

## PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS SELLADORES DE CONDUCTOS RADICULARES A BASE DE SILICONAS

Fabiola Cardoso-Maldonado\*, César Iván Gaitán-Fonseca, Carlos Omar Bermúdez-Jiménez,  
Luis Alejandro Aguilera-Galaviz, Margarita de la Luz Martínez-Fierro, Idalia Garza-Veloz

Correo electrónico: \* 29104759@uaz.edu.mx

### RESUMEN

**Introducción.** La elección de un cemento endodóntico contribuye en gran medida al éxito a largo plazo del tratamiento de conductos, este debe cumplir con ciertas características físicas, químicas y biológicas. Es importante la evaluación de la biocompatibilidad y citotoxicidad debido al estrecho contacto con los tejidos perirradiculares. Se abordan las propiedades biológicas que deben cumplir los selladores endodónticos a base de siliconas. **Material y métodos.** Se realizó una recopilación en PubMed de publicaciones de los últimos 10 años con las siguientes palabras clave: “biocompatibility” AND “silicone based sealer”; “cytotoxicity” AND “silicone based sealer”. Se incluyeron aquellos artículos cuya metodología abarcara el estudio del comportamiento biológico de cementos a base de siliconas. **Hipótesis.** Los cementos selladores a base de siliconas son biocompatibles y tienen baja citotoxicidad. **Resultados.** Los cementos selladores a base de siliconas se han comparado con cementos comerciales a base de resinas, de hidróxido de calcio, óxido de zinc y eugenol, de ionómero, entre otros. Para la determinación del comportamiento biológico de los cementos endodónticos se utilizan pruebas in vitro en donde las células se exponen a eluidos del cemento y pruebas in vivo por medio de implante subcutáneo en modelos murinos. Para el caso del estudio in vitro evalúa el porcentaje de viabilidad celular principalmente, además de estudios complementarios. Para las pruebas in vivo se evalúan variables como la reacción inflamatoria, infiltrado de macrófagos, espesor de la cápsula fibrosa, cambios vasculares, condensación de fibras de colágeno, formación de abscesos, entre otras. **Conclusiones** Los selladores a base de siliconas presentan baja citotoxicidad y biocompatibilidad aceptables.

**Palabras clave:** Biocompatibilidad, citotoxicidad, in vivo, in vitro, cemento endodóntico, materiales dentales.

### ABSTRACT

**Introduction.** The choice of an endodontic cement contributes greatly to the long-term success of root canal treatment, it must meet certain physical, chemical and biological characteristics. Evaluation of biocompatibility and cytotoxicity is important due to close contact with periradicular tissues. The biological properties that silicone-based endodontic sealants must meet are addressed. **Material and methods.** A PubMed compilation of publications from the last 10 years was made with the following keywords: “biocompatibility” AND “silicone based sealer”; “cytotoxicity” AND “silicone based sealer”. Those articles whose methodology covered the study of the biological behavior of silicone-based cements were included. **Hypothesis.** Silicone-based luting cements are biocompatible and have low cytotoxicity. **Results.** Silicone-based sealing cements have been compared with commercial cements based on resins, calcium hydroxide, zinc oxide and eugenol, ionomer, among others. To determine the biological behavior of endodontic cements, in vitro tests are used in which cells are exposed to cement eluates and in vivo tests by means of subcutaneous implantation in murine models. In the case of the in vitro study, it mainly evaluates the percentage of cell viability, in addition to complementary studies. For the in vivo tests, variables such as the inflammatory reaction, macrophage infiltrate, thickness of the fibrous capsule, vascu-

lar changes, condensation of fibers of collagen, abscess formation, among others. **Conclusions.** Silicone-based sealants have low cytotoxicity and acceptable biocompatibility.

**Key words:** Biocompatibility, cytotoxicity, in vivo, in vitro, endodontic cement, dental materials.

## INTRODUCCIÓN

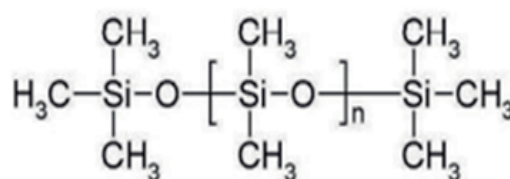
El objetivo final de los procedimientos de endodoncia debe ser la obturación total y tridimensional del espacio del conducto radicular y los canales accesorios, después de una limpieza y conformación adecuadas (Santos et al., 2019). La elección de un cemento endodóntico contribuye en gran medida al éxito a largo plazo del tratamiento de conductos (Komabayashi et al., 2020). Este material de obturación debe cumplir con ciertas propiedades físicas, químicas y biológicas ideales, que fueron descritas por Grossman como “el cemento ideal” para asegurar el sellado marginal, tiempo de trabajo y de fraguado adecuado, no pigmentar el diente, que sea dimensionalmente estable, radiopaco, baja solubilidad, tolerancia por los tejidos, entre otras (Patiño-Herrera, Rueda, Fonseca, Cuisinier, & Pérez, 2016; Santos et al., 2019).

Durante el tratamiento de conductos, el material de obturación llega a tener contacto estrecho con los tejidos periapicales de tal manera que los componentes potencialmente tóxicos pueden filtrarse a través de eluidos y productos de degradación propios de los tejidos periapicales, por ello resulta importante estudiar las características biológicas de biocompatibilidad y citotoxicidad de selladores (Accardo, Himel, & Lallier, 2014; Camargo et al., 2014). Para el clínico, es importante conocer las características del sellador y así tomar una elección adecuada para cada caso clínico que se le presente en la práctica odontológica.

Entre la amplia variedad de cementos que se encuentran disponibles en el mercado encontramos aquellos a base de óxido de zinc eugenol, salicilato, ionómero de vidrio, hidróxido de calcio, silicona, resina epoxi, silicato tricálcico y sistemas de sellador de

resina de metacrilato (Komabayashi et al., 2020; Santos et al., 2019).

El polidimetilsiloxano es un material de compuestos poliméricos que se conocen comúnmente como siliconas (Figura 1). Es ópticamente transparente, inerte, no tóxico, no inflamable, no volátil y es conocido por sus inusuales propiedades de fluidez, es viscoelástico a temperaturas altas y sólido elástico a temperaturas bajas, presenta insolubilidad en agua (Jain, Pruthi, & Sikri, 2014). Es ampliamente utilizado en aplicaciones industriales, domésticas, alimentarias y medicinales o farmacéuticas (Chemicals, 1994; Chemicals, 2011).



**Figura 1.** Estructura química Polidimetilsiloxano (PDMS).

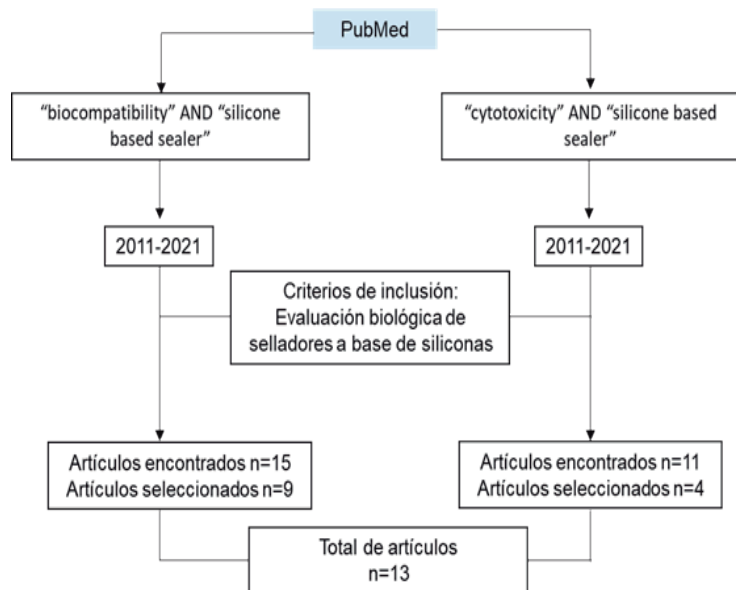
El PDMS presenta una tasa de flujo alta y un espesor de película bajo que permiten que el material fluya en los túbulos en donde la gutapercha no alcanza a obturar, es insoluble y presenta excelente radio opacidad. Al fraguar, demuestra buena adaptación a las paredes del conducto por medio de la expansión de 0.2% al fraguar (Chemicals, 2011; Jain et al., 2014).

La Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés), ha puesto a disposición de los fabricantes de productos sanitarios y de los profesionales las normas que rigen las características que deben cumplir los dispositivos médicos. La norma ISO 10993 tiene como objetivo proporcionar un enfoque estructurado para planificar una evaluación biológica de los dispositivos médicos (Narloch, 2021).

Se realiza una revisión de los cementos endodónticos a base de siliconas que se encuentran disponibles en el mercado, específicamente de las propiedades biológicas de biocompatibilidad y citotoxicidad.

## METODOLOGÍA

Se realizó una recopilación en PubMed de publicaciones de los últimos 10 años con las siguientes palabras clave: “biocompatibility” AND “silicone based sealer”; “cytotoxicity” AND “silicone based sealer”. Se incluyeron aquellos artículos cuya metodología abarcara el estudio del comportamiento biológico de cementos a base de siliconas. En la Figura 2 se resume el diagrama de flujo para el número de artículos encontrados y seleccionados para esta revisión. Cabe resaltar que de los 11 artículos encontrados bajo las palabras clave de “cytotoxicity” AND “silicone based sealer”, 6 de ellos se encontraron anteriormente en la búsqueda bajo las palabras clave de “biocompatibility” AND “silicone based sealer”.



**Figura 2.** Diagrama de flujo del número de artículos encontrados y seleccionados.

## RESULTADOS

La biocompatibilidad se define como la capacidad de un material para realizar funciones específicas cuando se implante en tejido vivo, sin

provocar daño en el mismo (Santos et al., 2019). La base para cualquier evaluación de biocompatibilidad es la determinación de sustancias liberadas de un material (eluido), de manera que deben evaluarse tanto la cantidad total de sustancias liberadas como la composición del eluido (Schmalz & Galler, 2017) y se debe tomar en cuenta que la biocompatibilidad de los biomateriales se evalúa examinando la intensidad y duración de la respuesta inflamatoria (Santos et al., 2019). Para evaluar la biocompatibilidad de los materiales dentales existen regulaciones legales y procedimientos que avalan la estandarización de las características de los materiales dentales, dentro de las cuales, las normas ISO 14971, 10993 y 7405 especifican los modos para la evaluación de riesgos clínicos, la selección de pruebas y el rendimiento de las pruebas (Schmalz & Galler, 2017).

Las pruebas in vivo de biocompatibilidad de mayor uso por su similitud con el organismo humano en cuando a respuesta de los tejidos son los ratones, ratas, hámsteres, hurones y conejos. El test más utilizado es el del tejido subcutáneo en ratas, normalmente cepa Wistar, que sean machos o hembras de 200 a 300 g de peso que tengan estandarizada su salud y su edad (Ángela M. Villegas, 2008).

Santos y cols. realizaron el test del implante subcutáneo en 8 ratas Wistar a los 15 días y 8 a los 30 días, evaluando el cemento GuttaFlow Bioseal, GuttaFlow 2 y AH Plus, ponderando la reacción inflamatoria, infiltrado de macrófagos, espesor de la cápsula fibrosa y cambios vasculares en el área quirúrgica. Resultando GuttaFlow con la reacción inflamatoria más baja al día 8, GuttaFlow Bioseal con la mejor biocompatibilidad obteniendo la menor reacción inflamatoria en ambos periodos de tiempo, sin embargo, los tres selladores mostraron biocompatibilidad después de los 30 días de implantación subcutánea (Santos et al., 2019). De forma similar el cemento a base de siliconas, RoekoGutaflo mostró la respuesta más satisfactoria frente a AH Plus y Sealapex Xpress en un estudio realizado con observaciones a los 7, 21 y 63 de exposición en tejido subcutáneo de ratón (da Silva et al., 2018).



La citotoxicidad es la capacidad que poseen ciertos compuestos de producir una alteración de las funciones básicas de la célula lo que produce un daño celular detectable, se puede evaluar por medio de ensayos in vitro que resultan muy útiles para evaluar los efectos biológicos de los biomateriales. (Ángela M. Villegas, 2008; Ríos Hernández, 2006).

Para evaluar la citotoxicidad, de acuerdo a la Norma ISO 10993, las células se exponen al cemento directamente o se preparan eluidos del cemento con medio de cultivo, finalmente se determina la viabilidad celular por medio de diferentes técnicas como MTT, MTS, Azul Alamar, entre otros (Narloch, 2021).

En la bibliografía consultada se describen diferentes diseños experimentales donde se modifica la línea celular de estudio, el tiempo de extracción de los cementos, tiempo de exposición de las células a los eluidos, algunas diluciones de los eluidos, así como los ensayos para revelar el porcentaje de viabilidad celular, entre otras características del diseño experimental. Accardi y cols. realizaron estudio de citotoxicidad a 3 cementos a base de silicona y un cemento a base de resina epoxi, resultando similitud en la viabilidad celular de las muestras a base de silicona, altas tasas de supervivencia celular contra los resultados del cemento a base de resina epoxi, además de una mejor adhesión entre las células (Accardo et al., 2014). En otro estudio donde se evaluaron los cementos AH Plus, EndoRez y RoekoSeal, el menos citotóxico fue el cemento a base de silicona (Camargo et al., 2014). El cemento a base de metacrilato demostró citotoxicidad moderada contra cementos a base de resina epoxy y a base de siliconas (Konjhodzic-Prcic, Jakupovic, Hasic-Brankovic, & Vukovic, 2015a). A las 72 y 96 horas GuttaFlow demostró proliferación celular comparado con cementos como EndoSequence BC, Pulp Canal Sealer EWT y AH Plus (Willershausen, Callaway, Briseño, & Willershausen, 2011). De manera general, los cemento a base de silicona demuestran citotoxicidad de baja a media

en los ensayos dependiendo del periodo de evaluación (Konjhodzic-Prcic, Jakupovic, Hasic-Brankovic, & Vukovic, 2015b; Mandal, Zhao, Sah, Huang, & Liu, 2014).

En un estudio en donde se agruparon los cementos a base de óxido de zinc y eugenol, resina epoxi y silicona, los a base de silicona no demostraron ninguna señal de citotoxicidad siendo el grupo más biocompatible contra los cementos a base de óxido de zinc y eugenol que fueron de severa-moderadamente citotóxicos y los a base de resina epoxi de moderada a levemente citotóxicos (Mandal et al., 2014). De acuerdo al tiempo de extracción de los cementos, tras 7 días de extracción, la viabilidad celular de GuttaFlow aumentó significativamente en comparación con la de todos los grupos. Todos los materiales presentaron algún nivel de citotoxicidad para los fibroblastos, mientras que GuttaFlow fue el sellador menos citotóxico (Scelza, Coil, & Alves, 2012).

## DISCUSIÓN

La biocompatibilidad de los materiales dentales ha ganado un interés creciente durante las últimas décadas debido a la amplia gama de materiales que se han desarrollado y el interés de buscar desarrollar materiales con mejores características que desarrollen una respuesta favorable en el organismo, es un requisito importante debido a que los materiales presentan diferentes componentes que pueden producir irritación o destrucción de los tejidos circundantes debido a su toxicidad, y es un factor importante a evaluar debido a la posibilidad de extrusión accidental del material hacia los tejidos perirradiculares.

Todos los cementos endodónticos presentan cierto grado de citotoxicidad, sobre todo recién mezclados y esta citotoxicidad disminuye conforme pasa el tiempo de trabajo y hasta fraguar.

## CONCLUSIÓN

Los selladores a base de siliconas presentan baja citotoxicidad y biocompatibilidad acep-

tables. Es necesario conjuntar estos resultados con las características físicas y químicas para la elección de dichos cementos. Además, es importante que el clínico ejerza una buena técnica al realizar el tratamiento de endodoncia y un buen manejo del material de obturación para el éxito del tratamiento a largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accardo, C., Himel, V. T., & Lallier, T. E. (2014). A novel GuttaFlow sealer supports cell survival and attachment. *J Endod*, 40(2), 231-234. doi:10.1016/j.joen.2013.08.029
- Ángela M. Villegas, E. N., Diana M. Gómez. (2008). Pruebas de biocompatibilidad de los materiales de uso odontológico: Revisión de la literatura. *Revista Estomatología*, 16, 7. doi:http://dx.doi.org/10.25100/re.v16i2.5681
- Camargo, C. H., Oliveira, T. R., Silva, G. O., Rabelo, S. B., Valera, M. C., & Cavalcanti, B. N. (2014). Setting time affects in vitro biological properties of root canal sealers. *J Endod*, 40(4), 530-533. doi:10.1016/j.joen.2013.08.009
- Chemicals, E. C. o. E. a. T. o. (1994). *Linear Polydimethylsiloxanes Joint Assessment of Commodity Chemicals*, No. 26.
- Chemicals, E. C. f. E. a. T. o. (2011). *Linear Polydimethylsiloxanes*. Second Edition.
- da Silva, L. A. B., Bertasso, A. S., Pucinelli, C. M., da Silva, R. A. B., de Oliveira, K. M. H., Sousa-Neto, M. D., & Consolaro, A. (2018). Novel endodontic sealers induced satisfactory tissue response in mice. *Biomed Pharmacother*, 106, 1506-1512. doi:10.1016/j.biopha.2018.07.065
- Jain, P., Pruthi, V., & Sikri, V. (2014). An ex vivo evaluation of the sealing ability of polydimethylsiloxane-based root canal sealers. 25(3), 336-339. doi:10.4103/0970-9290.138332
- Komabayashi, T., Colmenar, D., Cvach, N., Bhat, A., Primus, C., & Imai, Y. (2020). Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dent Mater J*, 39(5), 703-720. doi:10.4012/dmj.2019-288
- Konjhodzic-Prcic, A., Jakupovic, S., Hasic-Bran-kovic, L., & Vukovic, A. (2015a). Evaluation of Biocompatibility of Root Canal Sealers on L929 Fibroblasts with Multiscan EX Spectrophotometer. *Acta Inform Med*, 23(3), 135-137. doi:10.5455/aim.2015.23.135-137
- Konjhodzic-Prcic, A., Jakupovic, S., Hasic-Bran-kovic, L., & Vukovic, A. (2015b). In vitro comparison of cytotoxicity of four root canal sealers on human gingival fibroblasts. *Medical archives (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina)*, 69(1), 24-27. doi:10.5455/medarh.2015.69.24-27
- Mandal, P., Zhao, J., Sah, S. K., Huang, Y., & Liu, J. (2014). In vitro cytotoxicity of guttaflow 2 on human gingival fibroblasts. *J Endod*, 40(8), 1156-1159. doi:10.1016/j.joen.2014.01.025
- Narloch, R. (2021). Generation of compliant, pre-clinical, biocompatibility data during characterization of medical devices. *I Med SA*, 25.
- Patiño-Herrera, R., Rueda, J. A. M., Fonseca, C. G., Cuisinier, F., & Pérez, E. (2016). Intraradicular dentine silanization by a new silicon-based endodontic sealer. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 69, 115-124. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2016.03.013
- Ríos Hernández, M. C. C., Janet. (2006). Citotoxicidad in vitro: sistema para la evaluación de biomateriales y equipos médicos implantables en Cuba. *Centro Nacional de Investigaciones Científicas. Cuba*, 37, 173-176.
- Santos, J. M., Pereira, S., Sequeira, D. B., Messias, A. L., Martins, J. B., Cunha, H., . . . Santos, A. C. (2019). Biocompatibility of a bioceramic silicone-based sealer in subcutaneous tissue. *J Oral Sci*, 61(1), 171-177. doi:10.2334/josnusd.18-0145
- Scelza, M. Z., Coil, J., & Alves, G. G. (2012). Effect of time of extraction on the biocompatibility of endodontic sealers with primary human fibroblasts. *Braz Oral Res*, 26(5), 424-430. doi:10.1590/s1806-83242012000500008
- Schmalz, G., & Galler, K. M. (2017). Biocompatibility of biomaterials - Lessons learned and considerations for the design of novel materials. *Dent Mater*, 33(4), 382-393. doi:10.1016/j.dental.2017.01.011
- Willershausen, I., Callaway, A., Briseño, B., & Willershausen, B. (2011). In vitro analysis of the cytotoxicity and the antimicrobial effect of four endodontic sealers. *Head Face Med*, 7, 15. doi:10.1186/1746-160x-7-15