

Estudio comparativo de la solubilidad de dos selladores endodónticos biocerámicos y un sellador a base de resinas

Comparative study of the solubility of two bioceramic endodontic sealers and one epoxy-resin based sealer

Presentado: 2 de abril de 2024
Aceptado: 14 de enero de 2025
Publicado: 25 de febrero de 2025

Alejandro Leonhardt,^a Nicolás Paduli,^b Osvaldo Zmener,^c Miguel Chantiri^b

^a Hospital José María Cullen, Servicio de Endodoncia, Santa Fe, Santa Fe, Argentina

^b Práctica privada, Santa Fe, Santa Fe, Argentina

^c Universidad del Salvador, Facultad de Medicina, Carrera de Especialización en Endodoncia USAL/AOA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Resumen

Objetivos: Evaluar la solubilidad de los materiales endodónticos biocerámicos BioLineSealer Z, Bio C Sealer y del sellador a base de resina epoxi AH-Plus.

Materiales y métodos: El ensayo de solubilidad fue realizado mediante una modificación de la norma UNE-EN ISO 6876:2012. Se prepararon 18 (n=18) probetas en forma de discos de 10 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor (n=6 por material), se pesaron y se almacenaron en frascos de vidrio conteniendo agua destilada. Luego de 24 horas se removieron de los frascos, se secaron y se pesaron nuevamente. Los discos se almacenaron nuevamente en agua destilada durante 30 días luego de los cuales se secaron y se volvieron a pesar. La solubilidad de los materiales problema se calculó en base a la pérdida de masa de las probetas. También se calculó la masa de los residuos remanentes en los frascos. La correlación en cuanto a la pérdida de masa luego de 24 horas y 30 días se calculó mediante ANOVA y la comparación se realizó con el test de comparación múltiple de Tukey. Para comparar los

materiales que dejaron residuos se usó el test *t* de Student. El nivel de significancia establecido fue $p < 0,05$.

Resultados: Con respecto a la solubilidad de los materiales ensayados se halló un efecto estadísticamente significativo para los factores material y tiempo y su interacción (ANOVA $p < 0,001$). El test de Tukey mostró diferencias significativas entre Bio C Sealer y los otros dos materiales ($p < 0,05$) mientras que no hubo diferencias significativas entre BioLineSealer Z y AH-Plus. Con respecto a los residuos removidos de los frascos, la prueba *t* de Student reveló que hubo diferencias significativas ($p = 0,003$) entre Bio C Sealer y BioLineSealer Z.

Conclusión: Los selladores BioLineSealer Z y AH-Plus presentan un índice de solubilidad que responde a la norma UNE-EN ISO 6876:2012, mientras que Bio C Sealer revela una solubilidad promedio mayor a la requerida por la norma.

Palabras clave: Endodoncia, selladores biocerámicos, silicato de calcio, solubilidad.

Abstract

Aim: To evaluate the solubility of the bioceramic endodontic materials BioLine Sealer Z, Bio C Sealer and the epoxy resin-based sealant AH-Plus.

Material and methods: The solubility test was carried out based on a modification of the UNE-EN ISO 6876:2012 standard. 18 (n=18) specimens were prepared in the form of discs with a diameter of 10 mm and a thickness of 1.5 mm (n=6 per material), weighed and stored in glass bottles con-

taining distilled water. After 24 hours they were removed from the jars, dried and weighed again. The disks were then stored again in distilled water for 30 days, after which they were dried and reweighed. The solubility of the test materials was calculated based on the mass loss of the specimens. The mass of the residue remnants in the jars was also calculated. The correlation in terms of mass loss after 24 hours and 30 days was calculated using ANOVA and the comparison was made



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

with Tukey's multiple comparison test. To compare the materials that left residues, the Student t test was used. The level of significance was set at $p < 0.05$.

Results: Regarding the solubility of the tested materials, a statistically significant effect was found for the factors material and time and their interaction (ANOVA $p < 0.001$). The Tukey test showed that there were significant differences between Bio C Sealer and the other two materials ($p < 0.05$) while no significant differences were observed between BioLineSeal-

er Z and AH-Plus. Regarding the residues removed from the flasks, the Student t test found significant differences ($p = 0.003$) between Bio C Sealer and BioLineSealer Z.

Conclusion: The BioLineSealer Z and AH-Plus sealants present a solubility index that meets the UNE-EN ISO 6876:2012 standard, while Bio C Sealer showed a greater average solubility than that required by the standards.

Keywords: Bioceramic sealers, calcium silicate, endodontics, solubility.

Introducción

La obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares mediante el uso de materiales biocompatibles y estables es un requerimiento fundamental para alcanzar el éxito endodóntico.¹ Los selladores endodónticos se utilizan para obtener un sellado estable mediante el relleno de las discrepancias entre la pared dentinaria y la gutapercha.² Un sellador ideal debería ofrecer una cantidad de propiedades específicas,³ y poseer un índice de solubilidad relativamente bajo constituye una de las propiedades físicas más deseables.^{4,5} Un sellador con un alto índice de solubilidad suele presentar micro espacios a lo largo de la interfaz gutapercha/pared dentinaria, proporcionando una vía adecuada para el ingreso de los fluidos orales y/o microorganismos y sus productos tóxicos hacia los tejidos periapicales.⁶ El requerimiento de un bajo índice de solubilidad para un sellador endodóntico fue introducido en el año 2000 dentro de la especificación ANSI/ADA No. 57 y en 2001 como requisito imprescindible en la norma 6876 de la Organización Internacional de Normalización para materiales selladores de conductos radiculares. Según la norma, la solubilidad de un sellador no deberá exceder el 3% de la fracción en masa después de una inmersión en agua durante 24 horas.⁷

Los selladores biocerámicos son materiales cerámicos bioactivos y biocompatibles, específicamente diseñados para su uso médico y odontológico en humanos. Están constituidos por alúmina (óxido de aluminio), óxido de circonio, cerámicas y vidrios bioactivos y silicatos de calcio que se han venido utilizando desde hace ya un tiempo como materiales de obturación retrógrada.^{8,9} El silicato de calcio es un material que no se contrae al endurecer en un medio húmedo y se expande ligeramente tras la finalización del proceso de fraguado, no produce una respuesta inflamatoria significativa en contacto con los tejidos perirradiculares y son bioactivos ya que tienen la capacidad de formar hidroxiapatita y establecer un enlace químico entre la dentina y el sellador.¹⁰

El Bio C Sealer (BCS; Angelus Londrina, Brasil) es un sellador endodóntico biocerámico provisto en jeringa. De acuerdo con el fabricante, el material tiene propiedades antibacterianas, sella adecuadamente la interfaz material/pared dentinaria e induce la regeneración de los tejidos periradulares.¹¹ En comparación con los cementos selladores tradicionales, presenta la ventaja de no requerir procedimientos de mezclado. La presentación "lista para usar" facilita su aplicación en el espacio del conducto radicular simplificando su manipulación. El BCS utiliza la humedad presente en los túbulos dentinarios para completar su reacción de fraguado.

El BioLineSealer Z (BSZ; Denteline) es un nuevo cemento sellador biocerámico a base de silicato de calcio de reciente aparición en el mercado. El BSZ está compuesto por un polvo y un líquido y según informa el fabricante el sellador presenta propiedades antimicrobianas y bioactivas que permiten estimular la reparación de los tejidos perirradulares.

El AH-Plus (AHPS; Dentsply) es un cemento sellador a base de resinas constituido por un polímero de epoxi-amina al cual se le atribuyen excelentes propiedades fisicoquímicas, buena capacidad de sellado, adhesión a las paredes dentinarias, acción antimicrobiana, de fácil preparación, buen corrimiento y un índice de solubilidad reducido.¹² Debido a sus propiedades, se lo suele considerar como "Gold Standard" y se lo utiliza frecuentemente como control en los ensayos experimentales cuando se comparan diferentes materiales entre sí.^{11,12}

El objetivo del presente estudio *in vitro* fue evaluar la solubilidad del BSZ, BCS y AHPS. La hipótesis nula postula que no hay diferencias respecto al índice de solubilidad de los tres materiales.

Materiales y métodos

La composición de los materiales utilizados en el presente estudio se encuentra detallada en la Tabla 1. Se prepararon dentro de moldes de silicona

Tabla 1. Materiales utilizados

MATERIAL	FABRICANTE	LOTE	COMPOSICIÓN QUÍMICA
BioLineSealer Z (polvo/líquido)	Denteline, Maringa, Brasil	L 2102246	Silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de zirconio y dióxido de titanio. Líquido: solución acuosa de alcohol polivinílico y cloruro de calcio.
Bio C sealer (jeringa)	Angelus, Londrina, Brasil	64464	Silicato de calcio, aluminato de calcio, óxido de calcio, óxido de hierro, dióxido de silicio y agente de dispersión (polietilenglicol).
AH-Plus	Dentsply Sirona, Estados Unidos	2210000544	Pasta A: Resina epoxi de Bisfenol-A, resina epoxi de Bisfenol-F, tungstenato de calcio, óxido de zirconio, sílice, óxido de hierro. Pasta B: Dibenzil-diamina, aminoadamantino, triciclo-decano-diamina, tungstenato de calcio, óxido de zirconio, sílice.

18 (n=18) probetas en forma de discos de 10 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor (n=6 por material) en base a una modificación de la norma UNE-EN ISO 6876:2012. La modificación consistió en la reducción del tamaño de los discos y del volumen del componente líquido en un 50% según la norma. Esta reducción fue realizada en base a los procedimientos descriptos por Carvalho Jr *et al.*,¹³ con el objeto de disminuir la cantidad de material utilizado. Para la preparación de las probetas, los materiales fueron utilizados y manipulados estrictamente de acuerdo a las instrucciones de los fabricantes. Todos los discos fueron ubicados en estufa a 37 °C y 95% de humedad relativa durante 24 horas para permitir su completo fraguado. Luego fueron desmoldados y secados a 110 °C durante 30 minutos para estabilizar su peso. Los especímenes contenidos en frascos individuales fueron pesados en una balanza de precisión Ohaus Pioneer PX 163 (OHAUS Corporation, Estados Unidos) con 0,001 g de legibilidad, para establecer su peso inicial. A continuación, se les añadió 25 ml de agua destilada (Cicarelli, Buenos Aires, Argentina [lote 68575]), se suspendieron en sus frascos mediante un alambre de ortodoncia y se ubicaron en estufa a 37 °C durante 24 horas. Pasado ese lapso, los discos fueron retirados y lavados con agua destilada recogiendo el agua de lavado en cada frasco correspondiente. Luego fueron secados en estufa a 110 °C durante 30 minutos para estabilizar el peso. El agua del lavado junto con el agua contenida en cada frasco fue evaporada en su totalidad en estufa a 110 °C durante 90 minutos para cuantificar el residuo sólido eliminado de cada una de las muestras. Todos los discos y sus frascos correspondientes fueron pesados bajo las mismas condiciones utilizando la misma balanza de precisión L. Los valores de pesada obtenidos fueron registrados en una planilla Excel y los resultados fueron analizados mediante ANOVA, el test de comparación múltiple de Tukey.

Para comparar los materiales que dejaron residuos se usó el test *t* de Student. El nivel de significancia establecido fue $p < 0,05$.

Los resultados fueron analizados independientemente por dos observadores previamente calibrados. En caso de desacuerdo los observadores discutieron el caso en cuestión hasta llegar a un consenso.

Resultados

Los resultados promedio (DS) de solubilidad y de los residuos recogidos pueden observarse en las tablas 2 y 3. ANOVA reveló una diferencia significativa en relación al factor material en cuanto a la variable dependiente (solubilidad) con un valor de $F=302,6$, que corresponde a un valor de probabilidad (alfa) de $p < 0,001$. La prueba de Tukey mostró una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre BCS y los otros dos materiales. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre BSZ y AHPS. El test *t* de Student reveló una diferencia estadísticamente significativa ($t=3,82$; $p=0,003$) entre BCS y BSZ con respecto a los residuos recogidos

Tabla 2. Valores de solubilidad promedio

Material	Media	DS
AHPS	0,21% ^b	0,06
BCS	9,66% ^a	1,27
BSZ	0,85% ^b	0,20

DS: Desvío estándar; BCS: BioLineSealer Z; BSZ: Bio C Sealer; AHPS: AH-Plus. Letras iguales: $p > 0,05$; Letras diferentes: $p < 0,05$ (Test de Tukey).

Tabla 3. Resultados de residuo en frascos

Material	Media	DS
BCS	0,04	0,01
BSZ	0,02	0,01

DS: desvío estándar; BCS: BioLineSealer Z; BSZ: Bio C Sealer. Diferencia entre medias: $p < 0,05$ (Test *t* de Student).

de los frascos. En base a los resultados, la hipótesis nula fue rechazada.

Discusión

Una de las propiedades fundamentales de los selladores endodónticos es la de proveer un sellado adecuado de la interfaz material/pared dentinaria, de manera tal que impida el tránsito de fluidos irritantes y patógenos microbianos a lo largo del sistema de conductos radiculares para lo cual deberían ser insolubles y dimensionalmente estables en función tiempo.¹⁴ Según la norma actual UNE-EN ISO 6876:2012, la solubilidad de un sellador endodóntico no debe exceder el 3% de fracción de masa después de la inmersión en agua durante 24 horas. Estas propiedades son importantes porque con mucha frecuencia los selladores entran en contacto con los fluidos presentes en los tejidos perirradiculares durante largos períodos de tiempo.¹⁵

Con respecto a la reducción del tamaño de las muestras, Carvalho Jr. *et al.* demostraron que esta reducción permite optimizar los procedimientos experimentales sin afectar los resultados del ensayo. En el presente ensayo, los resultados obtenidos con AHPS coinciden con los de Poggio *et al.*,¹⁶ Garrido *et al.*¹⁷ y Marciano *et al.*,¹⁸ quienes demostraron que los selladores a base de resina epoxi como AHPS se caracterizan por presentar un bajo índice de solubilidad.

Las diferencias significativas observadas entre BSZ (polvo y líquido) y BCS presentado en jeringa, se debe probablemente al mecanismo de hidratación.¹⁰ El catalizador de los selladores biocerámicos es el agua y en los selladores constituidos por polvo y líquido se les incorpora el agua en el momento del espátulado, previo a la inserción en el conducto radicular. En la presentación en jeringa el agua se incorpora a la masa del material luego de la inyección en el diente mediante la humedad presente en los canales dentinarios, siendo esta una hidratación lenta y unidireccional, la cual retrasa el inicio y fin del proceso de fraguado (Leonhardt *et al.*, 2023; datos no publicados). Como consecuencia, el material presenta un mayor índice de solubilidad, permeabilidad y porosidad, lo que a su vez produce una pérdida de adherencia y de resistencia mecánica.¹⁹

Una de las posibles limitaciones del presente estudio fue el uso de agua destilada para el ensayo de solubilidad. Si bien la norma ISO 6876:2012 requiere el empleo de este medio, es necesario considerar que el estudio fue realizado bajo condiciones *in vitro* y que la solubilidad de los materiales ensayados en agua destilada no estaría representando el comportamiento de los mismos en la situación clínica, donde

estarán en contacto con un medio orgánico diferente. En ese sentido, aún se requieren nuevas investigaciones que permitan estudiar las propiedades de los materiales analizados bajo condiciones que representen adecuadamente el medio biológico con el que normalmente se relacionan.

Conclusiones

Dentro de los límites del presente ensayo, es posible concluir que los selladores BSZ y AHPS presentan un índice de solubilidad que responde a la norma UNE-EN ISO 6876:2012, mientras que BCS revela una solubilidad promedio mayor a la requerida por la norma.

Contribución de roles

AL, OZ, NP y MCH contribuyeron en la concepción de la idea, el diseño del estudio, el análisis e interpretación de los datos, en la redacción y revisión crítica del manuscrito. AL y MCH participaron en el proceso de investigación y recolección de los datos. Todos los autores aprobaron la versión final para ser publicada y son capaces de responder respecto de todos los aspectos del manuscrito.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en relación con este artículo científico. AL participó en la formulación y desarrollo del material BioLineSealer Z sin relación comercial con el laboratorio.

Fuentes de financiamiento

Este estudio fue financiado exclusivamente por los autores.

Agradecimientos

Al Dr. Ricardo Macchi por su colaboración en el análisis estadístico de los datos.

Identificadores ORCID

AL  0009-0001-9835-9876
 NP  0009-0000-9329-0796
 OZ  0000-0002-3877-658X
 MC  0009-0009-3590-2294

Referencias

1. Wu MK, Van Der Sluis LWM, Wesselink PR. Fluid transport along gutta-percha backfills with and without sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod* 2004;97:25762. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2003.07.008>
2. Viapiana R, Flumignan DL, Guerreiro-Tanomaru JM, Camilleri J, Tanomaru-Filho M. Physicochemical and mechanical properties of zirconium oxide and niobium oxide modified Portland cement-based experimental endodontic sealers. *Int Endod J* 2013;47:437-48. <https://doi.org/10.1111/iej.12167>. Epub 28 agosto 2013.
3. Gutmann JL, Witherspoon DE. "Obturation of the cleaned and shaped root Canalssystem", en: Cohen S, Burns RC (eds.). *Pathways of the pulp*. 8va ed., Mosby, St Louis, 2002, pp. 293-364.
4. Ørstavik D, Nordhal I, Tibbals JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater* 2001;7:146-51. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(01\)00011-2](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(01)00011-2)
5. Schäfer E, Zandbiglari T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J* 2003;36:660-9. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2003.00705.x>
6. Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Rached-Júnior FA, De-Deus G, Miranda CES, et al. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxyresin-based sealer after a solubility test. *Int Endod J* 2012;45:419-28. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01992.x>
7. Poggio C, Lombardini M, Alessandro C, Simonetta R. Solubility of root-end-filling materials: a comparative study. *J Endod* 2007; 33:1094-7. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.05.021>. Epub 5 julio 2007.
8. Wang Z. Bioceramic materials in endodontics. *Endod Topics* 2015;32:3-30. <https://doi.org/10.1111/etp.12075>
9. Trope M, Bunes A, Debelian G. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope? *Endod Topics* 2015;32:86-96. <https://doi.org/10.1111/etp.12074>
10. Poggio C, Dagna A, Ceci M, Meravini MV, Colombo M, Pietracola G. Solubility and pH of bioceramic root canal sealers: A comparative study. *J Clin Exp Dent* 2017;9:e1189-94. <https://doi.org/10.4317/jced.54040>
11. Tolosa-Monfá A, Veroni A, Blasi-Cabús J, Ballester-Palacios ML, Berástegui-Jimeno E. Cytotoxicity comparison of Bio C Sealer against multiple root canal sealers. *J Clin Exp Dent* 2023;15:e110-e17. <https://doi.org/10.4317/jced.59868>
12. Jung S, Libricht V, Sielker S, Hanisch MR, Schäfer E, Dammaschke T. Evaluation of the biocompatibility of root canal sealers on human periodontal ligament cells *ex vivo*. *Odontology* 2019;107:54-63. <https://doi.org/10.1007/s10266-018-0380-3>. Epub 23 julio 2018.
13. Torres FFE, Guerreiro-Tanomaru JM, Bosso-Martelo R, Espir CG, Camilleri J, Tanomaru-Filho M. Solubility, porosity, dimensional and volumetric change of endodontic sealers. *Braz Dent J* 2019;30:368-73. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201902607>
14. Carvalho-Junior JR, Correr-Sobrinho L, Correr AB, Sinhoreti MAC, Consani S, Sousa-Neto MD. Solubility and dimensional change after setting of root canal sealers: a proposal for smaller dimensions of test samples. *J Endod* 2007;33:1110-6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.06.004>
15. Lim M, Jung C, Shin DH, Cho YB, Song M. Calcium silicate-based root canal sealers: a literature review. *Restor Dent Endod* 2020;45:e35. <https://doi.org/10.5395/rde.2020.45.e35>
16. Poggio C, Arciola CR, Dagna A, Colombo M, Bianchi S, Visai L. Solubility of root canal sealers: a comparative study. *Int J Artif Organs* 2010;33:676-81. <https://doi.org/10.1177/039139881003300914>
17. Garrido ADB, Lia RCC, França SC, da Silva JF, Astolfi-Filho S, Sousa-Neto MD. Laboratory evaluation of the physicochemical properties of a new root canal sealer based on *Copaifera multijuga* oil-resin. *Int Endod J* 2010;43:283-91. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01678.x>
18. Marciano MA, Guimarães BM, Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Cavenago BC, Garcia RB, et al. Physical properties and interfacial adaptation of three epoxy resin-based sealers. *J Endod* 2011;37:1417-21. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.06.023>. Epub 6 agosto 2011.
19. Vazquez-Moreno T, Tebar DG. Contribución al estudio de las reacciones de hidratación del cemento portland, por espectroscopio infrarrojo: Estudio de las fases sintetizadas del clínker de cemento portland. *Mater Constr* 1976;26:27-38. <https://doi.org/10.3989/mc.1976.v26.i161.1244>

Cómo citar este artículo

Leonhardt A, Paduli N, Zmener O, Chantiri R. Estudio comparativo de la solubilidad de dos selladores endodónticos biocerámicos y un sellador a base de resinas. *Rev Asoc Odontol Argent* 2025;113:e1130411 <https://doi.org/10.52979/raoa.1130411.1261>

Contacto:

ALEJANDRO LEONHARDT
aleleon_1264@hotmail.com