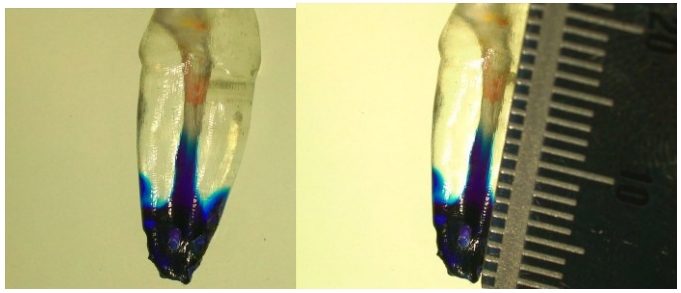
medición 2



medición 3



medición 4

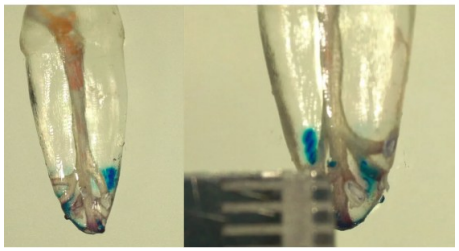


Ítem	*Descripción*
Código de la muestra	30
Grupo	Experimental
Tipo de diente	Artificial unirradicular
Técnica de obturación	Cono único
Cemento empleado	Bio-C Sealer
Observador	Camila Andrea Alvear Guerra, Diomelis Dayana Bonilla Mejía, Jennifer Andrea Castaño Lozada, Catalina Castro Grass
Fecha de registro	15/4/2026, 5/05/2026, 15/05/2026, 25/05/2026

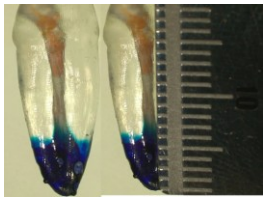
Tiempo de evaluación (días)	*Presencia de microfiltración*	*Microfiltración principal (mm)*	*Microfiltración accesorios máx. (mm)*	*Localización*	*Longitud de obturación (mm)*	*Clasificación de la longitud*
20 días	☑Sí ☐No	3 mm	1,5 mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.0 mm	☑ Óptima ☐Deficiente
40 días	☑Sí ☐No	5.5 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

50 días	☑Sí ☐No	6 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0.2mm	☑ Óptima ☐Deficiente
60 días	☑Sí ☐No	6 mm	3mm	Apical Principal ☑Ambos No aplica	0,2 mm	☑ Óptima ☐Deficiente

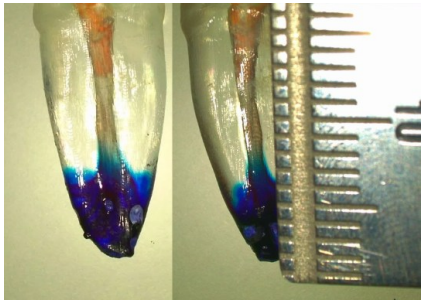
Medición 1



medición 2



Medición 3



medición 4

