



Microfiltración en un cemento dental tipo MTA modificado con wollastonita y vidrio bioactivo

Microleakage in MTA-type dental cement modified with wollastonite and bioactive glass

María Carolina Mendoza Herrera,* Abigail Flores-Ledesma,[§] Federico Humberto Barceló Santana[§]

RESUMEN

Un material de retroobtención como el MTA (*Mineral Trioxide Aggregate*) debe de ser de fácil manejo, biocompatible, tener baja o nula solubilidad y ser dimensionalmente estable para evitar filtraciones asociadas a los cambios volumétricos. **Objetivo:** Medir la filtración en un cemento dental tipo MTA modificado con wollastonita y vidrio bioactivo. **Material y métodos:** Se establecieron ocho grupos: MTA Angelus (control), MTA Exp (cemento Portland blanco más 20 wt% de trióxido de bismuto), otros seis grupos se formaron con la adición de 10, 20 y 30 wt% de wollastonita y vidrio bioactivo al MTA Exp. Dientes permanentes uniradiculares, raíz recta y con ápice cerrado fueron preparados con técnica crown-down con fuerzas balanceadas para obtener un diámetro estandarizado a lima apical maestra #40. Se cortaron 3 mm del ápice se prepararon retrocavidades de 3 mm de profundidad con punta de ultrasonido donde fueron colocados los cementos, el extremo apical fue sumergido en solución de azul de metileno al 2% durante 24 horas. **Resultados:** MTA Exp fue el que presentó menor filtración con un promedio de 0.66 mm, mientras que el grupo de WO10 fue el de mayor con 1.61 mm. MTA Angelus usado como control presentó 0.71 mm de microfiltración, se encontraron diferencias estadísticamente significativas con WO10, (ANOVA $p < 0.001$, Dunnett $p < 0.001$). **Conclusiones:** Se observa que en el caso de los cementos con los agregados de wollastonita y vidrio bioactivo la microfiltración disminuye conforme aumenta el porcentaje del agregado, se sugiere el uso de otras técnicas complementarias para medir la microfiltración.

Palabras clave: MTA, wollastonita, vidrio bioactivo, microfiltración.
Key words: MTA, wollastonite, bioactive glass, microleakage.

ABSTRACT

Retro-filling material such as MTA (mineral trioxide aggregate) should be biocompatible, easy to handle, with low or nil solubility as well as dimensionally stable in order to avoid filtrations associated to volumetric changes. **Objective:** To measure filtration in a MTA-type dental cement modified with wollastonite and bioactive glass. **Material and methods:** Eight groups were established: MTA Angelus (control), MTA Exp (white Portland cement plus 20% wt of bismuth trioxide), another six groups were formed with the addition to MTA Exp of 10, 20 and 30% wt of wollastonite and bioactive glass. Single rooted teeth, with straight root and closed apex were prepared with crown-down technique with balanced forces in order to obtain standardized diameter to fit a number 40 master apical file; 3 mm from the apex were excised, 3 mm deep retro-cavities were prepared with ultrasound point, where cements were placed, apical end was submerged in a 2% methylene blue solution for 24 hours. **Results:** MTA Exp exhibited least filtration with an average of 0.66 mm, WO10 group exhibited the greatest leakage with average of 1.61 mm. MTA Angelus, used as control exhibited 0.71 mm microleakage. Statistically significant differences were found with WO10, (ANOVA $p < 0.001$, Dunnett $p < 0.001$). **Conclusions:** It was observed that in the case of cements with aggregate of wollastonite and bioactive glass, microleakage decreased according to the aggregate's percentage. For microleakage measurement, use of other supporting techniques is advised.

INTRODUCCIÓN

En ocasiones durante el tratamiento odontológico se producen vías de comunicación entre el canal radicular y el periodonto que deben de ser selladas para prevenir la filtración de fluidos y bacterias. El agregado de trióxido mineral o *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA) fue desarrollado por primera vez en 1993 por M. Torabinejad y colaboradores^{1,2} como un cemento hidráulico para retroobturaciones y sellado de perforaciones en bi- y trifurcaciones de órganos dentarios, actualmente se ha usado como inductor de la apexificación³ y como protector pulpar y pulpotomías.^{4,6} El MTA está

* Escuela Médico Naval, Postgrado.

[§] Laboratorio de Biomateriales Dentales.

División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica S/N, Ciudad de México, México.

Recibido: julio 2016.

Aceptado: enero 2017.

© 2018 Universidad Nacional Autónoma de México, [Facultad de Odontología]. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/facultadodontologiaunam>

compuesto por cemento Portland en un 80% y trióxido de bismuto (Bi_2O_3) en un 20%, este último es agregado para proveerle al cemento propiedades de radiopacidad y que sea fácilmente identificable radiográficamente. El éxito de un material endodóntico depende directamente de su habilidad de sellado, el cual depende de diversos factores como la colocación, el tiempo de fraguado y la solubilidad. Se han realizado múltiples estudios para verificar el sellado del MTA y comparado con materiales como amalgama, IRM (material de restauración intermedia) e ionómero de vidrio.⁷⁻⁹

Los vidrios y cerámicas bioactivas han sido desarrollados en respuesta a la necesidad de eliminar la movilidad interfacial en cerámicas bioinertes implantadas. En 1971, Hench mostró por primera vez que un material hecho por el hombre podía unirse al hueso, el Bioglass® fue el primer vidrio bioactivo en desarrollarse¹⁰⁻¹² y se ha comprobado que este vidrio bioactivo posee propiedades antibacterianas,^{13,14} mientras que cerámicas bioactivas como la wollastonita (CaSiO_3) han sido estudiadas como materiales para elaboración de hueso artificial y aplicaciones dentales.^{15,16} Una característica común de los vidrios y cerámicas bioactivas es que forman una capa de apatita biológicamente activa que provee una interface de unión con los tejidos.

Se ha observado que al adicionar estos materiales en distintos porcentajes el tiempo de fraguado logra ser disminuido significativamente reduciendo la solubilidad del material.¹⁷ Un material de retroobtención ideal debe ser de fácil manejo, no citotóxico, biocompatible con los tejidos adyacentes, tener baja o nula solubilidad y ser dimensionalmente estable para evitar fracturas o filtraciones asociadas a los cambios volumétricos. Se sabe que la solubilidad está relacionada con la filtración de los materiales, por lo que la disminución en el tiempo de fraguado y solubilidad pudieran verse reflejado en la reducción de la microfiltración. Por lo que el objetivo de estudio fue medir la filtración en un cemento dental tipo MTA modificado con wollastonita y vidrio bioactivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizó MTA Angelus (Angelus® Industria de Productos Odontológicos, Londrina, Brasil) como grupo control, MTA Exp compuesto de cemento Portland blanco (CPO40B, Cruz Azul, México) previamente caracterizado¹⁸ y agregando 20 wt% de trióxido de bismuto para proveer radiopacidad, una vez realizado el cemento MTA Exp se le adicionó wollastonita (NYCOMEX, Hermosillo, Sonora, México) en un porcentaje de 10, 20 y 30 wt% para formar los grupos

WO10, WO20 y WO30 respectivamente, finalmente se conformaron tres grupos más compuestos a partir de la adición de vidrio bioactivo en los mismos porcentajes antes mencionados al MTA Exp, para formar a los grupos BV10, BV20 y BV30 respectivamente. Antes de agregar los materiales bioactivos, la wollastonita fue molida en un molino cerámico y el vidrio bioactivo en uno de zirconio. Ambos agregados fueron tamizados para obtener tamaño de partícula menor a 50 μm .

Microfiltración

La prueba de microfiltración se realizó de acuerdo a la metodología reportada por Islam.¹⁹ Se utilizaron 80 dientes permanentes con no más de tres meses de extracción que fueron almacenados en agua a una temperatura de 4 °C hasta el momento de su utilización; con la característica de que fueran dientes unirradiculares, raíz recta y con ápice cerrado. Se tomaron radiografías iniciales de los dientes para corroborar la presencia de un sólo conducto. Se cortaron las coronas clínicas por debajo de la unión amelo-cementaria con un disco de diamante, se inició la instrumentación con lima #15, restando 1 mm de la longitud total obtenida desde un punto de referencia. Los conductos fueron preparados con técnica crown-down con fuerzas balanceadas, mediante instrumentación manual y rotatoria con sistema rotatorio Protaper Universal (Isterma Rotatorio Protaper Universal, Dentsply, Suiza), para obtener un diámetro estandarizado a lima apical maestra #40. La irrigación de los conductos se realizó mediante el siguiente protocolo: entre cada cambio de lima se utilizó 2 mL hipoclorito de sodio al 2.5%. La irrigación final se realizó con 2 mL hipoclorito de sodio al 2.5% activado con ultrasonido y 0.5 mL de REDTA al 17% nuevamente activado con ultrasonido (Varios 350 Lux, NSK, Japón) durante 15 segundos para cada uno, posteriormente 2 mL de suero fisiológico y 2 mL de alcohol.

Posteriormente con un disco de diamante se cortaron 3 mm del ápice perpendicularmente al eje longitudinal del diente. En la zona del corte apical se prepararon retrocavidades de 3 mm de profundidad con una punta de ultrasonido tip (E32D tip y Endo-Mate DT, NSK, Japón), donde se colocó cada uno de los cementos, una lima de la segunda serie fue adaptada para evitar que el cemento de las retroobturaciones se extendiera por el conducto. Una vez colocadas las retroobturaciones con los cementos, fueron colocados en viales de vidrio con agua desionizada durante 24 horas para permitir el endurecimiento del cemento. Las raíces fueron cubiertas con dos capas de barniz, excepto los 2 mm del extremo

apical, que fue sumergido en solución de azul de metileno al 2% durante 24 horas.

Se establecieron dos grupos más, uno para control positivo con filtración (sin obturar) y otro para control negativo sin filtración (cubriendo totalmente la raíz con barniz) (Figura 1). Después de este tiempo los dientes fueron enjuagados con agua para eliminar los excesos de tinta y se dejaron secar durante 10 días. Sucesivamente cada uno de los dientes fue recortado longitudinalmente con una recortadora milimétrica y un disco de diamante. Los dientes fueron paralelizados para ser observados en microscopio óptico a 20X, el cual disponía de un ocular con rejilla de graduación, para medir los milímetros de filtración en cada una de las muestras (Figura 1).

Análisis estadístico

Los datos fueron recolectados y capturados en SPSS versión 20 para su análisis. Se realizó prueba de Kolmogorov-Smirnov para probar normalidad de los datos, procediéndose a realizar pruebas paramétricas. Se aplicó prueba de ANOVA y como prueba *post hoc* Dunnett con un intervalo de confianza del 95%.

RESULTADOS

La figura 2 muestra las medias de los resultados de la prueba de microfiltración, se observa que el cemento MTA Exp fue el que presentó menor filtración con un promedio de 0.66 mm, mientras que el grupo de WO10 fue el de mayor con 1.61 mm.

Se observa que en el caso de los cementos con los agregados de wollastonita y vidrio bioactivo la microfiltración disminuye conforme aumenta el porcentaje del agregado. Para el grupo experimental con el vidrio bioactivo se observó una mayor estabilidad en la microfiltración con un rango de 0.81-0.96, en cambio el grupo con los agregados de wollastonita presentaron cambios más visibles en esta propiedad, disminuyendo de 1.61 mm a 0.99 mm. El MTA Angelus usado como control presentó 0.71 mm de microfiltración. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad.

DISCUSIÓN

Es de conocimiento general el efecto que la filtración bacteriana tiene sobre el complejo dentino-pulpar

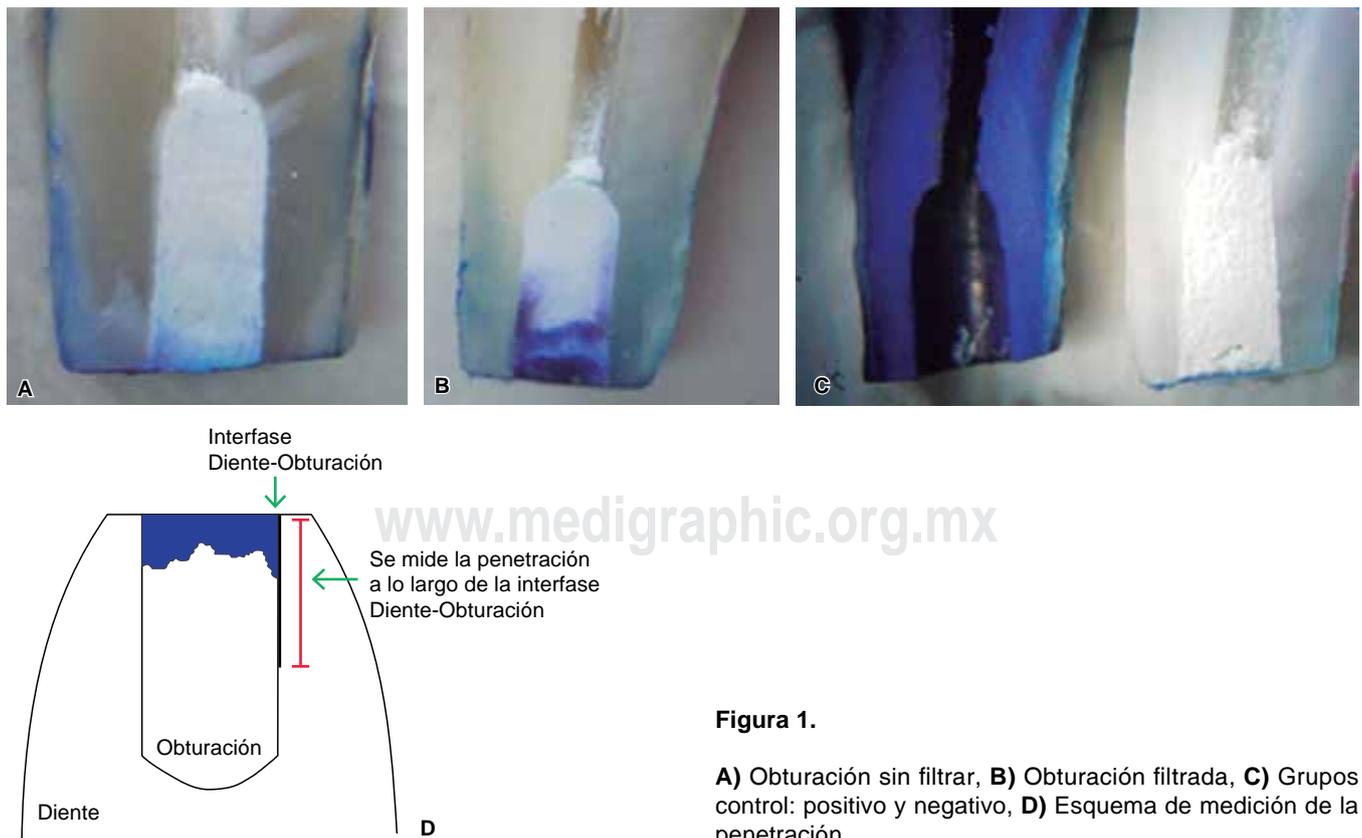
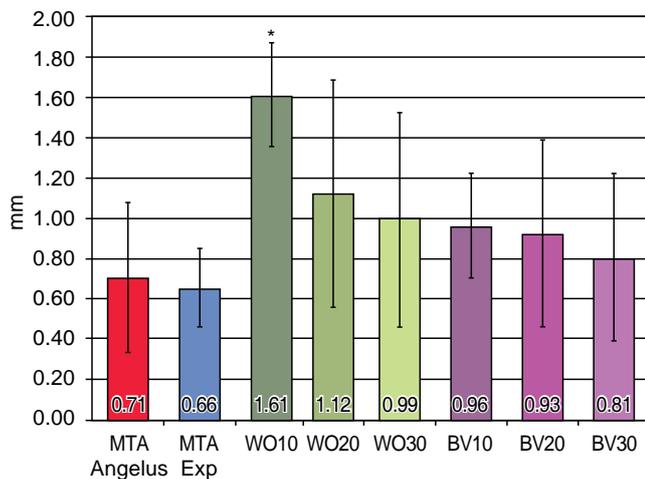


Figura 1.

A) Obturación sin filtrar, **B)** Obturación filtrada, **C)** Grupos control: positivo y negativo, **D)** Esquema de medición de la penetración.



El promedio se muestra en la parte superior del nombre, las barras representan la desviación estándar. MTA Angelus fue usado como control, se encontraron diferencias estadísticamente significativas contra el grupo WO10 (ANOVA $p < 0.001$, Dunnett $p < 0.001$) $n = 10$.

Figura 2. Microfiltración.

y su prevención es primordial, es por ello que dentro de las modificaciones que se han hecho en los cementos MTA han sido principalmente mezclándolos con diferentes aditivos como cloruro de calcio^{20,21} con la finalidad de disminuir el tiempo de fraguado. Algunos autores han observado que el agregar vidrio bioactivo a cementos de ionómero de vidrio, el tiempo de fraguado se ve modificado^{22,23} al igual cuando son agregados a cementos tipo MTA.¹⁷ La solubilidad es una característica importante que se trata de evitar en los materiales que son de uso odontológico, ya que existe una asociación de que mayor solubilidad, menor sellado y mayor filtración de fluidos y bacterias. Esta propiedad afectada por la relación polvo-líquido durante la preparación de los cementos. Fridland^{24,25} demostró que la solubilidad y porosidad del MTA aumenta con la cantidad de líquido usado, por ello la relación polvo-líquido fue estandarizada en este estudio (1 g polvo- 0.33 g de agua).

Algunos de los factores que deben ser considerados al momento de elegir un material para retroobtención es un tiempo de fraguado corto, que no se vea afectado por la humedad, baja o nula solubilidad, buena estabilidad dimensional y evitar la filtración bacteriana o de fluidos. Diversos estudios han evaluado el sellado y microfiltración del MTA; Islam¹⁹ encontró que el MTA ProRoot® gris y el cemento Portland gris son los materiales que poseen menor filtración al ser evaluados por métodos de tinción de azul de metileno ya que tienen en promedio 1.63 y 1.62 mm de penetración, nosotros confirmamos estos hallazgos, ya que

nuestras formulaciones de cementos presentaron un rango de 1.6 a 0.66 mm de penetración de la tinción.

M Torabinejad²⁶ menciona que la profundidad ideal de las cavidades para retroobturaciones debe ser entre 3 y 4 mm, para evitar la presencia de deltas apicales que pudieran dar pauta al fracaso del tratamiento. Es notorio que todas las formulaciones permitieron el paso de la tinción, esto puede explicarse debido a que son materiales que endurecen en presencia de humedad y que al estar en contacto con fluidos corporales, involucran de alguna manera la humedad de ambiente, es decir pueden absorber agua, sangre o líquido tisular hasta completar su proceso de hidratación y fraguado, absorbiendo así parte de la solución de azul de metileno.

Barthel²⁷ realizó un estudio comparativo entre filtración bacteriana y filtración por tinción (azul de metileno), llegó a la conclusión que el tamaño molecular del agente penetrante (bacterias o tinción) no es un parámetro relevante para evaluar el sellado, mientras que Souza²⁸ por otro lado encontró diferencias al usar dos agentes de tinción como el azul de metileno y la rodamina.

Existen artículos donde mencionan que la microfiltración por tinción no son confiables ya que algunos mecanismos físicos como la difusión y capilaridad no son tomados en cuenta.²⁹ Se ha observado que distintas técnicas para evaluar la microfiltración como la penetración por tinción, el método de filtración por fluidos y el método electroquímico no tienen correlación en sus resultados aun cuando son medidos los mismos materiales.³⁰ Técnicas como penetración pasiva, penetración activa, centrifugación con aplicación de vacío en la penetración pasiva han mostrado diferencias estadísticas cuando son comparadas con la penetración de tinción,³¹ por lo que hay que tomar en cuenta los efectos físicos que estos producen dentro del método y que pueden afectar de manera directa los resultados obtenidos.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a las limitaciones de este estudio podemos concluir que la microfiltración se ve disminuida al agregar mayores porcentajes de materiales bioactivos. Se sugiere el uso de otras técnicas complementarias como la microscopía electrónica de barrido para evaluar la microfiltración, además de poder observar la adaptación marginal de los cementos a la pared dentinaria.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo otorgado para la realización de este trabajo al Laboratorio de Biomateriales denta-

les de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México, al Dr. Jorge Guerrero Ibarra y la Dra. Teresa Baeza Kingston.

REFERENCIAS

- Torabinejad M, Hong C, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod.* 1995; 21 (7): 349-353.
- Torabinejad M, White DJ. Tooth filling material and method of use 5,769,638. 1998.
- Felippe WT, Felippe MC, Rocha MJ. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexi cation and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *Int Endod J.* 2006; 39 (1): 2-9.
- Moretti AB, Sakai VT, Oliveira TM, Fornetti AP, Santos CF, Machado MA et al. The effectiveness of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide and formocresol for pulpotomies in primary teeth. *Int Endod J.* 2008; 41 (7): 547-555.
- De Rossi A, Silva LAB, Gatón-Hernández P, Sousa-Neto MD, Nelson-Filho P et al. Comparison of pulpal responses to pulpotomy and pulp capping with biodentine and mineral trioxide aggregate in dogs. *J Endod.* 2014; 40 (9): 1362-1369. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0099239914001514>
- Moretti A. BS, Oliveira TM, Sakai VT, Santos CF, Machado MA, Abdo RC. Mineral trioxide aggregate pulpotomy of a primary second molar in a patient with agenesis of the permanent successor. *Int Endod J.* 2007; 40 (9): 738-745.
- Antonopoulos KG, Attin T, Hellwig E. Evaluation of the apical seal of root canal fillings with different methods. *J Endod.* 1998; 24 (10): 655-658.
- Meltezos C, Glickman GN, Ezzo P, He J. Comparison of the sealing of resilon, proroot mta and super-eba as a root-end filling materials: a bacterial leakage study. *J Endod.* 2006; 32 (4): 324-327.
- Torabinejad M, Smith PW, Kettering JD, Pitt Ford TR. Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod.* 2015; 21 (6): 295-299. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0099239906810046>
- Hench LL. Bioceramics: from concept to clinic. *J Am Ceram Soc.* 1991; 74 (7): 1487-1510.
- Hench LL. Biomaterials: a forecast for the future. *Biomaterials.* 1998; 19 (16): 1419-1423.
- Hench LL. The story of Bioglass®. *J Mater Sci Mater Med.* 2006; 17 (11): 967-978.
- Prabhakar AR, Kumar SCh. Antibacterial effect of bioactive glass in combination with powdered enamel and dentin. *Indian J Dent Res.* 2010; 21 (1): 30-34.
- Hu S, Chang J, Liu M, Ning C. Study on antibacterial effect of 45S5 Bioglass. *J Mater Rci Mater Med.* 2009; 20 (1): 281-286.
- Vargas GG, Méndez NJ, López OL, De Aza PN, De Aza S, Piedad N. Cementos odontológicos a base de Poli (ácido acrílico) y wollastonita. *Boletín la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio.* 2005; 44 (2): 89-94.
- Xue W, Liu X, Zheng X, Ding C. *In vivo* evaluation of plasma-sprayed wollastonite coating. *Biomaterials.* 2005; 26 (17): 3455-3460.
- Flores LA, Barcelo SF, Bucio L, Arenas AJ, Faraji M, Wintergest AM. Bioactive materials improve some physical properties of a MTA-like cement. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2017; 71: 150-155.
- Flores LA, Barceló SF, Bucio L, Arenas AJ. Elemental chemical composition and phase analysis by means of PIXE, DSC, TGA and XRD of MTA Angelus and white Portland cement. *Rev Odontológica Mex.* 2016; 20 (3): 182-186.
- Islam I, Chng HK, Yap AU. Comparison of the root-end sealing ability of MTA and Portland cement. *Aust Endod J.* 2005; 31 (2): 59-62.
- Sawhney S, Vivekananda Pai AR. Comparative evaluation of the calcium release from mineral trioxide aggregate and its mixture with glass ionomer cement in different proportions and time intervals- an *in vitro* study. *Saudi Dent J.* 2015; 27 (4): 215-219. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1013905215000504>
- Kogan P, He J, Glickman GN, Watanabe I. The effects of various additives on setting properties of MTA. *J Endod.* 2006; 32 (6): 569-572. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0099239905000269>
- Ana ID, Matsuya S, Ohta M, Ishikawa K. Effects of added bioactive glass on the setting and mechanical properties of resin-modified glass ionomer cement. *Biomaterials.* 2003; 24 (18): 3061-3067.
- Yli-Urpo H, Lippo V, Lassila L, Närhi T, Vallittu P. Compressive strength and surface characterization of glass ionomer cements modified by particles of bioactive glass. *Dent Mater.* 2005; 21 (3): 201-209.
- Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *J Endod.* 2003; 29 (12): 814-817.
- Fridland M, Rosado R. MTA solubility: long tern study. *J Endod.* 2005; 31 (5): 376-379.
- Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1999; 25 (3): 197-205.
- Barthel CR, Moshonov J, Shuping G, Ørstavik D. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. *Int Endod J.* 1999; 32 (5): 370-375.
- Souza EM, Pappen FG, Shemesh H, Bonanato-Estrela C, Bonetti-Filho I. Reliability of assessing dye penetration along root canal fillings using methylene blue. *Aust Endod J.* 2009; 35 (3): 158-163.
- Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. *J Endod.* 2003; 29 (9): 592-594.
- Pommel L, Jacquot B, Camps J. Lack of correlation among three methods for the evaluation of apical leakage. *J Endod.* 2001; 27 (5): 347-350.
- Ferreira R, Bombana AC, Sayeg IJ. *In vitro* analysis of the penetration of methylene blue dye in human radicular dentin using different methods of impregnation. *Aust Endod J.* 2008; 34 (3): 110-114.

Dirección para correspondencia:
Abigail Flores-Ledesma
 E-mail: dra_abyfl@hotmail.com