

# Propiedades químicas, mecanismos de adhesión y aplicaciones clínicas del monómero 10-MDP en sistemas adhesivos universales

*Chemical properties, adhesion mechanisms and clinical applications of the 10-MDP monomer in universal adhesive systems*

Jhon Anthony Ccama Acero<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0000-2187-2148>

**Correspondencia:** [jhonanthonyccama@gmail.com](mailto:jhonanthonyccama@gmail.com)

## Resumen

El monómero funcional 10-metacriloxido de decil dihidrógeno fosfato (10-MDP) se ha incorporado en los sistemas adhesivos dentales, especialmente en las formulaciones universales, con el fin de optimizar la adhesión a sustratos dentales directos e indirectos. **Objetivo:** Analizar las propiedades químicas, los mecanismos de acción y la evidencia reciente (2020-2025) sobre el monómero 10-MDP, poniendo especial énfasis en su rendimiento y aplicación clínica. **Material y método:** Se realizó una revisión de la literatura científica. Se seleccionaron estudios publicados en bases de datos electrónicas (PubMed, Scielo, Google Académico, Scopus y Web of Science) desde 2020 hasta 2025, utilizando los términos clave “10-MDP”, “universal adhesive”, “metal alloy bonding”, y “shear bond strength”. Se priorizaron estudios in vitro, ensayos clínicos y revisiones sistemáticas que abordaran el 10-MDP. **Resultados:** La literatura reciente confirma que el 10-MDP mejora consistentemente la resistencia adhesiva en dentina, esmalte, aleaciones metálicas y cerámicas. Se evidenció un aumento significativo en la SBS (resistencia al cizallamiento) en aleaciones como Co-Cr, potenciando la adhesión sin primers especializados. Además, se han reportado nuevos hallazgos sobre su bioactividad, incluyendo su efecto beneficioso sobre las células madre pulpares (DPSC) y su compleja interacción con otros componentes de los adhesivos universales. **Conclusiones:** El 10-MDP consolida su posición como monómero funcional clave en adhesión dental. Su eficacia radica en su capacidad de formar enlaces químicos estables (sal Ca-MDP) con el calcio y los óxidos metálicos, lo que se traduce en una mayor durabilidad clínica y favorece protocolos clínicos versátiles. No obstante, se requiere la realización de más estudios estandarizados, especialmente bajo los métodos de prueba ISO (ej., ISO 29022), para garantizar la comparabilidad de los productos disponibles en el mercado.

*Palabras clave:* 10-MDP, adhesivos universales, adhesión dental, monómero funcional, resistencia adhesiva.

<sup>1</sup> Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.

## Abstract

The functional monomer 10-methacryloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP) has been incorporated into dental adhesive systems, especially universal formulations, to optimize adhesion to dental and indirect substrates. Objective: To analyze the chemical properties, mechanisms of action, and recent evidence (2020–2025) on the 10-MDP monomer, with particular emphasis on its performance and clinical application. Materials and methods: A narrative review of the scientific literature was conducted. Studies published in electronic databases (PubMed, Scielo, Google Scholar, Scopus, Web of Science) from 2020 to the present (2024) were selected using the keywords “10-MDP,” “universal adhesive,” “metal alloy bonding,” and “shear bond strength.” In vitro studies, clinical trials, and systematic reviews addressing 10-MDP were prioritized. Results: Recent literature confirms that 10-MDP consistently improves bond strength on dentin, enamel, metal alloys, and ceramics. A significant increase in SBS (shear bond strength) was observed on alloys such as Co-Cr, enhancing adhesion without specialized primers. Furthermore, new findings on its bioactivity have been reported, including its beneficial effect on pulp stem cells (DPSCs) and its complex interaction with other components of universal adhesives. Conclusions: 10-MDP consolidates its position as a key functional monomer in dental adhesion. Its effectiveness lies in its ability to form stable chemical bonds (Ca-MDP salt) with calcium and metal oxides, resulting in greater clinical durability and facilitating versatile clinical protocols. However, further standardized studies, especially using ISO testing methods (e.g., ISO 29022), are needed to ensure the comparability of products available on the market.

*Keywords:* 10-MDP, universal adhesives, dental adhesion, functional monomer, bond strength.

---

## Introducción

La adhesión en odontología restauradora es un pilar fundamental para la durabilidad de las restauraciones directas e indirectas<sup>1</sup>. Con la evolución de los sistemas adhesivos hacia formatos “universales”, la incorporación de monómeros funcionales que pueden establecer enlaces químicos con distintos sustratos ha marcado un cambio de paradigma en la práctica clínica<sup>2,3</sup>.

Dentro de estos monómeros, el 10-Metacriloxido de Decil Dihidrógeno Fosfato (10-MDP) destaca como un estándar de facto<sup>4</sup>. Su estructura molecular es la clave de su eficacia: está compuesta por un grupo metacrilato para la copolimerización con la matriz de resina, una larga cadena alquílica hidrófoba que mejora la estabilidad hidrolítica, y un grupo fosfato ácido terminal<sup>5,6</sup>.

Esta configuración permite al 10-MDP desempeñar una adhesión multifuncional<sup>7</sup>. Específicamente, facilita la formación de sales estables con el calcio de la hidroxiapatita (MDP–Ca) en la dentina y el esmalte, creando una capa de nanounión (nanolayering) que es especialmente resistente a la degradación con el tiempo<sup>6,8</sup>. Además, el grupo fosfato le confiere la capacidad única de interactuar químicamente con óxidos metálicos (como los presentes en aleaciones) y cerámicos basados en óxido de zirconio (circona), sin necesidad de primers especializados en muchos casos<sup>9,10</sup>.

El constante refinamiento de las formulaciones de adhesivos universales exige una revisión crítica y actualizada<sup>3</sup>. Por ello, esta revisión se justifica en la necesidad de sintetizar la evidencia más reciente sobre el monómero 10-MDP.

El objetivo de esta investigación fue analizar las propiedades químicas, los mecanismos de adhesión y la evidencia clínica reciente (últimos cinco años, 2020-2025) acerca del 10-MDP en sistemas adhesivos universales, con especial énfasis en su rendimiento en restauraciones indirectas, aleaciones metálicas y su potencial impacto en protocolos de reparación.

## Material y Método

Se elaboró bajo un diseño de revisión de la literatura, cuyo propósito es sintetizar y analizar la información científica más relevante y reciente sobre el monómero 10-MDP en la odontología restauradora.

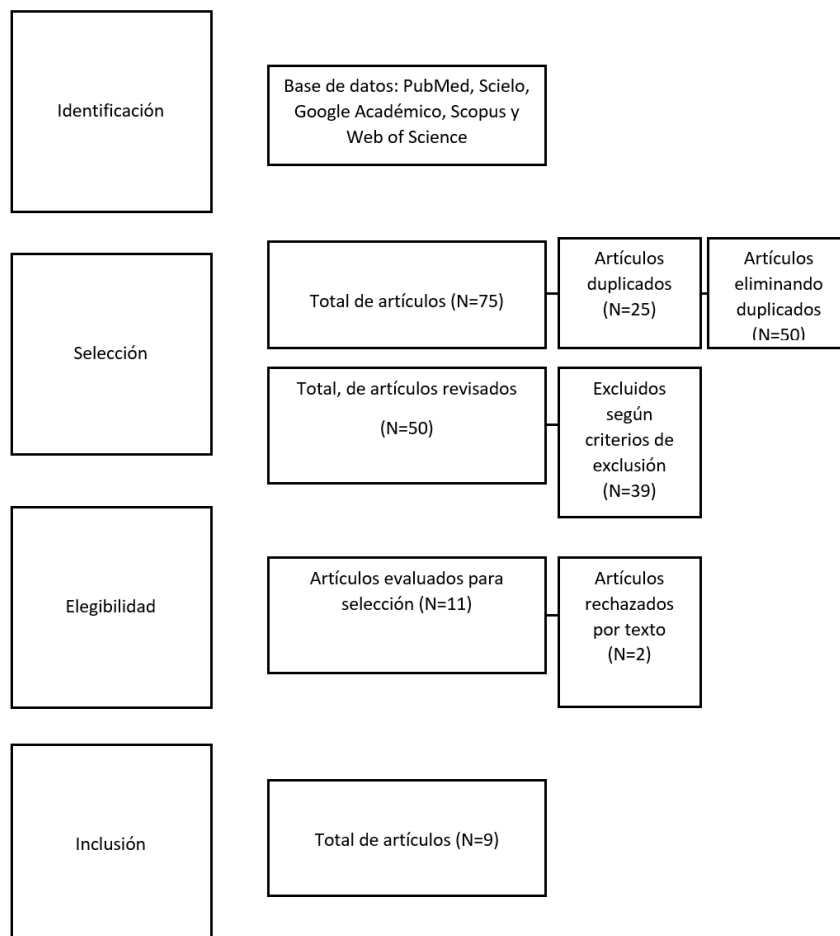
El criterio general para la selección de las referencias utilizadas se basó en la experiencia del autor y la relevancia temática de los estudios, priorizando aquellos con un alto impacto académico y una publicación reciente. Se incluyeron estudios (in vitro, clínicos, revisiones sistemáticas y revisiones de literatura) que investigaron específicamente el monómero 10-MDP en sistemas adhesivos universales o su interacción con diversos sustratos (dentina, esmalte, cerámica, metal). Se excluyeron los estudios cuyo tema principal fuese distinto (por ejemplo, evaluaciones de adhesivos sin 10-MDP) o aquellos con información insuficiente para su análisis.

Para la obtención de las referencias bibliográficas, se utilizaron las bases de datos electrónicas PubMed, Scielo, Google Académico, Scopus y Web of Science. Los términos de búsqueda principales incluyeron una combinación de palabras clave en español e inglés: “10-MDP”, “universal adhesive”, “functional monomer”, “metal alloy adhesive bond”, y “shear bond strength”. Se aplicó un filtro temporal estricto para limitar los artículos al periodo 2020-2025, en idioma inglés o español.

El proceso se inició con la selección de los resultados por título y resumen para eliminar duplicados o aquellos que se consideraron irrelevantes para los objetivos. Posteriormente, se revisaron los textos completos de los artículos seleccionados para obtener datos precisos y relevantes sobre las propiedades químicas, mecanismos de adhesión, resistencia adhesiva, comportamiento a largo plazo y aplicaciones clínicas del 10-MDP.

**Figura 1**

*Cuadro de selección de artículos*



## Resultados

A continuación, se presenta una tabla con estudios recientes (últimos cinco años) que cubren diversos aspectos del 10-MDP:

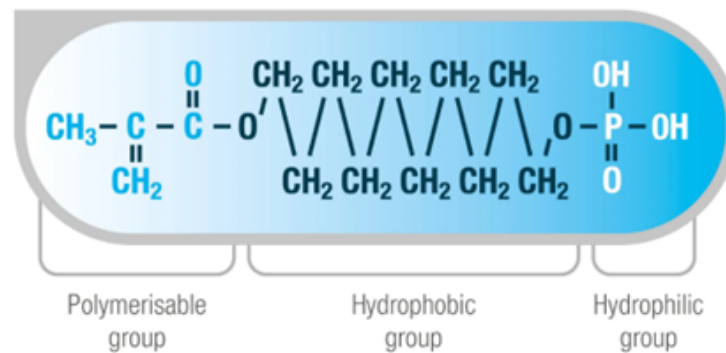
**Tabla 1**

*Estudios recientes sobre 10-MDP (2020-2025)*

Apellido del primer autor y año	Tipo de publicación	Síntesis con puntos clave
Comino-Garayoa 2021 <sup>11</sup>	Revisión sistemática	Pretratamientos mecánico-químicos y cementos con 10-MDP logran mejor adhesión a zirconia; envejecimiento reduce adhesión; no protocolo estandarizado.
Fehrenbach 2022 <sup>12</sup>	Revisión de meta-análisis en red	10-MDP beneficia enlaces dentina a largo plazo (>6 meses); superior a 4-META, ácidos sulfónicos; similar en esmalte.
Figueredo de Siqueira 2023 <sup>13</sup>	Estudio in vitro	Adhesivos con MDP mantienen adhesión a dentina erosionada post-6 años; menor degradación vs. sin MDP.
Carvalho PCK et al., 2022 <sup>14</sup>	Estudio in Vitro	Evaluó la adhesión de un adhesivo 10-MDP-base sobre materiales de pilar de implante (zirconia, Co-Cr, titanio). Encontró mayor SBS en Co-Cr con tratamiento 10-MDP.
Ma Y et al. 2025 <sup>15</sup>	Estudio biológico / celular	Investigaron los efectos de las sales de 10-MDP-Ca en células madre de la pulpa dental (DPSCs) usando un modelo "tooth-on-a-chip". Encontraron que las sales de MDP-Ca promovían la proliferación y diferenciación odontogénica, reducen la expresión de MMP y mitigan el estrés oxidativo.
Solís-Martínez LJ, et al. 2023 <sup>16</sup>	Estudio in Vitro	Compararon la resistencia de unión (shear bond strength) entre adhesivos con y sin 10-MDP en esmalte con diferentes grados de fluorosis. Obtuvieron mejores valores con 10-MDP para grados I-II de fluorosis.
Daneshpooy M, et al. 2025 <sup>17</sup>	Estudio de envejecimiento in vitro	Evaluaron la resistencia de unión por microtracción adhesivos con 10-MDP tras envejecimiento acelerado, confirmando que la fuerza de unión se ve afectada por la formulación del adhesivo.
Mahmoud HTH, et al. 2024 <sup>18</sup>	Clínico (ECA)	Ensayo clínico en pacientes geriátricos con NCCLs; compararon un adhesivo universal con 10-MDP (Single Bond Universal) frente a otro con M-TEG-P. A los 12 meses, el adhesivo con 10-MDP mostró una tasa de supervivencia significativamente mayor que el otro.
Zhou L, et al. 2024	Estudio biológico / celular (in vitro)	Evaluaron los efectos de sales de calcio de 10-MDP sobre osteoblastos (MC3T3-E1) y fibroblastos (L929). No mostraron citotoxicidad ni alteraron apoptosis o ROS; inhibieron la secreción de MMP2 y MMP9, y no afectaron la diferenciación osteoblástica (ALP, alizarina). Sugieren que el uso subgingival de adhesivos con 10-MDP sería biológicamente seguro.

**Figura 2**

*Estructura Molecular del Monómero Adhesivo 10-Metacriloxildecilfosfato Dihidrogenado (10-MDP)*



## Discusión

### *Propiedades químicas del 10-MDP*

La estructura del 10-MDP incluye un grupo metacrilato (copolimerización con la matriz de resina), una cadena alquílica de diez carbonos (propiciando una arquitectura hidrófoba/hidrófila equilibrada) y un grupo fosfato que permite la formación de sales con calcio o la interacción con óxidos metálicos. Esta composición le otorga una capacidad única para formar enlaces químicos estables, lo cual se ha confirmado en estudios recientes (tabla 1). Además, se han observado mecanismos de “nanolayering” en la interfaz adhesiva que potencializan la estabilidad de la unión.

### *Mecanismos de adhesión a diversos sustratos*

En dentina y esmalte, el 10-MDP interactúa con hidroxiapatita formando MDP-Ca y además favorece la microrretención mecánica. Estudios muestran que sistemas con 10-MDP superan a otros monómeros como 4-MET o PENTA en valor de unión a dentina a largo plazo.

En aleaciones metálicas y cerámicas (como zirconia o Co-Cr), el grupo fosfato puede interactuar con óxidos de superficie, facilitando la adhesión de resinas compuestas o cementos autorreemplazantes. Por ejemplo, Carvalho et al. observaron mayor SBS en Co-Cr con adhesivo 10-MDP que en zirconia sin tratamiento similar.

Asimismo, el estudio que combina 10-MDP con tratamiento mecánico (arenado) en zirconia demostró la sinergia de ambos factores.

### *Evidencia sobre resistencia adhesiva y aplicación clínica*

Los meta-análisis recientes indican que el 10-MDP está asociado a mayores valores de unión en dentina y esmalte comparado con otras composiciones funcionales.

Los estudios de último año confirman eficacia en distintos sustratos y contextos clínicos (implantes, aleaciones metálicas). Sin embargo, deben considerarse factores como concentración del monómero (v. g. estudio de 10-MDP en distintas concentraciones) y protocolos de aplicación (por ejemplo, adición de clorhexidina para inhibir proteasas y mejorar la estabilidad)

### *Relevancia para reparación de restauraciones indirectas metálicas*

El 10-MDP es especialmente útil en la reparación de restauraciones metálicas porque su grupo fosfato tiene alta afinidad por los óxidos presentes en aleaciones como titanio y cobalto-cromo. Esta interacción genera una unión química estable, más resistente a la degradación hidrolítica que la obtenida con otros monómeros adhesivos. Estudios recientes han demostrado que la adhesión basada en 10-MDP mantiene valores de resistencia incluso después de envejecimiento prolongado en agua, lo que confirma su estabilidad química sobre sustratos

metálicos.<sup>14, 20</sup>

Además, el 10-MDP puede formar estructuras de nanolayering, que organizan el monómero en capas ordenadas sobre la superficie metálica, fortaleciendo la interfase adhesiva y mejorando su durabilidad. Gracias a estas propiedades, los adhesivos universales basados en 10-MDP permiten realizar reparaciones directas predecibles en restauraciones metálicas sin necesidad de retirarlas, reduciendo costos, tiempo clínico y desgaste adicional del diente o del pilar implantario.

En conjunto, la evidencia reciente indica que el uso de 10-MDP simplifica los protocolos y mejora la longevidad de las reparaciones sobre metales, convirtiéndolo en un componente clave en la adhesión a sustratos indirectos metálicos.

#### *Consideraciones y limitaciones*

Aunque la evidencia es creciente, muchos estudios siguen siendo *in vitro*. La traducción a clínica requiere estudios con mayor seguimiento. Además, algunos hallazgos indican que la adición de 10-MDP puede interactuar con otros componentes y afectar propiedades físicas como la flexuralidad del material (v. g. estudio con MBG y 10-MDP)

También, como en todos los adhesivos, la técnica es crítica: contaminación superficial, curado insuficiente, o incompatibilidades pueden comprometer el desempeño.

## Conclusiones

La evidencia reciente confirma que el monómero funcional 10-MDP continúa siendo uno de los pilares de la adhesión contemporánea debido a su capacidad para establecer enlaces químicos estables con hidroxiapatita, óxidos metálicos y superficies cerámicas, respaldado por la formación de estructuras de nanolayering que favorecen la durabilidad del sistema adhesivo. Los estudios evaluados —incluyendo investigaciones *in vitro*, biológicas, de envejecimiento y ensayos clínicos controlados— coinciden en que los adhesivos y cementos basados en 10-MDP exhiben mayor resistencia de unión a largo plazo que sistemas alternativos como 4-META o PENTA, especialmente en dentina erosionada, esmalte con defectos estructurales o superficies difíciles como zirconia y aleaciones metálicas.

En restauraciones indirectas metálicas, particularmente en aleaciones Co-Cr y titanio, el 10-MDP demuestra una relevancia clínica destacada. Su grupo fosfato posee alta afinidad por los óxidos metálicos, generando un anclaje químico más estable y menos susceptible a degradación hidrolítica. Esto se traduce en reparaciones más predecibles y duraderas, reduciendo la necesidad de reemplazar restauraciones y simplificando protocolos clínicos. Aunque la evidencia específica sobre aleaciones Ni-Cr sigue siendo limitada, la tendencia general apunta a beneficios comparables cuando existen óxidos superficiales estables.

A pesar de los avances, deben reconocerse limitaciones: gran parte de la literatura aún es *in vitro*, y algunos estudios señalan que la concentración del monómero y su interacción con otros componentes de la formulación pueden influir en propiedades físicas y biológicas del material. Asimismo, el éxito clínico continúa dependiendo críticamente de factores operatorios como la preparación superficial, el control de humedad y el curado adecuado.

En conjunto, los hallazgos indican que el 10-MDP no solo mantiene su vigencia, sino que constituye un componente esencial en los adhesivos modernos, aportando versatilidad, estabilidad química y longevidad clínica en procedimientos que abarcan desde adhesión directa hasta reparaciones y cementación de restauraciones indirectas.

## Referencias

1. Scotti L, Breschi L. New Adhesives and Bonding Techniques: Why and When. Compendium. 2024. Disponible en: <https://compendiumlive.com/2024/10/the-evolution-of-adhesives-leads-to-current-innovations/>
2. Van Meerbeek B. Evolución de Adhesivos Dentales. 2020. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/541187916/1Van-Meerbeek-B-Revision-adhesivos-2020-convertido-ES>
3. Crisp J, Patel K. The evolution of adhesive dentistry: From etch-and-rinse to universal bonding systems. J Dent. 2024. Disponible en: <https://cris.unibo.it/retrieve/4b305372-7804-477f-92b0-503aeb5161af/1-s2.0-S0109564124003397-main.pdf>
4. Alex G. The Latest Developments in Universal Adhesives. Inside Dent. 2024. Disponible en: <https://insidedentistry.net/2024/03/the-latest-developments-in-universal-adhesives/>
5. Anaya-Cisneros LS. descripción de la molécula 10-mdp en los sistemas adhesivos dentales. Repositorio UNAM. 2024. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstreams/92f8f369-c741-4206-bc86-d4ee08aa7bed/download>
6. Tenesaca-Jiménez E. Adhesion - Bioactivos MDP - Protocolo - Fase 10 enero 2024. Scribd. 2024. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/765172723/ADHESION-BIOACTIVOS-MDP-PROTOCOLO-FASE-10-ENERO-2024-3>
7. Hernández EG. estrategias para minimizar la degradación de la capa híbrida. Univ CES. 2023. Disponible en: <https://repository.ces.edu.co/bitstreams/6fe140dc-dce9-412a-8271-bb3a6ca35a17/download>
8. Jiménez AP. Resistencia de unión entre el cemento reparador Biodentine modificado con vidrio bioactivo y el sistema adhesivo universal. Univ Católica de Santa María. 2024. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstreams/68a273d1-ff9f-4c3d-8b5f-a4cce8abd430/download>
9. Villacís Benítez M. INFLUENCIA DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE EN LA RESISTENCIA ADHESIVA DEL ZIRCONIO Y CEMENTOS RESINOSOS. UNACH DSpace. 2024. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/14273/1/Villac%C3%ADs%20Ben%C3%ADtez%2C%20M.%20%282024%29%20Influencia%20de%20diferentes%20tratamientos%20de%20superficie%20en%20la%20resistencia%20adhesiva%20del%20zirconio%20y%20cementos%20resinosos.%20Revisi%C3%B3n%20de%20literatura..pdf>
10. Sampedro MM. Impacto de los primers de metal en el zirconio y otros metales. ResGate. 2024. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/379061411\\_Impacto\\_de\\_los\\_primers\\_de\\_metal\\_en\\_el\\_zirconio\\_y\\_otros\\_metales\\_Impact\\_of\\_metal\\_primers\\_on\\_zirconium\\_and\\_other\\_metals](https://www.researchgate.net/publication/379061411_Impacto_de_los_primers_de_metal_en_el_zirconio_y_otros_metales_Impact_of_metal_primers_on_zirconium_and_other_metals)
11. Comino-Garayoa R, Bravo M, Subirá C, Roig M. Adhesion to zirconia: a systematic review of current conditioning methods and bonding properties of resin cements. Materials (Basel). 2021;14(11):2751. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma14112751>
12. Fehrenbach J, Ilie N, Kleinsasser N, Hahn P, Hickel R. Which self-etch acidic composition may result in higher dental bonds at the long-term? A network meta-analysis review of in vitro studies. J Dent. 2022;126:104283. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104283>
13. Figueredo de Siqueira FS, Alania Y, Pecorari VGA, Mutran LA, da Silva BT, Breschi L, et al. Bonding performance of universal adhesives to eroded dentine: A 6-year evaluation. J Dent. 2023;136:104633. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104633>

14. Carvalho PCK, Almeida CCMS, Souza ROA, Tango RN. The Effect of a 10-MDP-Based Dentin Adhesive as Alternative for Bonding to Implant Abutment Materials. *Materials*. 2022;15(15):5449. doi:10.3390/ma15155449 Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/15/5449>
15. Ma Y, et al. 10-MDP calcium salts modulate dental pulp stem cell behavior: proliferation, differentiation, and MMP suppression. *Clin Oral Investig*. 2025. doi:10.1007/s00784-025-06389-z. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00784-025-06389-z.pdf>
16. Solís-Martínez LJ, Torres-Gallegos G, et al. Bond Strength Comparison Among 10-MDP-Containing and Non-10-MDP-Containing Adhesives in Different Degrees of Dental Fluorosis. *Odovtos Int J Dent Sci*. 2023;25(1):33-43. doi:10.15517/IJDS.2022.52446. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4995/499574842005/>
17. Daneshpooy M, et al. Effect of Accelerated Aging on the Microtensile Bond Strength of Adhesives Containing 10-MDP. *Open Dent J*. 2025;19:... Disponible en: <http://opendentistryjournal.com/VOLUME/19/ELOCATOR/e18742106357984/>
18. Mahmoud HTH, El-Hoshy A, Kamal D. Performance of universal adhesives containing M-TEG-P and 10-MDP monomers restoring non-carious cervical lesions in geriatric patients: a one-year randomized clinical trial. *Adv Dent J*. 2024;6(1):82-95. doi:10.21608/adjc.2023.185899.1264
19. Zhou L, Wu Y, Zehuabai Z, Bian JJ, Xie H, Chen C. Effects of 10-MDP calcium salt on osteoblasts and fibroblasts. *Dent Mater*. 2024 Sep;40(9):1322-1331. doi:10.1016/j.dental.2024.06.015. Epub 2024 Jun 14. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38876824/>
20. Elkabbany A, Kern M, Wille S, Char MS. The effect of titanium anodization on the bond strength of 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP) resin cement. *Int J Prosthodont*. 2023;36(3):e143-e153. doi:10.11607/ijp.8014. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38112736/>

- 
- **Conflicto de intereses:** La presente investigación no presenta conflicto de intereses.
  - **Fuente de financiamiento:** La presente investigación fue financiada por el investigador.