

# Radiopacidad de Materiales Utilizados Como Sustituto Dentinario

## Radiopacity of Materials Used as Dentin Substitutes

Recibido 02/07/2020

Aceptado 16/10/2020

Lei MA, Rivelli M, Picca M, Kaplan A

Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Odontología  
Cátedra de Materiales Dentales  
Buenos Aires, Argentina

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar la radiopacidad de distintos materiales utilizados como sustitutos de la dentina según norma ISO 6876. Se utilizaron Biodentine-Septodont (a base de silicato de calcio), Equia Forte – GC Corporation (ionómero vítreo convencional), Sure Fill SDR Flow – Dentsply Sirona (composite bulk-fill), MTA Densell Reparative - Densell (a base de silicato de calcio). Se confeccionaron 12 probetas cilíndricas, tres por cada material, siguiendo las instrucciones de los respectivos fabricantes y se colocaron en estufa a 37°C durante su fraguado. Se tomaron radiografías oclusales digitales junto a una cuña de aluminio graduada según norma ISO 6876. En cada imagen se determinaron los valores de L de la escala CieLab (negro-blanco) con el programa Photoshop (Adobe). Los resultados se analizaron estadísticamente mediante ANOVA y prueba de Tukey.

**Palabras clave:** radiopacidad, sustituto dentinario, silicato de calcio, ionómero vítreo, composite bulk-fill

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the radiopacity of different materials used as dentin substitutes according to ISO standards 6876. The materials used were Biodentine-Septodont (a calcium silicate based), Equia Forte – GC Corporation (conventional glass ionomer), Sure Fill SDR Flow – Dentsply Sirona (bulk-fill composite resin) and MTA Densell Reparative - Densell (calcium silicate based). Twelve cylindrical specimens were prepared, three per material, following manufacturer's instructions and stored at 37°C during setting. Digital occlusal radiographs were taken next to a graduated aluminum wedge (according to ISO 6876). In these images, the L values of the CieLab scale (black-white) were determined with the Photoshop (Adobe) program. The results were statistically analyzed by ANOVA and Tukey test.

**Key words:** radiopacity, dentin substitute, calcium silicate, glass ionomer, bulk-fill composite

## INTRODUCCIÓN

El estudio radiográfico es un elemento auxiliar de diagnóstico, que contribuye con información para la evaluación de la calidad de la restauración, posibilitando la visualización de caries secundarias, adaptación marginal, integridad de las restauraciones y porosidades entre otras características (Dukic et al., 2012). Además, permite la evaluación de las restauraciones a largo plazo. Por esto, la radiopacidad es una propiedad importante en todos los materiales utilizados en odontología.

La radiopacidad es la capacidad de un material de absorber radiaciones X. Es una propiedad intensiva ya que es independiente de la cantidad de material que se considere. Está determinada, fundamentalmente, por la presencia de átomos con capacidad para absorber estas radiaciones. La forma de reaccionar de un elemento frente a las radiaciones Roentgen depende de su peso atómico; cuanto mayor es el peso atómico, mayor será su capacidad de absorber este tipo de radiaciones. Para que los materiales dentales tengan la radiopacidad requerida, los fabricantes incorporan elementos con alto peso atómico como radiopacificadores. Plata, bario, bismuto, estroncio, calcio, indio, zirconio, zinc son usados como radiopacificadores que integran distintos materiales dentales.

Los materiales dentales utilizados como sustitutos de la dentina, tanto a nivel coronario como a nivel radicular, deben tener suficiente radiopacidad para permitir realizar una distinción clara entre los materiales y las estructuras anatómicas circundantes. La superposición del hueso, la densidad ósea, el tamaño de la cavidad, espesor de estructuras dentales y variabilidad en la mineralización de la dentina llevó a la International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización - ISO) en su norma 6876:2012, a requerir que los materiales para obturación endodóntica no deban tener una radiopacidad menor al equivalente de 3 mm de espesor de aluminio a fin de que sea superior a los tejidos dentarios y del hueso (Leonhardt y Paduli, 2018). En el caso de materiales para restauración, es posible tener un material con menos radiopacidad, ya que no existen tantos tejidos interpuestos entre la fuente de Rx y el sensor del radiovisiógrafo. Para su evaluación debe utilizarse una cuña de aluminio, de al menos 98% de pureza, aluminio 1100; de 50 mm de largo por 20 mm de ancho, con un espesor comprendido entre 0,5 mm y 9,0 mm conformando escalones, igualmente situados de 0,5 mm o 1 mm (ISO, 2012).

Grech y col. determinaron la radiopacidad de Biodentine encontrando valores de 3.3 a 4.1 mm de Al luego de la inmersión en solución salina balanceada de Hank (HBSS) en el día 1 y luego de 28 días respectivamente (Grech et al., 2013), en cambio Kaup y Tanalp, determinaron que Biodentine no llega a la radiopacidad mínima exigida (Kaup et al., 2015; Tanalp et al.,

2013). Al evaluar composites bulk-fill, Tarcin y col. compararon la radiopacidad de este tipo de resinas con composites convencionales y encontraron mayor radiopacidad en los composites bulk-fill (Tarcin et al., 2016). Pedrosa y col. evaluaron el diagnóstico de caries secundarias a partir de la imagen radiográfica. En este estudio un composite flow bulk-fill no cumplió el requisito de la mínima radiopacidad, recomendando que, para un diagnóstico más certero, el material debería tener mayor radiopacidad que la dentina y esmalte (Pedrosa et al., 2011). Según Yasa y col., en la comparación entre los composites y los ionómeros vítreos, encontraron mayor radiopacidad en los composites (Yasa et al., 2015).

El ionómero vítreo es un cemento a base de vidrio de aluminosilicato, ópticamente es translúcido y radiográficamente es radiolúcido (Tsuge, 2009). Por este motivo, los fabricantes tuvieron que agregar radiopacificadores, cuya concentración es determinante en la radiopacidad (Fonseca et al., 2006). Shahid y col evaluaron reemplazar el calcio por el estroncio para aumentar la radiopacidad, entre otras propiedades (Shahid et al., 2014).

En la bibliografía hay muchos estudios comparando biodentine con MTA, materiales de obturación directa como composite e ionómeros vítreos entre sí. Sin embargo, hay escasez de comparación de radiopacidad entre ellos. Por esto, el objetivo de este estudio fue evaluar la radiopacidad de distintos materiales utilizados como sustitutos de la dentina según la norma ISO 6876:2012.

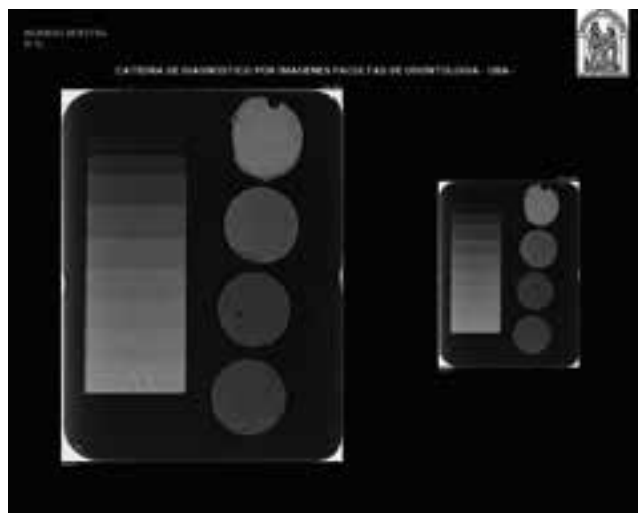
## MATERIALES Y MÉTODOS

Se confeccionaron 12 probetas cilíndricas de 1 mm de espesor y 15 mm de diámetro con Biodentine - Septodont (a base de silicato de calcio) (B), Equia Forte - GC (ionómero vítreo convencional) (I), SureFill SDR Flow - Dentsply (composite Bulk-fill) (C), y Densell Reparative - Densell (MTA) (M) respetando las indicaciones de los respectivos fabricantes (Tabla 1). Para su fraguado se conservaron en estufa a 37°C. Se tomaron radiografías oclusales digitales a cada grupo de material (n=3) junto a una cuña de aluminio graduada (según norma ISO 6876:2012) con equipo radiográfico intraoral Planmeca ProX (70kV, 8 mA, 0,08 s y 40 cm de distancia). La figura 1 muestra la cuña densitométrica utilizada. En las imágenes digitales se determinaron los valores L de la escala de Cie Lab (Negro-blanco) con el programa Photoshop (Adobe). Se tomaron tres valores al azar en cada una de las muestras y se compararon con la medición realizada en la imagen de la cuña de aluminio. Los resultados se analizaron estadísticamente mediante prueba ANOVA y prueba de Tukey.

## RESULTADOS

Los valores de media y desvío estándar de cada grupo

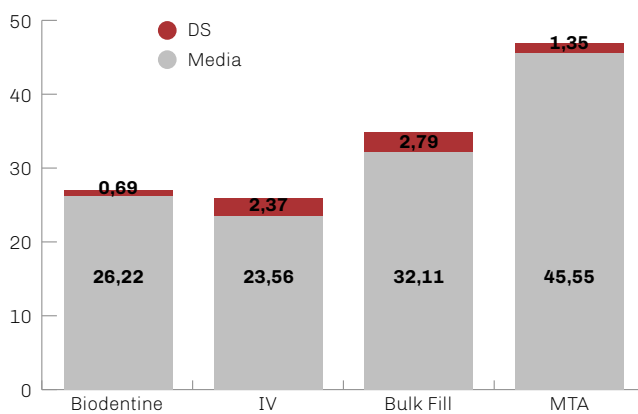
fueron: B 26,22 (0,69), I 23,56 (2,37), C 32,11 (2,79) y M 45,55 (1,35) (Figura 2). El análisis con la prueba de ANOVA mostró diferencia significativa para el factor material ( $p < 0,05$ ) (Tabla 2). La prueba de Tukey mostró la presencia de tres grupos homogéneos (B-I, C, M) (Tabla 3). De esta manera, la radiopacidad de Biodentine y el ionómero vítreo no fueron significativamente diferentes, pero sí fueron significativamente diferentes a los otros dos.



**FIGURA 1.** Radiografía digital de los materiales con la cuña de aluminio graduada

Material	Marca comercial
B: Biodentine (silicato de calcio)	Septodont
I: Equia Forte (ionómero vítreo convencional)	GC
C: SureFill SDR Flow (composite Bulkfill)	Dentsply
M: MTA Densell Reparative	Densell

**TABLA 1.** Nombre y marca comercial de los materiales utilizados



**FIGURA 2.** Valores de media y desvío estándar de cada grupo

### PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS VARIABLE DEPENDIENTE: VALOR L

Origen	Suma de cuadrados tipo III	ql	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido			288,287		
Intersección			12181,352		
Material			288,287		
Error			3,926		
Total					
Total corregida					

a. R cuadrado = ,965 (R cuadrado corregida = ,952)

**TABLA 2.** Análisis con la prueba de ANOVA

### SUBCONJUNTOS HOMOGÉNEOS VALOR L

Material	N	Subconjunto		
		1	2	3
DHS de Tukey a, b	I	23,5567		
	B	26,2233		
-	C			
	M			
Sig.		,407		

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos. Basadas en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error) = 3,926. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000 Alfa = 0,05.

**TABLA 3.** Análisis con la prueba de Tukey

## DISCUSIÓN

La variabilidad en los valores de la radiopacidad de los materiales restauradores depende de muchos factores, como por ejemplo la velocidad de la película, el tiempo de exposición, el voltaje utilizado, el revelado manual y soluciones de revelado y fijado. La radiografía digital, al evitar el revelado manual de las películas, evita la variación final de la imagen radiográfica (Camps et al., 2004; Salzedas et al., 2006). La metodología usada en este estudio, de usar muestras estandarizadas y tomar radiografías digitales junto con la cuña de Al y evaluar la radiopacidad con un programa de software, resulta ser simple, de fácil reproducción y confiable (Tanalp et al., 2013).

Una de las características importantes de los materiales dentales es que presenten radiopacidad que permita distinguirlos del esmalte, dentina y tejido óseo. En este estudio, evaluamos Biodentine, composite bulk-fill flow, ionómero vítreo convencional y MTA, todos materiales utilizados como sustitutos de la dentina cuando existen indicaciones de restaurar zonas coronarias y/o radiculares.

Un material colocado en una preparación dentaria a nivel coronario, a través de una imagen radiográfica, debe permitir distinguir los contornos y su adaptación marginal, la adaptación a las paredes de la preparación, presencia de porosidades, excesos del material en el espacio interproximal, la relación de contacto, la cercanía del material con respecto al tejido pulpar, entre otras. Si lo analizamos a nivel radicular, la colocación de un material como obturación de un tratamiento endodóntico, debe permitir evaluar el sellado de un conducto radicular, una falsa vía o una obturación retrógrada. En todos estos casos, es muy importante, poder observar la presencia del material, aun en muy pequeños espesores. La radiopacidad permite realizar el seguimiento a distancia. Los materiales analizados en este estudio pueden ser utilizados para restauraciones a nivel coronario y/o a nivel radicular. Es importante que los materiales dentales sean radiopacos, pero el exceso de radiopacidad en contraste con los tejidos circundantes, puede ser perjudicial porque puede enmascarar una lesión, produciendo un fenómeno llamado "mach", que consiste en que alrededor de la imagen de materiales muy radiopacos, se produzca un leve halo o cerco de radiopacidad que puede enmascarar defectos o lesiones al observar la radiografía (Yasa et al., 2015).

En este estudio, MTA Densell Reparative junto con el composite SureFill SDR Flow excedieron los valores requeridos de radiopacidad, mientras que Biodentine y ionómero vítreo Equia Forte estuvieron en las cercanías al límite del valor equivalente a los 3 mm de Al. Estudios que comparan la radiopacidad entre resinas compuestas convencionales y las resinas bulk-fill, hallaron que las últimas, presentan valores mayores de radiopacidad, como la resina SureFill SDR Flow de

Dentsply (Tarcin et al., 2016). En este estudio, esta resina obtuvo valores altos de radiopacidad, probablemente por el peso atómico del componente destinado a dar radiopacidad, el óxido de bario, considerando que el peso atómico del bario es 137.32. Además, para lograr un valor de radiopacidad más alto que los valores del esmalte, el volumen de relleno en las resinas compuestas debe ser mayor al 70%, y el porcentaje de masa de radiopacificadores en relleno, las partículas deben exceder el 20% (Watts, 1987). El nivel de radiopacidad de las resinas compuestas en general, varía según diversos factores; entre estos, características del relleno como tipo, fracción en volumen, densidad, tamaño y distribución y el tipo de partículas radiopacificadores.

Según Pedrosa, los materiales se ubican en la zona coronaria de la pieza dentaria, al tomar la radiografía, solamente había superposición de los tejidos blandos y de tejido dentario. Estableció que las resinas compuestas deben tener valores de radiopacidad superiores a los valores del esmalte, para un óptimo contraste y detección ideal de caries secundaria en la radiografía. En el trabajo, dos composites flow tuvieron una radiopacidad menor a 3 mm Al. (Pedrosa et al., 2011).

Los materiales a base de silicato de calcio, constituyen una nueva alternativa a diversas situaciones clínicas, cambiando el pronóstico de muchas de ellas. Son reconocidos por su biocompatibilidad y por ser inductores de tejidos mineralizados (Kaur, 2017). Los trióxidos minerales agregados derivan del cemento Portland. Este cemento tiene bajas propiedades mecánicas, principalmente por su componente de aluminio, que hace que el producto sea frágil, además de ser dificultosa su manipulación. Biodentine, presenta una composición mejorada, lo que se traduce en propiedades superiores en relación al tiempo de fraguado, manipulación y resistencia mecánica (Cedillo, 2013).

En relación a la radiopacidad, MTA Reparative Densell, fue el material que obtuvo el mayor valor, no solo en comparación con Biodentine, sino también, con respecto a todos los materiales aquí estudiados. El radiopacificador es el óxido de bismuto que posee un peso atómico de 208.98, el más alto de los materiales analizados en este trabajo. Sin embargo, debe recordarse que se ha demostrado que el óxido de bismuto es perjudicial para las propiedades físicas de MTA, ya que podría disminuir la liberación de hidróxido de calcio (Camilleri, 2010). Se ha buscado materiales radiopacificadores alternativos para reemplazar el óxido de bismuto. Biodentine contiene óxido de zirconio. El zirconio presenta 91.22 de peso atómico, lo que explica la menor radiopacidad del material.

Los ionómeros vítreos presentan ventajas como la adhesión química, biocompatibilidad y capacidad de liberación de fluoruros. Pero desde sus inicios, los

primeros ionómeros vítreos carecían de radiopacidad adecuada, lo que dificultaba diferenciar radiográficamente cualquier caries recurrente de la restauración. Debido a esta insuficiencia, los fabricantes mejoraron los materiales a base de ionómero vítreo al incorporar rellenos o usando compuestos radiopacos como bario o estroncio (Brzović-Rajić et al., 2018). El cemento Equia Forte, fue el material que presentó valores más bajos de radiopacidad en concordancia con el radiopacificador estroncio de peso atómico 87,62, el más bajo de los cuatro materiales usados en este trabajo.

Si bien en este estudio se realizó el método de la evaluación convencional de la radiopacidad en el que las probetas fueron evaluadas sin tejidos asociados, resulta un estudio in vitro de interés ya que en la bibliografía no hay trabajos científicos que comparen la radiopacidad de estos materiales en forma comparativa.

## CONCLUSIONES

En las condiciones experimentales de este trabajo puede concluirse que, si bien todos los materiales estudiados reúnen los requisitos de radiopacidad, la radiopacidad es variable en función del material.

## REFERENCIAS

Brzović-Rajić V, Miletić I, Gungan S, Peroš K, Verzak Ž y Ivanišević-Malčić A. (2018). Fluoride release from glass ionomer with nano filled coat and varnish. *Acta Stomatol Croat*, 52(4), 307–313. <https://doi.org/10.15644/asc52/4/4>

Camilleri J. (2010). Evaluation of the physical properties of an endodontic Portland cement incorporating alternative radiopacifiers used as root-end filling material. *Int Endod J*, 43(3), 231–240. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01670.x>

Camps J, Pommel L y Bukiet F. (2004). Evaluation of periapical lesion healing by correction of gray values. *J Endod*, 30(11), 762–766. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000129964.50505.b2>

Cedillo J, Espinosa R, Curiel R y Huerta A. (2013). Nuevo sustituto bioactivo de la dentina; silicato tricálcico purificado. *RODYB*, 2(2), 1–12. <https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2013/05/BIODENTINE-5-de-Abril-2013.pdf>

Dukic W, Delija B, Derossi D y Dadić I. (2012). Radiopacity of composite dental materials using a digital X-ray system. *Dent Mater J*, 31(1), 47–53. <https://doi.org/10.4012/dmj.2011-119>

Fonseca RB, Branco CA, Soares PV, Correr-Sobrinho L, Haiter-Neto F, Fernandes-Neto AJ y Soares CJ. (2006). Radiodensity of base, liner and luting dental materials. *Clin Oral Investig*, 10(2), 114–118. <https://doi.org/10.1007/s00784-005-0030-3>

Grech L, Mallia B y Camilleri J. (2013). Characterization of set Intermediate Restorative Material, Biodentine, Bioaggregate and a prototype calcium silicate cement for use as root-end filling materials. *Int Endod J*, 46(7), 632–641. <https://doi.org/10.1111/iej.12039>

ISO - International Organization for Standardization. (2012). *Dentistry — Root canal sealing materials* (Norma núm. 6876). <https://www.iso.org/standard/45117.html>

Kaup M, Schäfer E y Dammaschke T. (2015). An in vitro study of different material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA. *Head Face Med*, 11, 16. <https://doi.org/10.1186/s13005-015-0074-9>

Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M y Saini M. (2017). MTA versus Biodentine: review of literature with a comparative analysis. *J Clin Diagn Res*, 11(8), ZG01–ZG05. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/25840.10374>

Leonhardt AM y Paduli NR. (2018). Radiopacidad de cementos a base de silicato de calcio. *Canal Abierto*, 37(1), 4-7. <https://www.socendochile.cl/upfiles/revistas/37.pdf>

Pedrosa RF, Brasileiro IV, dos Anjos Pontual ML, dos Anjos Pontual A y da Silveira MM. (2011). Influence of materials radiopacity in the radiographic diagnosis of secondary caries: evaluation in film and two digital systems. *Dentomaxillofac Radiol*, 40(6), 344–350. <https://doi.org/10.1259/dmfr/93764866>

Salzedas LM, Louzada MJ y de Oliveira Filho AB. (2006). Radiopacity of restorative materials using digital images. *J Appl Oral Sci*, 14(2), 147–152. <https://doi.org/10.1590/s1678-77572006000200015>

Shahid S, Hassan U, Billington RW, Hill RG y Anderson P. (2014). Glass ionomer cements: effect of strontium substitution on esthetics, radiopacity and fluoride release. *Dent Mater*, 30(3), 308–313. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.12.003>

Tanalp J, Karapınar-Kazandağ M, Dölekoğlu S y Kayahan MB. (2013). Comparison of the radiopacities of different root-end filling and repair materials. *ScientificWorldJournal*, 2013, 594950. <https://doi.org/10.1155/2013/594950>

Tarcin B, Gumru B, Peker S y Ovecoglu HS. (2016). Evaluation of radiopacity of bulk-fill flowable composites using digital radiography. *Oper Dent*, 41(4), 424–431. <https://doi.org/10.2341/15-153-L>

Tsuge T. (2009). Radiopacity of conventional, resin-modified glass ionomer, and resin-based luting materials. *J Oral Sci*, 51(2), 223–230. <https://doi.org/10.2334/josnusd.51.223>

Watts DC. (1987). Radiopacity vs. composition of some barium and strontium glass composites. *J Dent*, 15(1), 38–43. [https://doi.org/10.1016/0300-5712\(87\)90096-0](https://doi.org/10.1016/0300-5712(87)90096-0)

Yasa B, Kucukyilmaz E, Yasa E y Ertas ET. (2015). Comparative study of radiopacity of resin-based and glass ionomer-based bulk-fill restoratives using digital radiography. *J Oral Sci*, 57(2), 79–85. <https://doi.org/10.2334/josnusd.57.79>

### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue parcialmente financiado por el subsidio 20020160100037BA de la Programación Científica de la UBA y por FOUBA Res (CD) N° 330/19-01

### **Dirección para correspondencia**

Cátedra de Materiales Dentales  
Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires  
Marcelo T. de Alvear 2142, Piso 3B  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AAH  
[materiales.dentales@odontologia.uba.ar](mailto:materiales.dentales@odontologia.uba.ar)