

Eficacia Antimicrobiana del Cemento Portland Comparado con el Mineral Trióxido Agregado Frente a *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*

Antimicrobial Efficacy of Portland Cement Compared to Mineral Trioxide Aggregate Against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*

Eduardo Quea Cahuana^{1,2}; William Ramirez Mesias¹; María del Carmen Manrique Coras¹; Silvana Anduaga Lescano¹; Rafael Morales Vadillo¹ & César Félix Cayo Rojas³

QUEA, C. E.; RAMIREZ, M. W.; MANRIQUE, C. M. C.; ANDUAGA, L. S.; MORALES, V. R. & CAYO, R. C. F. Eficacia antimicrobiana del cemento Portland comparado con el Mineral Trióxido Agregado frente a *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*. Int. J. Odontostomat., 16(1):13-18, 2022.

RESUMEN: El objetivo del estudio experimental in vitro fue evaluar la eficacia antimicrobiana del cemento Portland (CP) comparado con el Mineral Trióxido Agregado (MTA) frente a cepas de *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) y *Candida albicans* (*C. albicans*) a las 24, 48 y 72 horas después del sembrado. Para ello se utilizó la técnica de difusión en agar. La capa base fue realizada con el Agar Müller-Hinton en el que se hicieron agujeros de 6 mm de diámetro a fin de contener los cementos de estudio y medir posteriormente la zona de inhibición microbiana alrededor de los materiales mediante un calibrador vernier digital. Se utilizó la prueba T de Student para comparar la diferencia entre el CP y MTA y el análisis de ANOVA para evaluar las diferencias entre los tres tiempos de estudio. Los resultados mostraron que tanto frente a *E. faecalis* y *C. albicans* el CP tuvo un mayor halo de inhibición que el MTA, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Cuando se compararon los tres tiempos de estudio por cada cemento, se observó que no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$). Asimismo, la *C. albicans* presentó valores mayores de inhibición que el *E. faecalis* en los dos cementos estudiados. Se concluyó que el CP tuvo mayor eficacia antimicrobiana que el MTA independientemente del tiempo evaluado.

PALABRAS CLAVE: mineral trióxido agregado, cemento portland, *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento del conducto radicular consiste en la aplicación secuencial de una serie de procedimientos que incluyen la eliminación, conformación, desinfección y obturación de la pulpa infectada a fin de contrarrestar dicha condición además de mantener y prevenir una recontaminación futura. (Ma *et al.*, 2016).

Un cemento endodóntico ideal debe mantener un sellado hermético del sistema de conductos, ser compatible con los tejidos perirradiculares y de fácil manipulación, mantener una estabilidad dimensional y adherirse a los tejidos dentales, resistir a la desintegración y evitar la pigmentación, además de poseer pro-

iedades óptimas de biocompatibilidad, radiopacidad y capacidades regenerativas del complejo dentinopulpar (Torabinejad *et al.*, 1994; Parirokh & Torabinejad, 2010). Adicional a ello, los cementos endodónticos deben poseer propiedades antimicrobianas que le permitan contrarrestar los efectos de las bacterias y hongos presentes en el sistema de conductos, los cuales, en muchos casos, son los responsables de los fracasos en endodoncia (Kim *et al.*, 2015; Khedmat *et al.*, 2018). Entre ellos, los más prevalentes en las infecciones secundarias del sistema de conductos son el *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) y la *Candida albicans* (*C. albicans*) (Al-Hezaimi *et al.*, 2006; AlShwaimi *et al.*, 2016).

¹ Facultad de Odontología, Universidad de San Martín de Porres (FO-USMP). Lima, Perú.

² Escuela Universitaria de Posgrado – Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.

³ Universidad Privada San Juan Bautista, Escuela de Estomatología. Lima, Perú.

Los cementos a base de silicato de calcio han ganado espacio en el ámbito de la terapia endodóntica y restauradora debido a sus múltiples propiedades, entre las que destacan su capacidad bioactiva y regenerativa al estar en contacto con los tejidos dentarios. (Watson *et al.*, 2014). Dentro de ellos, el más conocido es el MTA, sin embargo, una de sus desventajas y limitaciones para su uso masivo en la comunidad es su alto costo, es por ello que diversos autores han propuesto al CP como reemplazo del MTA, ya que presentacomponentes y propiedades muy similares, como lo reporta la literatura científica disponible, tanto a nivel de pH, resistencia a la compresión, actividad antimicrobiana y 14 elementos químicos que los conforman (Funteas *et al.*, 2003; Islam *et al.*, 2006; Oliveira *et al.*, 2007; Camilleri, 2009; Asgary *et al.*, 2009).

Los estudios realizados sobre la actividad antimicrobiana del cemento Portland son discrepantes, Miyagak *et al.* (2006) reportaron que no encontraron eficacia antimicrobiana del CP frente a *E. faecalis* ni *C. albicans*, en sentido opuesto, Tanomaru *et al.* (2014) encontraron actividad antimicrobiana y antifúngica del CP, incluso con valores similares al MTA.

Por lo expuesto, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la eficacia antimicrobiana del cemento Portland frente a *E. faecalis* y *C. albicans* en diferentes periodos de tiempo.

MATERIAL Y MÉTODO

El diseño del estudio fue experimental *in vitro*, prospectivo, longitudinal y comparativo. La población estuvo conformada por cultivos bacterianos y fúngicos de *E. faecalis* y *C. albicans*.

Se realizó un estudio piloto previo y se calculó el tamaño de la muestra con una fórmula de comparación de medias, a un nivel de confianza de 95 % y nivel de potencia de 80 %, obteniéndose un valor de quince muestras por cada uno de los 3 grupos de estudio, los cuales estuvieron conformados de la siguiente manera: Grupo 1: Agua destilada (Control negativo), Grupo 2: Mineral Trióxido Agregado (MTA)- Control positivo. Grupo 3: Cemento Portland blanco.

Para establecer la actividad antibacteriana y antifúngica de los cementos estudiados frente a *E. faecalis* y *C. albicans* se utilizó el método de difusión en agar – técnica de Kirby-Bauer (Koruyucu *et al.*, 2015).

Las cepas de *E. faecalis* ATCC 29212 y *C. albicans* ATCC 90028, fueron reactivadas en el Laboratorio de Investigación de Microbiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Martín de Porres. Todos los procedimientos microbiológicos se realizaron dentro de una cabina de bioseguridad (Angelantoni Biovan, Italia).

La reactivación de las cepas de *E. faecalis* fueron realizados en el medio de cultivo Agar Bilis Esculina, el cual fue incubado a 37 °C por un lapso de 72 horas en condiciones aeróbicas. Las cepas de *C. albicans* fueron reactivadas en el medio de cultivo Agar Sabouraud por un lapso de 48 horas a 37 °C.

La replicación de la cepa se preparó en el medio Agar tripticasa soya (TSA) y Agar Sabouraud (AS) para *E. faecalis* y *C. albicans* respectivamente, seguidamente se procedió a obtener una muestra de colonias de ambos microorganismos, los cuales a través de un asa fueron sembrados en el medio Agar Tripticasa Soya por 24 horas y Agar Sabouraud por 48 horas, ambos a una temperatura de 37 °C.

Como prueba confirmatoria de *C. albicans*, se empleó la coloración Gram, prueba de tubo germinativo y cultivo en medio selectivo CHROMAgar. Asimismo, para el ensayo confirmatorio de *E. faecalis* se realizó la prueba de Catalasa, y cultivo en medio selectivo bilis esculina.

Los inóculos, tanto de *E. faecalis* como *C. albicans* en el medio de cultivo fueron colocados en Caldo Tripticasa Soya (TSB), posteriormente fueron incubadas a 37 °C por 24 horas, la turbidez del mismo fue ajustada a través de un espectrofotómetro (Thermo Scientific- Genesys, USA) a 0.085 UA (Unidades de absorbancia) utilizando una longitud de onda de 660 nanómetros, lo que corresponde a 1,0 x 10⁷ UFC/ml, después de diluciones seriadas, equivalente a 0.5 de la escala de Mc Farland. La prueba antimicrobiana de los cementos frente a los microorganismos de estudio se realizó en agar Müller-Hinton para *E. faecalis* y *C. albicans*, añadiendo al medio de cultivo de este último, glucosa al 2 % y azul de metilo. Posterior al sembrado de los microorganismos las placas fueron divididas en cuadrantes; en el centro de cada una de ellas, mediante un sacabocado estéril de 6 mm de diámetro se crearon agujeros de las mismas dimensiones en el agar, los cuales albergaron los cementos de estudio.

Los cementos Portland blanco (Comacsa®, Huascarán-Perú) y Mineral Trióxido Agregado blanco

(Angelus®, Londrina-Brasil) fueron manipulados según las instrucciones del fabricante y en condiciones de esterilidad. Como grupo control en uno de los agujeros se colocó agua destilada. Seguidamente todas las placas fueron llevadas a una incubadora a 37 °C a fin de ser evaluadas a las 24, 48 y 72 horas.

Las mediciones de los halos de inhibición fueron realizadas por mediante un pie de rey digital (Mitutoyo ®).

Las medidas obtenidas fueron registradas en una base de datos creados en el software Excel 2019, el cual fue exportado al paquete estadístico SPSS V. 25.0 para su análisis.

Para el contraste de los cementos de estudio se realizó previamente un análisis de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro Wilk; seguidamente se empleó la prueba T de Student para grupos independientes. Asimismo, para comparar los 3 tiempos de estudio se utilizó la prueba de ANOVA para medidas

repetidas con las comparaciones múltiples mediante el ajuste de Bonferroni. En todas las pruebas se empleó un nivel de confianza de 95 % y un error tipo I al 5 %.

RESULTADOS

Las medidas promedio de los halos de inhibición del CP y MTA frente a *E. faecalis* son presentados en la Tabla I y Figura 1. Ambos cementos mostraron actividad antibacteriana y tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($p < 0,05$) independientemente del tiempo evaluado. Ninguno de los dos cementos mostró diferencias en los tres tiempos de estudio cuando fueron analizados por separado. La Tabla II y Figura 2 muestra los halos de inhibición frente a *C. albicans*. Se evidencia diferencias estadísticamente significativas entre el CP y el MTA tanto a las 24, 48 y 72 horas. Sin embargo, al comparar los valores entre los tiempos de estudio por cada material, no se observaron diferencias ($p > 0,05$).

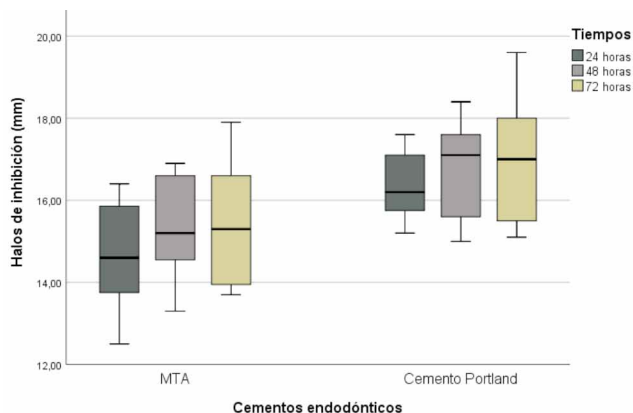


Fig. 1. Caja y bigotes que compara los halos de inhibición producidos por los cementos endodónticos frente a *Enterococcus faecalis*.

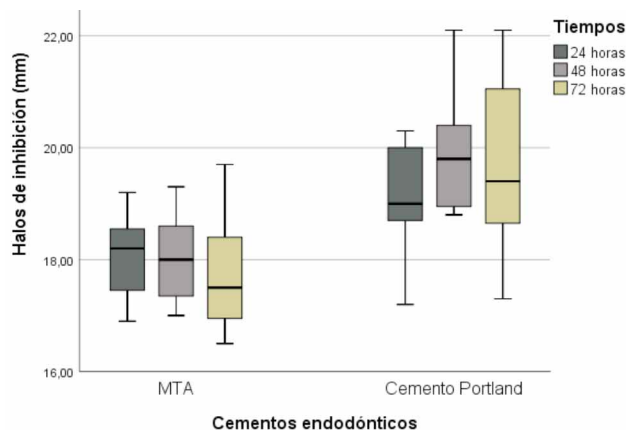


Fig. 2. Caja y bigotes que compara los halos de inhibición producidos por los cementos endodónticos frente a *Candida albicans*.

Tabla I. Valores promedios en milímetros de zona de inhibición frente a *Enterococcus faecalis* en diferentes periodos de tiempo.

	24 horas	48 horas	72 horas	p-valor*
Cemento Portland	16,32 (0,79) ^a	16,66 (1,13) ^a	16,92 (1,48) ^a	$p > 0,05$
Mineral Trióxido Agregado	14,70 (1,35) ^b	15,29 (1,32) ^b	15,43 (1,51) ^b	$p > 0,05$

*ANOVA para medidas repetidas. a,b Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas mediante la prueba T de Student ($p < 0,05$)

Tabla II. Valores promedios en milímetros de zona de inhibición frente a *Candida albicans* en diferentes periodos de tiempo.

	24 horas	48 horas	72 horas	p-valor*
Cemento Portland	19,15 (0,92) ^a	19,85 (0,99) ^a	19,74 (1,47) ^a	$p > 0,05$
Mineral Trióxido Agregado	18,02 (0,76) ^d	18,05 (0,77) ^d	17,69 (0,96) ^d	$p > 0,05$

*ANOVA para medidas repetidas. a,b Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas mediante la prueba T de Student ($p < 0,05$)

DISCUSIÓN

El estudio se enfocó en evaluar la actividad antimicrobiana del CP comparado con el MTA y su estabilidad en el tiempo frente a dos de los microorganismos más frecuentes en la infección secundaria del conducto radicular. El MTA presenta una alta versatilidad en diversos tratamientos odontológicos (Silva *et al.*, 2014; Duarte *et al.*, 2018; Hosoya *et al.*, 2019), sin embargo; su uso es limitado, en muchos casos debido a factores económicos. En base a ello, varios investigadores han propuesto al CP como material sustituto (Estrela *et al.*, 2000; Funteas *et al.*; Oliveira *et al.*; Hwang *et al.*, 2009). En la misma línea, los resultados del presente estudio mostraron que el CP tuvo una mayor actividad antimicrobiana contra *E. faecalis* y *C. albicans* en todos los tiempos evaluados.

El *E. faecalis* es el microorganismo más frecuente en los conductos radiculares infectados y en los casos de retratamiento de periodontitis apical, alcanzando una prevalencia de 24 a 77 % (Stuart *et al.*, 2006; AlShwaimi *et al.*). Es capaz de afrontar condiciones muy adversas, incluso llegando a ser resistente al hipoclorito de sodio (Dioguardi, *et al.*, 2018). Asimismo, la *C. albicans* fue seleccionada en este estudio, puesto que es el microorganismo fúngico más frecuente en los conductos con infección persistente y está asociada a los fracasos endodónticos debido a su potencial patogénico de formar biopelículas en diferentes superficies, lo que la hace más resistente a los procedimientos convencionales de desinfección (Al-Hezaimi *et al.*; Gulati & Nobile, 2016; Mergoni *et al.*, 2018).

Los cementos a base de silicato de calcio cumplen con varias de las características propuestas para un material endodóntico ideal (Parirokh & Torabinejad; Alsalleeh *et al.*, 2014). Durante su reacción de hidratación eleva su valor a un pH alcalino, lo cual le confiere ciertas características antimicrobianas (McHugh *et al.*, 2004; Prati & Gandolfi, 2015); sin embargo, esta propiedad aún es cuestionada (Torabinejad *et al.*, 1995; Morgental *et al.*, 2011; Shin *et al.*, 2017; Dalmia *et al.*, 2018).

En la mayoría de los estudios comparativos, el cemento Portland resultó muy similar al MTA (Islam *et al.*; Hwang *et al.*; Bramante *et al.*, 2013; Dorileo *et al.*, 2014; Qutieshat *et al.*, 2019); en ese sentido, Tanomaru-Filho *et al.* (2007) y Tanomaru *et al.*, al eva-

luar sus propiedades antimicrobianas, tanto frente a *C. albicans* como *E. faecalis*, evidenciaron eficacia antimicrobiana sin encontrar diferencias entre los dos cementos; estas conclusiones difieren con los resultados de nuestra investigación donde en la mayoría de los casos, independientemente de los microorganismos estudiados, hubo diferencias significativas entre el CP y el MTA, presentando el CP promedios de halos de inhibición más altos que los del MTA en todos los tiempos evaluados; estos resultados se asemejan a los encontrados por Youstra *et al.* (2019), quien reportó medidas del diámetro del halo de inhibición del CP muy superiores a los del MTA cuando los expuso a cultivos de *E. faecalis*, siendo estas diferencias muy significativas. Resultados discordantes fueron encontrados por Melo *et al.* (2015), ya que reportó que tanto el CP y el MTA no tuvieron efecto frente al *E. faecalis*, pero sí ante otro tipo de bacterias cariogénicas, similar resultado fue reportado por Estrela *et al.*, quien no encontró efecto inhibitorio del CP y MTA frente *E. faecalis*.

En nuestro estudio, al igual que en otras investigaciones, cuando se evaluó el CP y al MTA a través del método de difusión en Agar, ambos presentaron un halo de inhibición mucho mayor frente a *C. albicans* que al *E. faecalis*; esto probablemente debido a una mayor susceptibilidad de la *C. albicans* frente a valores de pH muy alcalinos (Tanomaru-Filho *et al.*). Estos resultados también guardan relación con lo descrito por Weckwerth *et al.* (2012) quien no encontró actividad microbiana inhibitoria del CP frente a *E. faecalis*, pero sí frente a *C. albicans*. La susceptibilidad de la *C. albicans* frente al MTA también fue reportado por Al-Hezaimi *et al.* cuando estudió la actividad antifúngica del MTA.

Si bien es cierto en la mayoría de estudios se reporta que los cementos a base de silicato de calcio como el MTA y el CP presentan actividad antimicrobiana frente a hongos y bacterias, algunos sostienen que tiene un efecto limitado (Torabinejad *et al.*, 1995; Shin *et al.*; Morgental *et al.*; Khedmat *et al.*; Dalmia *et al.*), es por ello que, en la actualidad se desarrollan investigaciones que añaden nanopartículas para mejorar sus propiedades antimicrobianas (Bapat *et al.*, 2018).

Debido a las limitaciones de la técnica de difusión en agar empleada en el presente estudio, es recomendable evaluar la actividad antimicrobiana en biofilms orales, a fin de recrear *in vitro* de manera más precisa el complejo sistema de colonización oral.

CONCLUSIONES

Sujeto a las limitaciones del presente estudio se concluye que el cemento Portland tuvo mayor efecto inhibitorio que el Mineral Trióxido Agregado frente a *E. faecalis* y *C. albicans* en los tres tiempos evaluados.

QUEA, C. E.; RAMIREZ, M. W.; MANRIQUE, C. M. C.; ANDUAGA, L. S.; MORALES, V. R. & CAYO, R. C. F. Antimicrobial efficacy of Portland cement compared to Mineral Trioxide Aggregate against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*. *Int. J. Odontostomat.*, 16(1):13-18, 2022.

ABSTRACT: The aim of the experimental *in vitro* study was to evaluate the antimicrobial efficacy of Portland cement (CP) compared with Mineral Trioxide Aggregate (MTA) against *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) and *Candida albicans* (*C. albicans*) strains at 24, 48 and 72 hours after sowing. For this, the agar diffusion technique was used. The base layer was made with Müller-Hinton Agar in which 6 mm diameter holes were made in order to contain the study cements and subsequently measure the zone of microbial inhibition around the materials using a digital vernier caliper. The Student's t test was used to compare the difference between CP and MTA and the ANOVA analysis to evaluate the differences between the three study times. The results showed that both against *E. faecalis* and *C. albicans*, CP had a greater inhibition than MTA, these differences being statistically significant ($p < 0.05$). When the three study times were compared for each cement, there were no significant differences ($p > 0.05$). Likewise, *C. albicans* presented higher inhibition values than *E. faecalis* in the two cements studied. It was concluded that CP had greater antimicrobial efficacy than MTA regardless of the time evaluated.

KEY WORDS: mineral trioxide aggregate, accelerated portland cement, *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Al-Hezaimi, K.; Naghshbandi, J.; Oglesby, S.; Simon, J. & Rotstein, I. Comparison of antifungal activity of white-colored and gray-colored mineral trioxide aggregate (MTA) at similar concentrations against *Candida albicans*. *J. Endod.*, 32(4):365-7, 2006.

Alsalleh, F.; Chung, N. & Stephenson, L. Antifungal activity of endosequence root repair material and mineral trioxide aggregate. *J. Endod.*, 40(11):1815-9, 2014.

AlShwaimi, E.; Bogari, D.; Ajaj, R.; Al-Shahrani, S.; Almas, K. & Majeed A. *In vitro* antimicrobial effectiveness of root canal sealers against *Enterococcus faecalis*: a systematic review. *J. Endod.*, 42(11):1588-97, 2016.

Asgary, S.; Eghbal, M.; Parirokh, M.; Ghodousi, J.; Kheirieh, S. & Brink, F. Comparison of mineral trioxide aggregate's composition with Portland cements and a new endodontic cement. *J. Endod.*, 35(2):243-50, 2009.

Bapat, R. A.; Chaubal, T. V.; Joshi, C. P.; Bapat, P. R.; Choudhury, H.; Pandey, M.; Gorain, B. & Kesharwani, P. An overview of application of silver nanoparticles for biomaterials in dentistry. *Mater. Sci. Eng. C Mater. Biol. Appl.*, 91:881-98, 2018.

Bramante, C.; Kato, M.; Assis, G.; Duarte, M.; Bernardineli, N.; Moraes, I. G. & Bramante, A. Biocompatibility and setting time of CPM-MTA and white Portland cement clinker with or without calcium sulfate. *J. Appl. Oral Sci.*, 21(1):32-6, 2013.

Camilleri, J. Evaluation of selected properties of mineral trioxide aggregate sealer cement. *J. Endod.*, 35(10):1412-7, 2009.

Dalmia, S.; Gaikwad, A.; Samuel, R.; Aher, G.; Gulve, M. & Kolhe, S. Antimicrobial efficacy of different endodontic sealers against *Enterococcus faecalis*: an *in vitro* study. *J. Int. Soc. Prev. Community Dent.*, 8(2):104-9, 2018.

Dioguardi, M.; Di Gioia, G.; Illuzzi, G.; Laneve, E.; Cocco, A. & Troiano, G. Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems. *Eur. J. Dent.*, 12(3):459-66, 2018.

Dorileo, M. C. G. O.; Villa, R. D.; Guedes, O. A.; Aranha, A. M. F.; Semenoff-Segundo, A.; Bandeca, M. C. & Borges, A. H. Comparative Analysis of selected physicochemical properties of Pozzolan Portland and MTA-based cements. *Int. Sch. Res. Notices*, 2014:831908, 2014.

Duarte, M.; Marciano, M.; Vivan, R.; Tanomaru Filho, M.; Tanomaru, J. & Camilleri, J. Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Braz. Oral Res.*, 32(1):70, 2018.

Estrela, C.; Bammann, L.; Estrela, C.; Silva, R. & Pécora, J. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz. Dent. J.*, 11(1):3-9, 2000.

Funteas, U.; Wallace, J. & Fochtman, E. A comparative analysis of Mineral Trioxide Aggregate and Portland cement. *Aust. Endod. J.*, 29(1):43-4, 2003.

Gulati, M. & Nobile, C. *Candida albicans* biofilms: development, regulation, and molecular mechanisms. *Microbes Infect.*, 18(5):310-21, 2016.

Hosoya, N.; Takigawa, T.; Horie, T.; Maeda, H.; Yamamoto, Y.; Momoi, Y.; Yamamoto, K. & Okiji, T. A review of the literature on the efficacy of mineral trioxide aggregate in conservative dentistry. *Dent. Mater. J.*, 38(5):693-700, 2019.

Hwang, Y.; Lee, S.; Hwang, I.; Kang, I.; Kim, M. & Kim, W. Chemical composition, radiopacity, and biocompatibility of Portland cement with bismuth oxide. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 107(3):96-102, 2009.

Islam, I.; Chang, H. & Yap, A. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and portland cement. *J. Endod.*, 32(3):193-7, 2006.

Khedmat, S.; Aminipor, M.; Pourhajbagher, M.; Kharazifar, M. & Bahador, A. Comparison of antibacterial activities of ProRoot MTA, OrthoMTA, and RetroMTA against three anaerobic endodontic bacteria. *J. Dent. (Tehran)*, 15(5):294-9, 2018.

Kim, J.; Kim, M.; Lee, K.; Lee, D. & Shin, H. An *in vitro* evaluation of the antibacterial properties of three mineral trioxide aggregate (MTA) against five oral bacteria. *Arch. Oral Biol.*, 60(10):1497-502, 2015.

Koruyucu, M.; Topcuoglu, N.; Tuna, E.; Ozel, S.; Gencay, K.; Kulekci, G. & Seymen, F. An assessment of antibacterial activity of three pulp capping materials on *Enterococcus faecalis* by a direct contact test: An *in vitro* study. *Eur. J. Dent.* 9(2):240-5, 2015.

McHugh, C.; Zhang, P.; Michalek, S. & Eleazer, P. pH required to kill *Enterococcus faecalis* *in vitro*. *J. Endod.*, 30(4):218-9, 2004.

Melo, P.; Sobral, A.; Sampaio, G.; Pinto, I. & Shinohara, N. Evaluation of cariogenic antibacterial activity of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Rev. Gaúch. Odontol.*, 63(2):181-6, 2015.

Mergoni, G.; Percudani, D.; Lodi, G.; Bertani, P. & Manfredi, M. Prevalence of *Candida* species in endodontic infections: systematic review and meta-analysis. *J. Endod.*, 44(11):1616-25, 2018.

- Miyagak, D.; Carvalho, E.; Robazza, C.; Chavasco, J. & Levorato, G. *In vitro* evaluation of the antimicrobial activity of endodontic sealers. *Braz. Oral Res.*, 20(4):303-6, 2006.
- Morgental, R.; Vier-Pelisser, F.; Oliveira, S.; Antunes, F.; Cogo, D. & Kopper, P. Antibacterial activity of two MTA-based root canal sealers. *Int. Endod. J.*, 44(12):1128-33, 2011.
- Oliveira, M.; Xavier, C.; Demarco, F.; Pinheiro, A.; Costa, A. & Pozza, D. Comparative chemical study of MTA and Portland cements. *Braz. Dent. J.*, 18(1):3-7, 2007.
- Parirokh, M. & Torabinejad, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J. Endod.*, 36(1):16-27, 2010.
- Prati, C. & Gandolfi, M. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dent. Mater.*, 31(4):351-70, 2015.
- Qutieshat, A.; Al-Hiyasat, A. & Darmani, H. Biocompatibility evaluation of Jordanian Portland cement for potential future dental application. *J. Conserv. Dent.*, 22(3):249-54, 2019.
- Shin, M.; Chen, J.; Tsai, C.; Aprecio, R.; Zhang, W.; Yochim, J. & Torabinejad, M. Cytotoxicity and Antimicrobial Effects of a New Fast-Set MTA. *Biomed. Res. Int.*, 2017:2071247, 2017.
- Silva, E.; Herrera, D.; Rosa, T.; Duque, T.; Jacinto, R.; Gomes, B. & Zaia, A. Evaluation of cytotoxicity, antimicrobial activity and physicochemical properties of a calcium aluminate-based endodontic material. *J. Appl. Oral. Sci.*, 22(1):61-7, 2014.
- Stuart, C.; Schwartz, S.; Beeson, T. & Owatz, C. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J. Endod.*, 32(2):93-8, 2006.
- Tanomaru-Filho, M.; Tanomaru, J.; Barros, D.; Watanabe, E. & Ito, I. *In vitro* antimicrobial activity of endodontic sealers, MTA-based cements and Portland cement. *J. Oral. Sci.*, 49(1):41-5, 2007.
- Tanomaru, J. G.; Storto, I.; Da Silva, G.; Bosso, R.; Costa, B.; Bernardi, M. & Tanomaru-Filho, M. Radiopacity, pH and antimicrobial activity of Portland cement associated with micro- and nanoparticles of zirconium oxide and niobium oxide. *Dent. Mater. J.*, 33(4):466-70, 2014.
- Torabinejad, M.; Higa, M. & Pitt Ford, T. Dye leakage of four root end filling materials: Effects of blood contamination. *J. Endod.*, 20(4):159-63, 1994.
- Torabinejad, M.; Hong, C. U.; Pitt Ford, T. R. & Kettering, J. D. Antibacterial effects of some root end filling materials. *J. Endod.*, 21(8):403-6, 1995.
- Watson, T.; Atmeh, A.; Sajini, S.; Cook, R. & Festy, F. Present and future of glass-ionomers and calcium-silicate cements as bioactive materials in dentistry: biophotonics-based interfacial analyses in health and disease. *Dent. Mater.*, 30(1):50-61, 2014.
- Weckwerth, P.; Machado, A.; Kuga, M.; Vivan, R.; Polleto, R. & Duarte, M. Influence of radiopacifying agents on the solubility, pH and antimicrobial activity of portland cement. *Braz. Dent. J.*, 23(5):515-20, 2012.
- Yousra, M.; Ahmed, H.; Nada, O.; Mostafa, S. & Neveen, A. Comparative study of the antibacterial effect of MTA, Nano-MTA, Portland cement, and Nano-Portland cement. *E. D. J.*, 40(1):701-6, 2019.

Dirección para correspondencia
Eduardo Quea-Cahuana
Facultad de Odontología
Universidad de San Martín de Porres
Av. San Luis 1267 San Luis
Lima
PERÚ

E-mail: eduardodent@gmail.com