



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2026,
Volumen 10, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i3

RADIOPACIDAD DE LOS CEMENTOS DE SILICATO DE CALCIO HIDRÁULICO: ANÁLISIS IN VITRO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS ENDODÓNTICOS

**RADIOPACITY OF HYDRAULIC CALCIUM SILICATE:
AN IN VITRO ANALYSIS FOR THE OPTIMIZATION OF
ENDODONTIC TREATMENTS**

Aldo Julio Correa

Universidad de Panamá, Panamá

María Cristina Ramos

Universidad de Panamá, Panamá

María Cristina Ábrego

Universidad de Panamá, Panamá

Sara Michelle Avila Baeza

Universidad de Panamá, Panamá

Iván Alberto Batista Campos

Universidad de Panamá, Panamá

Heysell Guerra

Universidad de Panamá, Panamá

Edwin Antonio Nieto Girón

Universidad de Panamá, Panamá

Aileen Nip

Universidad de Panamá, Panamá

Meliza Trejos

Universidad de Panamá, Panamá

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i3.24573

Radiopacidad de los Cementos de Silicato de Calcio Hidráulico: Análisis in vitro para la Optimización de los Tratamientos Endodónticos

Aldo Julio Correa¹

endodoncia99@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-6881-7838>

Universidad de Panamá-Facultad de Odontología
Panamá

María Cristina Ramos

mcramosgonzalez@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2099-1548>

Universidad de Panamá-Facultad de Odontología
Panamá

María Cristina Ábrego

marycris25@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-2148-1217>

Universidad de Panamá-Facultad de Odontología
Panamá

Sara Michelle Avila Baeza

saramichelleavila14@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-8463-7168>

Universidad de Panamá-Facultad de Odontología
Panamá

Iván Alberto Batista Campos

ivanalberto2.com@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-8284-9210>

Universidad de Panamá-Facultad de Odontología
Panamá

Heysell Guerra

heysell1904@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9081-7211>

Universidad de Panamá-Facultad de Odontología
Panamá

Edwin Antonio Nieto Girón

eang0407@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-7572-4233>

Universidad de Panamá-Facultad de Odontología
Panamá

Aileen Nip

nipaileen@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-6500-5877>

Universidad de Panamá-Facultad de Odontología
Panamá

Meliza Trejos

Trejosmeliza1912up@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-4159-7637>

Universidad de Panamá-Facultad de Odontología
Panamá

¹ Autor principal

Correspondencia: endodoncia99@gmail.com

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo evaluar y comparar la radiopacidad de ocho cementos de silicato de calcio hidráulico en su presentación de sellado convencional tales como: (CeraSeal®, Cerafill®, Bio-C Sealer®, MTA Bioseal®, Neo Sealer Zarc®) y de consistencia putty (Neo Putty®, Cerafill Putty® y Bio-C Repair®), a través de una cuña escalonada de aluminio siguiendo los estándares establecidos por la norma ISO 6876/2001. Metodología. Se realizó una selección de ocho premolares extraídos por indicaciones ortodóncicas, los cuales fueron seccionados a nivel de la línea amelo-cementaria para exponer los conductos radiculares. Una vez expuestos los conductos se instrumentaron con el sistema rotatorio Blueshaper Z1-Z4, se realizó el protocolo de irrigación con hipoclorito de sodio al 2.5% y secado con puntas de papel estériles. Los cementos fueron preparados según las indicaciones del fabricante y se procedió a la obturación de las raíces instrumentadas. La radiopacidad se cuantificó a través de radiografías digitales junto a una cuña de aluminio de 1-8 mm como referencia. Las imágenes radiográficas se analizaron mediante la escala obtenida a través de la cuña de aluminio para determinar la equivalencia radiográfica de cada cemento. Resultados. Los cementos evaluados superaron el umbral de radiopacidad mínimo de 3 mm Al exigidos por la norma ISO 6876/2001. Los materiales CeraSeal®, Neo Sealer Zarc®, Neo Putty® y Cerafill Putty® destacaron con el máximo de radiopacidad de 8 mm Al, esto se atribuye a la incorporación de agentes de alto peso atómico como el óxido de circonio en sus composiciones. En conclusión, todos los cementos evaluados presentan radiopacidad adecuada para su uso clínico, garantizando visibilidad radiográfica y precisión en tratamientos endodónticos, cumpliendo los estándares internacionales.

Palabras clave: radiopacidad, cementos selladores, silicato de calcio hidráulico, conducto radicular, endodoncia



Radiopacity of Hydraulic Calcium Silicate: An In Vitro Analysis for the Optimization of Endodontic Treatments

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate and compare the radiopacity of eight hydraulic calcium silicate cements in their conventional sealing formulations (CeraSeal®, Cerafill®, Bio-C Sealer®, MTA Bioseal®, Neo Sealer Zarc®) and putty-consistency formulations (Neo Putty®, Cerafill Putty®, and Bio-C Repair®), using a stepped aluminum wedge in accordance with the standards established by ISO 6876/2001. Methodology. A selection of eight premolars extracted for orthodontic reasons was made; these were sectioned at the amelocemental junction to expose the root canals. Once the canals were exposed, they were instrumented using the Blueshaper Z1-Z4 rotary system, followed by irrigation with 2.5% sodium hypochlorite and drying with sterile paper points. The cements were prepared according to the manufacturer's instructions, and the instrumented roots were obturated. Radiopacity was quantified using digital radiographs alongside a 1–8 mm aluminum wedge as a reference. The radiographic images were analyzed using the scale obtained from the aluminum wedge to determine the radiographic equivalence of each cement. Results. The cements evaluated exceeded the minimum radiopacity threshold of 3 mm Al required by ISO 6876/2001. The materials CeraSeal®, Neo Sealer Zarc®, Neo Putty®, and Cerafill Putty® stood out with the highest radiopacity of 8 mm Al; this is attributed to the inclusion of high-atomic-weight agents such as zirconium oxide in their compositions. In conclusion, all the cements evaluated exhibit adequate radiopacity for clinical use, ensuring radiographic visibility and precision in endodontic treatments, in compliance with international standards.

Keywords: radiopacity, sealing cements, hydraulic calcium silicate, root canal, endodontic

Artículo recibido 25 abril 2026

Aceptado para publicación: 25 mayo 2026



INTRODUCCIÓN

Los cementos de silicato de calcio hidráulico (HCSCs, por sus siglas en inglés) son materiales selladores desarrollados y mejorados desde hace más de 20 años a partir de los cementos conocidos como agregados de trióxido mineral (MTA). Su composición principal incluye ciertos componentes del cemento portland tales como: silicato de calcio, silicato dicálcico y tricálcico, silicato de aluminio y hierro. A partir de ello se han agregado y mejorado ciertos materiales a su composición que les proporciona propiedades mecánicas adecuadas, bioactivo, biocompatible, agentes radiopacificantes, fármacos, entre otros. (Prati & Gandolfi, 2015; Sen, 2023)

Biológicamente se ha descubierto que estos HCSCs tienen capacidad de regular la diferenciación de osteoblastos, odontoblastos, fibroblastos, células pulpares, cementoblastos y células madre, así como inducir recubrimientos de fosfato cálcico en entornos húmedos y contaminados por fluidos biológicos. Sin embargo, dentro de sus limitaciones se encuentra su tiempo de fraguado y dificultad de manipulación. Estas propiedades han impulsado el desarrollo y uso clínico para recubrimientos pulpares, sellado de conductos, regeneración pulpar, entre otros. (Prati & Gandolfi, 2015; Wang, 2023)

Los cementos selladores utilizados en endodoncia deben tener propiedades fisicoquímicas y mecánicas óptimas que permitan el éxito del tratamiento. En este contexto, la radiopacidad es una propiedad esencial, ya que permite la visualización clara del material dentro del conducto evaluando la calidad, extensión y grado de condensación. (Kwak, 2023; Sen, 2023; Miyashita, 2021)

La Organización Internacional de estandarización, ISO 6876/2001, establece que los cementos selladores endodónticos deben tener una radiopacidad mínima equivalente a 3 mm de aluminio para garantizar que sean visibles y diferenciados de las estructuras anatómicas circundantes en las radiografías. Esto resulta fundamental debido a que facilita la evaluación precisa de la calidad del tratamiento, la identificación de posibles fallos y garantiza la longevidad del tratamiento. (iTeh standard preview, 2001; Türk, 2023)

Es por ello que esta investigación tiene como objetivo evaluar la radiopacidad de 8 cementos selladores de silicato de calcio hidráulico en comparación con la radiopacidad de una cuña escalonada de aluminio, de acuerdo con los estándares de la norma ISO 6876/2001, el cual establece que los materiales de



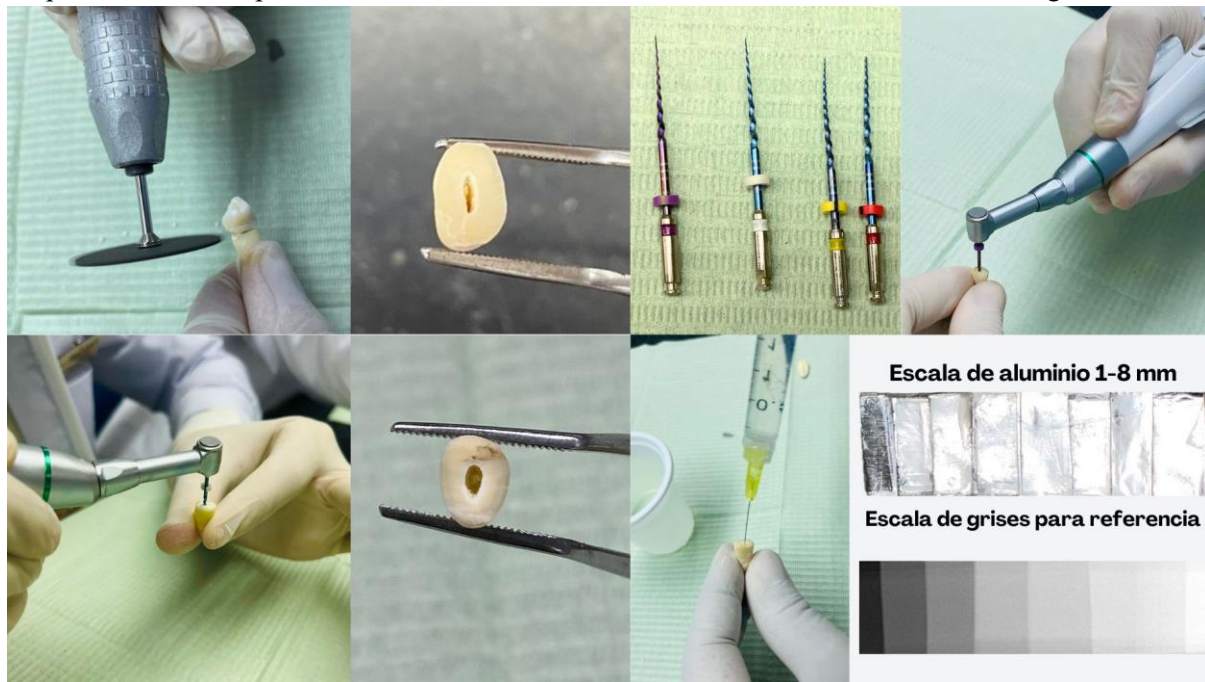
obtención de conductos radiculares deben tener una radiopacidad mínima de una cuña de aluminio de 3 mm de espesor.

METODOLOGÍA

Se seleccionaron dientes premolares superiores e inferiores humanos extraídos por ortodoncia que cumplieran con los criterios de inclusión previamente establecidos. A los dientes seleccionados se les realizó un corte transversal a nivel de la línea amelo-cementaria para exponer la entrada de los conductos radiculares. Luego se procedió con la preparación biomecánica de las raíces utilizando el sistema de limas rotatorias Blueshaper (secuencia de Z1-Z4), se realizó protocolo de irrigación con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2.5% y secado de los conductos radiculares con puntas de papel estériles.

Figura 1.

Preparación de los especímenes a través de corte coronal, instrumentación rotatoria e irrigación.



Se evaluaron ocho cementos de silicato de calcio hidráulico clasificados previamente en presentaciones de consistencia fluida (selladores) y presentación de alta viscosidad (putty). A continuación se presenta su clasificación:

Tabla 1. Lista de cementos de silicato de calcio hidráulico selladores y putty

Cementos biocerámicos selladores			
Materiales	Indicaciones	Fabricante	Composición
CeraSeal®	Obturación	Meta-Biomed	Silicato de calcio, óxido de zirconio, agente espesante
Cerafill®	Obturación	PREVEST DenPro Limited	Silicato de calcio, fosfato de calcio, óxido de zirconia, sulfato de calcio, rellenos aceleradores y agentes espesantes.
BIO-C® SEALER	Obturación y tratamiento de reabsorción interna.	ANGELUS	Silicato de calcio, aluminato de calcio, óxido de calcio, óxido de zirconia, óxido de hierro, dióxido de silicio y agente de dispersión
MTA BIOSEAL	Obturación	iTena	Pasta Base: Resina Salicilato, Resina Natural, Tungstato de Calcio, Sílica Nanoparticulada, Pigmentos; Pasta Catalizadora: Resina Diluyente, Mineral Trióxido Agregado, Sílica Nanoparticulada, Pigmentos.
NEO SEALER ZARC®	Obturación	Avalon, Biomed	Silicato tricálcico/dicálcico en un medio orgánico.

Fuente: Creación propia

Tabla 2

Cementos biocerámicos putty			
Materiales	Indicaciones	Fabricante	Composición
NeoPUTTY®	Recubrimiento pulpar directo e indirecto, pulpotomía, revestimiento/base de cavidades, apexogenesis, perforación, reabsorción, obturación, apexificación.	Avalon, Biomed	Silicato tricálcico/dicálcico en un medio orgánico.
Cerafill PUTTY®	Obturación, perforaciones, apexificación	PREVEST DenPro Limited	MTA, radiopacificadores, agentes espesantes y rellenos.
BIO-C® REPAIR	Perforaciones, reabsorción interna, retroobturación, recubrimiento pulpar directo e indirecto, apexificación, apexogenesis y pulpectomía, regeneración de pulpa.	ANGELUS	Silicatos de calcio, aluminato de calcio, óxido de calcio, óxido de zirconio, óxido de hierro, dióxido de silicio y agente de dispersión.

Fuente: Creación propia

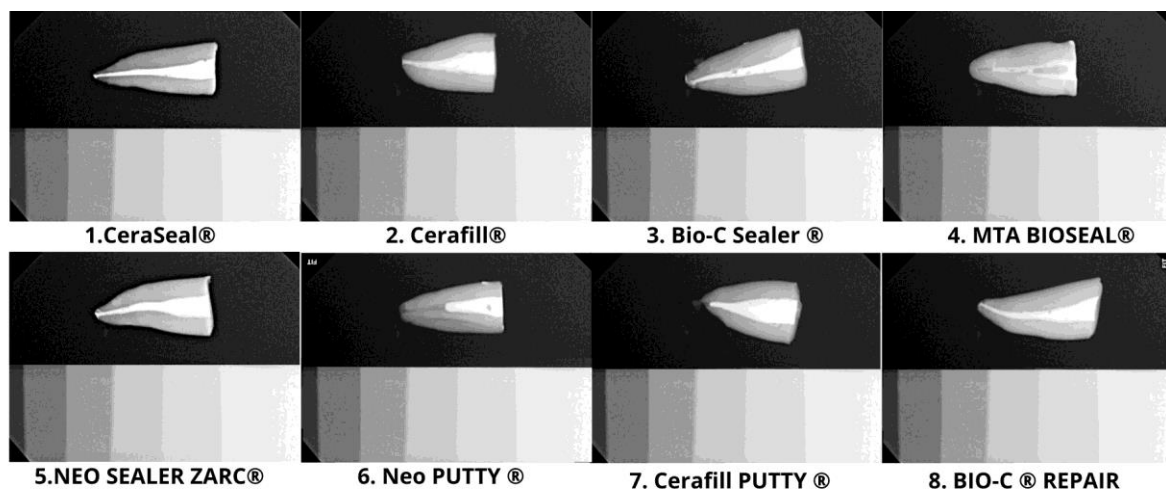


Cada material utilizado fue preparado estrictamente según las instrucciones del fabricante.

En la fase experimental se utilizó una raíz por grupo de cemento (n=8). Luego se obturó cada raíz con su respectivo material, de manera que se obtuvieran ocho raíces con los ocho cementos biocerámicos. Las muestras se colocaron en una radiografía digital junto con la cuña escalonada de aluminio con grosor de 1 a 8 mm, permitiendo transformar los valores de densidad óptica en unidades comparables de milímetros de aluminio (mm Al).

Las imágenes radiográficas se obtuvieron a partir de condiciones estandarizadas en la exposición, a fin de minimizar la variabilidad técnica de las imágenes. Luego se analizaron las imágenes obtenidas determinando la radiopacidad de los cementos utilizando la escala de grises acorde con los criterios normativos de la ISO 6876/2001.

Figura 2. Radiografía que muestra la radiopacidad de los cementos selladores/putty y su equivalencia con la cuña escalonada de aluminio.



La radiopacidad de cada cemento se determinó a partir de la comparación de sus valores de píxel con la curva de calibración generada por la cuña de aluminio para determinar qué material cumplía con el estándar mínimo de radiopacidad equivalente a 3 mm Al. La equivalencia de radiopacidad fue registrada y analizada con base en los resultados obtenidos de la escala de grises.

RESULTADOS

Luego de analizar los valores de radiopacidad obtenidos de los ocho cementos de silicato de calcio hidráulico se compara con el espesor de la cuña de aluminio cuya densidad radiográfica es equivalente a la de cada material. Los resultados están expresados en milímetros de aluminio, siguiendo los estándares de la norma ISO 6876/2001; cómo se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 3. Comparación de radiopacidad de los cementos evaluados con la cuña de aluminio

Cementos selladores		Radiopacidad equivalente (mm de Aluminio)
1	CeraSeal®	8 mm
2	Cerafill®	7 mm
3	Bio-C Sealer ®	7 mm
4	MTA BIOSEAL®	5 mm
5	NEO SEALER ZARC®	8 mm
Cementos PUTTY		
6	Neo PUTTY ®	8 mm
7	Cerafill PUTTY ®	8 mm
8	BIO-C ® REPAIR	7 mm

Los resultados obtenidos en este estudio destacan que todos los cementos evaluados cumplen el estándar mínimo establecido por la norma ISO 6876/2001, que exige una radiopacidad equivalente al menos a 3 mm de aluminio. Los resultados mostraron que los valores de radiopacidad oscilaron entre 5 mm y 8 mm, lo que confirma que todos los cementos evaluados son óptimos para su uso clínico.

De los resultados obtenidos se puede destacar los siguientes hallazgos más relevantes:

En el grupo de los cementos selladores; CeraSeal® y NEO SEALER ZARC® presentaron una radiopacidad equivalente a 8 mm Al, lo que asegura una excelente visibilidad radiográfica. El MTA BIOSEAL®, aunque mostró un valor más bajo de 5 mm Al, sigue cumpliendo con los estándares establecidos y es apropiado para su uso en endodoncia.

En el grupo de los cementos PUTTY, se obtuvo que; Neo PUTTY®, Cerafill PUTTY® y BIO-C® REPAIR obtuvieron valores de radiopacidad entre 7 mm y 8 mm de aluminio. Destacando su alta visibilidad en las imágenes radiográficas, lo que es crucial para procedimientos como la reparación de perforaciones o el sellado retrógrado, donde la precisión es fundamental.

DISCUSIÓN

La radiopacidad es una propiedad mecánica fundamental que facilita la visualización en las radiografías y permite evaluar la calidad del sellado en los tratamientos de conductos realizados. Los hallazgos de nuestra investigación demuestra la importancia de obtener cementos con alta radiopacidad, ya que esta contribuye significativamente a la precisión diagnóstica, la optimización del procedimiento endodóntico y el seguimiento radiográfico posterior. *(Camilleri, 2021; Corral, 2018; Dutta, 2014)*

Higginbotham et. al, realizó un estudio de la radiopacidad de diferentes cementos selladores y conos de gutapercha, siendo el primer investigador en comparar la radiopacidad de los cementos selladores. Posteriormente, Eliasson y Haasken, realizaron un estudio en donde hicieron una comparación de la radiopacidad utilizando una medición de densidad óptica radiográfica en materiales de impresión y un espesor equivalente de aluminio que proporcionara una densidad radiográfica comparable. Este método utilizado en sus estudios estableció una base importante al utilizar un estándar físico, como lo es la cuña escalonada de aluminio, utilizada para evaluar la visibilidad radiográfica de los materiales. *(Higginbotham, 1967; Eliasson y Haasken, 1979)*

En nuestro estudio, adoptamos un enfoque similar en la metodología empleada por los autores Eliasson y Haasken, al utilizar una cuña escalonada de aluminio como referencia estándar para determinar la radiopacidad de los cementos. No obstante, a diferencia de este, incorporamos herramientas más modernas y precisas. Tales como, imágenes radiográficas digitales y el análisis a través de una escala de grises. Esto nos permitió correlacionar la densidad radiográfica de los cementos con espesores de aluminio que variaba entre 1 y 8 mm. *(Eliasson y Haasken, 1979)*

Otra diferencia que encontramos en el estudio de Eliasson y Haasken radica en el enfoque de los materiales evaluados. Mientras que nuestro estudio se centró específicamente en cementos modernos de silicato de calcio hidráulico, su investigación incluyó además materiales de impresión, lo que refleja objetivos y aplicaciones distintas. *(Eliasson y Haasken, 1979)*

En nuestro estudio, los resultados obtenidos del cemento sellador CeraSeal® (Meta-Biomed), compuesto a base de silicato de calcio y óxido de zirconio, cumple con el estándar establecido por la norma ISO 6876/2001 en cuanto a radiopacidad. Esto coincide con el estudio de AlEraky et.al (2023), el cual menciona que este cemento no solo posee una excelente radiopacidad equivalente a 8 mm de



aluminio, sino que también posee un efecto antimicrobiano y una alta biocompatibilidad. (AlEraky, 2023; Quaresma, 2024)

Por otro lado, los cementos Bio-C Sealer® y Bio-C Repair®, que también contienen óxido de zirconio como agentes radiopacificantes, demostraron características similares a CeraSeal®, pero con un valor añadido debido a su potencial bioactivo. Zabrac et al. en su estudio reportaron que Bio-C Sealer® posee una radiopacidad adecuada lo que lo convierte en una opción eficiente para procedimientos endodónticos. (Zabrac, 2024)

El MTA Bioseal es un biocerámico compuesto por wolframato de calcio y dióxido de titanio el cual le da su característica radiopacificante visualizado en los tratamientos endodónticos. Sin embargo, en un estudio realizado por Shaik et al. Menciona que una de sus limitaciones más importantes es la disminución progresiva de su radiopacidad al entrar en contacto con los tejidos perirradiculares. (Cardinali & Camilleri, 2023; Shaik, 2022)

Finalmente, los cementos Neo Sealer Zarc® y Neo Putty® destacan su alta radiopacidad, por la presencia de óxido de zirconio en su composición. Estos materiales están diseñados específicamente para aplicaciones como la reparación de perforaciones y obturaciones apicales. Zabrac et al., mencionan en su artículo que el óxido de bismuto fue excluido de su formulación debido a su asociación con la decoloración dental y su potencial toxicidad al entrar en contacto con tejidos periapicales. Además, el diseño de partículas ultrafinas en estos cementos biocerámicos mejora su fluidez, lo que permite sellar de manera efectiva anatomías complejas, como los canales laterales, y garantizar una cobertura uniforme de las paredes del conducto y la gutapercha. (Ochoa-Rodríguez, 2019; Zabrac, 2024; Eskandari, 2022)

CONCLUSIÓN

Este estudio destaca que todos los cementos evaluados cumplen con los estándares mínimos de radiopacidad establecidos por la norma ISO 6876/2001, con valores que oscilan entre 5 mm y 8 mm de aluminio. Estos resultados determinan la importancia de la radiopacidad como un criterio fundamental en la selección de materiales endodónticos garantizando un desempeño clínico eficaz, una evaluación radiográfica precisa y la optimización de los tratamientos endodónticos.



AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento al Dr. Aldo Correa y a la Dra. María Ramos, quienes, con su invaluable guía y orientación, fueron fundamentales para la realización de esta investigación. Su experiencia y apoyo constante nos motivaron a alcanzar los objetivos planteados. Queremos también agradecer profundamente a la Lic. Marytzel Hernández por su colaboración y profesionalismo en la guía y resolución de dudas en nuestra investigación, una labor clave para el éxito de este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AlEraky DM. Study, Assessment of Bacterial Sealing Ability of Two Different Bio-Ceramic Sealers in Single-Rooted Teeth Using Single Cone Obturation Technique: An In Vitro. [Online]; 2023. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/5/2906>.
- Camilleri, J. (2021). Characterization and Properties of Bioceramic Materials for Endodontics. In *Bioceramic Materials in Clinical Endodontics*, 1st ed.; Drukteinis, S., Camilleri, J., Eds.; Springer: Cham, Switzerland; pp. 7–18.
- Cardinali, F., & Camilleri, J. (2023). A critical review of the material properties guiding the clinician's choice of root canal sealers. *Clinical Oral Investigations*, 27(8), 4147–4155. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05140-w>
- Corral C. Radiopacidad y evaluación química de nuevos cementos comerciales a base de silicato de calcio. [Online]; 2018. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2018000300262.
- Dutta A, Saunders WP. (2014). Calcium silicate materials in endodontics. *Dent Update.*; 41(8):708–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12968/denu.2014.41.8.708>.
- Eliasson, S. T., & Haasken, B. (1979). Radiopacity of impression materials. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 47(5), 485–491 [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(79\)90136-1](https://doi.org/10.1016/0030-4220(79)90136-1)
- Eskandari F. An Updated Review on Properties and Indications of Calcium Silicate-Based Cements in Endodontic Therapy. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9637478/>.



- Higginbotham, T. L. (1967). A comparative study of the physical properties of five commonly used root canal sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 24(1), 89–101. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(67\)90295-2](https://doi.org/10.1016/0030-4220(67)90295-2).
- iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai). (s/f). Iteh.ai. Disponible en: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/13395/7a94af21e4404dfba2825c847863dc02/ISO-6876-1986.pdf>.
- Kwak, S. W., Koo, J., Song, M., Jang, I. H., Gambarini, G., & Kim, H.-C. (2023). Physicochemical properties and biocompatibility of various bioceramic root canal sealers: In vitro study. *Journal of Endodontics*, 49(7), 871–879. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2023.05.013>.
- Miyashita H, Asaumi R, Sakamoto A, Kawai T, Igarashi M. Root canal sealers affect artifacts on cone-beam computed tomography images. *Odontology* [Internet]. 2021; 109(3):679–86. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10266-021-00590-8>.
- Ochoa-Rodríguez, V. M., Tanomaru-Filho, M., Rodrigues, E. M., Guerreiro-Tanomaru, J. M., Spin-Neto, R., & Faria, G.. (2019). Addition of zirconium oxide to Biodentine increases radiopacity and does not alter its physicochemical and biological properties. *Journal of Applied Oral Science*, 27, e20180429. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0429>
- Prati, C., & Gandolfi, M. G. (2015). Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 31(4), 351–370. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.01.004>.
- 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), 106400. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2024.106400>
- Sen HG, Helvacioglu-Yigit D, Yilmaz A. (2023). Radiopacity evaluation of calcium silicate cements. *BMC Oral Health* [Internet]; 23(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12903-023-03182-w>.



- Shaik, R. P., Dentist, Bandlapally, A., Reader, Lahari, B., Student, Basam, R. C., Lecturer, Vemuri, S., Professor, & Garlapati, R., Professor. (2022). Evaluation of the influence of dentin on radiopacity of retrograde filling materials: An In-vitro study. *Journal of Indian Dental Association*. <https://doi.org/10.33882/jida.15.32019>
- Türk, Tugba. (2023). Physicochemical properties of two commercially available bioceramic sealers: An in vitro study. *Annali di Stomatologia*. 14. 43. 10.59987/ads/2023.4.43-48.
- Wang, X., Xiao, Y., Song, W. et al. Clinical application of calcium silicate-based bioceramics in endodontics. *J Transl Med* 21, 853 (2023). <https://doi.org/10.1186/s12967-023-04550-4>
- Zabrac E. Recent Review of Calcium Silicate-Based Sealers. [Online]; 2024. Disponible en: <https://actascientific.com/ASMS/pdf/ASMS-08-1768.pdf>.

