

Grado en ODONTOLOGÍA

Trabajo Fin de Grado

Curso 2022-23

**COMPARACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL MTA Y BIODENTINE EN  
TRATAMIENTOS PULPARES PARCIALES DE MOLARES  
TEMPORALES. REVISIÓN SISTEMÁTICA**

Presentado por: Léa Da Silva Loureiro

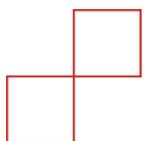
Tutor: Marta Blanquer Ferri , Carolina Estupiñan Esguerra

**Campus de Valencia**

Paseo de la Alameda, 7

46010 Valencia

[universidadeuropea.com](http://universidadeuropea.com)



---

---

## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a mis tutoras, primero a la doctora Blanquer Ferri por su paciencia y apoyo durante el primer semestre pasado juntas. Agradezco a la doctora Estupiñan Esguerra por haberme acompañado hasta el final de este trabajo, por su implicación y su valiosa ayuda. Me siento muy agradecida del tiempo dedicado para realizar este trabajo tan importante para mi.

Agradezco a mis padres, Patricia y Salvador, gracias por los sacrificios que hicisteis por mí, por vuestro apoyo, por creer en mí y acompañarme en conseguir mi sueño. Aunque todos estos años fueron difíciles nunca me dejasteis y por eso no podré agradecerlos lo suficiente.

A mis hermanas Nina te agradezco por transmitirme esta fuerza que tienes que me permitió seguir adelante, gracias también de estar siempre a mi lado y a tu ánimo desde el primer día de mis estudios. Gracias Andréa, sin ti nunca habría empezado la odontología y encontrar este dominio que me apasiona hoy en día.

Agradezco a mi novio Joaquín, gracias por hacerme feliz y acompañarme en ese último sprint final.

---

---

## ÍNDICE

1.	RESUMEN .....	1
2.	ABSTRACT .....	3
3.	PALABRAS CLAVES .....	5
4.	INTRODUCCIÓN .....	7
4.1.	Generalidades.....	7
4.2.	Tratamiento de pulpotomía en odontopediatría .....	7
4.3.	Indicaciones y contraindicaciones en pulpotomía .....	9
4.4.	Tipo de exposición pulpar .....	10
4.5.	Técnica de la pulpotomía .....	11
4.6.	Materiales antiguos y requisitos del material ideal en tratamiento de pulpotomía.....	11
4.7.	Presentación MTA (Agregado de Trióxido Mineral) y Biodentine (Silicato tricálcico) .....	12
5.	JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS.....	17
6.	OBJETIVOS .....	20
7.	MATERIAL Y MÉTODO .....	22
7.1.	Identificación de la pregunta PICO .....	22
7.2.	Criterios de elegibilidad .....	23
7.3.	Fuentes de información y estrategia de la búsqueda de datos .....	24
7.4.	Proceso de selección de los estudios .....	25
7.5.	Extracción de datos .....	26
7.6.	Valoración de la calidad .....	27
7.7.	Síntesis de datos .....	29
8.	RESULTADOS .....	29
8.1.	Selección de estudios. Flow chart .....	29
8.2.	Análisis de las características de los estudios revisados .....	32
8.3.	Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo .....	33
8.4.	Síntesis resultados .....	35
9.	DISCUSIÓN .....	41
9.1.	Tasas de éxitos entre MTA y biodentine.....	41
9.2.	Parámetros clínicos y fracasos de tratamiento.....	43
9.3.	Parámetros radiológicos y fracasos de tratamiento.....	43
9.4.	Biomaterial de preferencia .....	44
9.5.	Limitaciones del estudio.....	45
10.	CONCLUSIÓN .....	48
11.	BIBLIOGRAFÍA .....	50
12.	ANEXOS .....	57

---

---

## 1. RESUMEN

**Introducción:** El procedimiento de pulpotomía permite al tejido pulpar radicular mantenerse sano después de la amputación quirúrgica de la pulpa coronal afectada o infectada. Se clasifica según tres líneas: desvitalización, preservación y regeneración. Las deficiencias de MTA: un material ampliamente utilizado en pulpotomía, han llevado al desarrollo de un nuevo material llamado Biodentine que se identifica como un "sustituto bioactivo de la dentina".

El objetivo fue comparar el éxito del tratamiento de pulpotomía en molares temporales como MTA y biodentine a nivel clínico y radiológico para determinar cuál de ambos sería el más indicado.

**Material y método:** Se llevó a cabo una búsqueda electrónica en tres bases de datos : PubMed, Scopus y Web of Science sobre el éxito clínico y radiológico de tratamientos de pulpotomía en molares temporales con MTA y biodentine de 2013 a 2023.

**Resultados:** Se obtuvieron un total de 250 artículos del proceso de búsqueda inicial. 14 artículos fueron seleccionados en la presente revisión, 5 artículos investigan el MTA, 1 analiza el biodentine y 8 realizan comparación entre ambos biomateriales MTA y biodentine. Recopilamos las tasas de éxito clínico: primero con MTA 98,74% y biodentine 98,34%. Luego a nivel radiológico MTA tiene un éxito de 95,02% y biodentine 89,4%. Solamente 4 fracasos clínicos observados con MTA y 5 con biodentine. Los fracasos radiológicos son mayores con 12 casos con MTA y 14 con biodentine.

**Conclusión:** Las tasas de éxito observadas son relativamente elevadas en ambos biomateriales que sean a nivel clínico o radiológico. Podemos notar una tasa de éxito clínico ligeramente superior con MTA y una diferencia significativa de ese material en comparación con biodentine en el éxito radiológico. El material con el mejor éxito para el tratamiento de pulpotomía en molares temporales es el MTA. El material biodentine es igualmente un material indicado y su uso es ampliamente aceptable.

---

---

## 2. ABSTRACT

**Introduction:** The pulpotomy procedure allows the root pulp tissue to remain healthy after surgical amputation of the affected or infected coronal pulp. It is classified along three lines: devitalisation, preservation and regeneration. The shortcomings of MTA, a material widely used in pulpotomy, have led to the development of a new material called Biodentine which is identified as a "bioactive dentine substitute".

The aim was to compare the success of pulpotomy treatment of primary molars with MTA and Biodentine on a clinical and radiological level to determine which of the two would be the most indicated.

**Material and Method:** An electronic search was carried out in three databases: PubMed, Scopus and Web of Science on the clinical and radiological success of pulpotomy treatments in primary molars with MTA and biodentine from 2013 to 2023.

**Results:** A total of 250 articles were obtained from the initial search process. 14 articles were selected in the present review, 5 articles investigated MTA, 1 analyzed biodentine and 8 made comparisons between the two biomaterials MTA and biodentine. We compiled the clinical success rates: first with MTA 98.74% and biodentine 98.34%. Then at the radiological level MTA has a success rate of 95.02% and biodentine 89.4%. Only 4 clinical failures were observed with MTA and 5 with biodentine. Radiological failures are higher with 12 cases with MTA and 14 with biodentine.

**Conclusion:** The observed success rates are relatively high for both biomaterials whether clinical or radiological. We can note a slightly higher clinical success rate with MTA and a significant difference of that material compared to biodentine in radiological success. The material with the best success for pulpotomy treatment of primary molars is MTA. The material biodentine is also an indicated material and its use is widely acceptable.

---

---

### 3. PALABRAS CLAVES:

- I. CHILD
- II. CHILDREN
- III. INFANT PATIENT
- IV. PEDIATRIC
- V. DECIDUOUS MOLAR
- VI. PRIMARY MOLAR
- VII. PULPOTOMY
- VIII. MTA
- IX. MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE
- X. BIODENTINE
- XI. TRICALCIUM SILICATE
- XII. SUCCESS
- XIII. EFFECTIVENESS

---

---

## 4. INTRODUCCIÓN :

### 4.1 Generalidades :

En la actualidad, la caries dental sigue siendo uno de los principales problemas de salud pública que afecta a muchos niños y adolescentes en su forma más grave(1). Se trata de una enfermedad no transmisible, mundial y prevenible. Su etiología y la prevención están fuertemente determinadas por factores socio comportamentales, económicos, ambientales y sociales. La prevalencia de la caries dental en niños está aumentando rápidamente en países de ingresos bajos y medianos.

En la figura 1 presente en anexos: facilita la información obtenida por el Centro colaborador de la OMS para el programa comunitario y la investigación sobre salud bucodental, en la que puede verse que la carga de morbilidad por caries dental afecta un importante número de niños en todas las regiones de la OMS (2017-2018) (2).

Estas lesiones pueden causar la pérdida de dientes primarios. Es imprescindible mantener estas piezas dentales porque juegan un papel vital en la cavidad bucal debido a su importante contribución al buen funcionamiento del sistema masticatorio, el crecimiento y desarrollo de los maxilares y músculos, la fonación y guía la erupción de los dientes permanentes (3). Por estas razones es imprescindible trabajar en la prevención y la intervención temprana para evitar su pérdida prematura o temprana.

Además las lesiones de caries dental en los dientes primarios tienden a progresar rápidamente debido a las diferencias anatómicas y estructurales significativas con respecto a los dientes permanentes: como el menor grosor de la dentina y una cámara pulpar proporcionalmente más grande con prominencia de los cuernos pulpares, por lo tanto, la caries progresa mucho más rápido hacia la dentina y, posteriormente, al tejido pulpar (1,3).

### 4.2 Tratamiento de pulpotomía en odontopediatría:

Uno de los principales objetivos de la odontología pediátrica es mantener intacta la dentición temporal hasta que erupcionen los sucesores permanentes para proteger la integridad del arco y la estética (4,5). Por lo tanto, la gran mayoría de los consejos profesionales y la investigación práctica se han centrado en el tratamiento temprano y

---

efectivo de los dientes primarios. Las pulpotomías son uno de los tratamientos más utilizados para las pulpas expuestas por caries en los molares primarios y son ampliamente aceptados (6,7,8). El objetivo de la terapia pulpar vital es mantener la integridad y la salud de los dientes y sus tejidos de soporte y tratar las lesiones pulpares reversibles en los casos en los que la dentina y la pulpa se ven afectadas por caries, manteniendo así la vitalidad y función de la pulpa eliminando la infección bacteriana y mantener el diente sano (asintomático) hasta la exfoliación fisiológica (1,3,9,10).

Además el tratamiento tiene que permitir el mantenimiento de la pulpa radicular asintomática sin signos clínicos adversos o síntomas como sensibilidad, dolor o hinchazón. Por otro lado, las radiografías postoperatorias no deben evidenciar reabsorción radicular patológica. Las reabsorciones radiculares internas pueden ser autolimitadas y estables; en este caso el clínico debe monitorizarse y extraer el diente afectado si esto causara pérdida del hueso de soporte o signos clínicos de infección e inflamación (11).

Como resultado de los continuos avances en la investigación biomédica, se han desarrollado nuevos métodos de tratamiento pulpar destinados a la regeneración del complejo dentina-pulpa, como el recubrimiento pulpar indirecto, el recubrimiento pulpar directo y la pulpotomía (12).

El procedimiento de pulpotomía se basa en la lógica de que el tejido de la pulpa radicular está sano o es capaz de curarse después de la amputación quirúrgica de la pulpa coronal afectada o infectada (4). La inflamación y el deterioro de la vascularización causados por la invasión bacteriana se limita a la parte superficial de la pulpa coronal, mientras que el tejido pulpar radicular permanece funcional (13).

Por este motivo de acuerdo con las guías clínicas de la Academia Americana de Odontología Pediátrica, la pulpotomía se realiza en un diente primario con caries extensa y exposición pulpar, pero sin evidencia de patología radicular.

---

### 4.3 Indicaciones y contraindicaciones en pulpotomía :

#### Las indicaciones:

- Exposición accidental al eliminar la caries en un diente primario con la pulpa sana o pulpitis reversible o después de una exposición pulpar traumática; al eliminar la pulpa cameral, la pulpa radicular remanente está vital sin supuración, necrosis o excesiva hemorragia que no se puede controlar con un algodón después de varios minutos.
- No tiene que presentar signos radiográficos de infección o reabsorción patológica.

#### Las contraindicaciones:

- Signos de degeneración de la pulpa radicular.
- Presencia de inflamación de los tejidos blandos adyacentes (de origen pulpar).
- Presencia de absceso o fístula.
- Movilidad patológica.
- Imágenes radiológicas de lesión en furca o periápice.
- Reabsorción radicular patológica.
- Imagen de ensanchamiento patológico del ligamento periodontal.
- Se ha iniciado el proceso de reabsorción radicular fisiológico.
- Calcificaciones pulpares, ausencia de sangrado de la pulpa o excesivo sangrado tras la amputación pulpar sin posibilidad de que la hemorragia sea controlada mediante presión, en un tiempo de 2-5 minutos.
- Pulpa con drenaje seroso purulento.
- Historia de dolor espontáneo o nocturno.
- Sensibilidad a la percusión o palpación.
- Destrucción coronal que no permita un correcto sellado de la restauración (14,15).

---

#### 4.4 Tipos de exposición pulpar :

El diagnóstico preciso del estado inflamatorio de la pulpa es el factor clave para predecir la capacidad de cicatrización y, por lo tanto, el pronóstico en el tratamiento de pulpotomía vital en dientes primarios. Las características de la dentina que rodea el sitio de exposición, que pueden definirse como "naturaleza de la exposición pulpar", pueden ser críticas para la capacidad de cicatrización y reparación de la pulpa expuesta, se afirmó que el tamaño y la naturaleza de la exposición pulpar deben evaluarse como un factor determinante: un componente integral del diagnóstico pulpar y la planificación del tratamiento. Las indicaciones para las terapias pulpares vitales se han informado como "exposiciones pulpares cariosas, mecánicas y traumáticas" en guías clínicas y revisiones (16).

De acuerdo con Starkey, la identificación del tipo de exposición debe hacerse a medida que se eliminan los fragmentos finales de caries, y se usa exposición mecánica para definir los dientes con un sitio de exposición rodeado de dentina sana, en cuyo caso la pulpa puede considerarse saludable. La exposición cariosa será un sitio de exposición rodeado por dentina cariada, donde se puede deducir que la pulpa suele ser contaminada e inflamada dependiendo de la profundidad y extensión de la lesión cariosa (17).

Sobre esta base, se aceptó que la curación espontánea puede ocurrir en el caso de exposición mecánica, independientemente del diámetro de la perforación, mientras que otros estudios afirman que la exposición extensa y la destrucción del tejido pueden limitar la capacidad de cicatrización de la pulpa. Mientras que el pronóstico del tratamiento de los dientes cariados es incierto debido a que aumenta el riesgo de contaminación bacteriana, lo que puede exacerbar el estado inflamatorio de la pulpa y complicar la cicatrización .

Por lo tanto, se cree que las indicaciones para el tratamiento de pulpotomía deben evaluarse por separado para dientes cariados y expuestos mecánicamente (16, 17).

Özdemir y cols. informó que el resultado de la pulpa vital la terapia se ve afectada no solo por el tipo de exposición, sino también por la elección del agente de pulpotomía, que puede tener un efecto importante sobre el estado inflamatorio de la pulpa (16).

---

#### 4.5 Técnica de la pulpotomía:

Con respecto a la técnica de la pulpotomía es importante conseguir una buena anestesia y aislamiento absoluto. Acceder a la cámara pulpar con fresa y turbina, se extrae la pulpa coronal inflamada, controlamos el sangrado al nivel de los conductos mediante algodones impregnados de clorhexidina al 0,12% después de lo cual se aplica un medicamento sobre el tejido pulpar vital restante en el conducto radicular (1,9,10,11). El modo de aplicación del medicamento dependerá del tipo de material que usemos y del protocolo establecido por el fabricante.

El tratamiento de pulpotomía se clasifica según tres líneas: desvitalización (momificación, cauterización); preservación (desvitalización mínima, no inductiva); y regeneración (inductiva, reparadora). La tendencia actual es utilizar un procedimiento regenerativo y reducir la incidencia del procedimiento de desvitalización (5,7,10).

#### 4.6 Materiales antiguos y requisitos del material ideal en tratamiento de pulpotomía:

Además del tipo de exposición, el material utilizado en la pulpotomía vital afecta los resultados del tratamiento (17). El formocresol se utilizó como medicamento para la pulpotomía durante décadas, introducido por Buckley en 1904 se consideraba el agente de pulpotomía “estándar de oro” (10). Se asoció con un éxito clínico y radiográfico muy alto y sigue siendo un material de pulpotomía popular debido a su facilidad de uso y propiedades antibacterianas. Además mostró excelentes tasas de éxito (hasta 98%).

Sin embargo, se han planteado algunas preocupaciones abrumadoras por su toxicidad , mutagenicidad y la carcinogenicidad del formaldehído, uno de sus componentes principales (3,6,10). De hecho se puso en duda la efectividad del formocresol debido a los efectos secundarios en su composición (8,9). Según la Agencia

---

Internacional para la Investigación del Cáncer, el formaldehído puede provocar el desarrollo de cáncer nasofaríngeo (8).

Se estudiaron diferentes materiales como hidróxido de calcio, sulfato férrico y glutaraldehído para identificar una alternativa al uso de formocresol. El medicamento de reemplazo debe ser igualmente efectivo pero sin los efectos secundarios indeseables (4).

Se desarrollaron materiales que son biocompatibles y pasamos de una idea de conservación de los tejidos a un nuevo concepto de regeneración del tejido pulpar residual buscando materiales con propiedades que sean bio inductivos (18). Por lo tanto podemos exigir algunos requisitos que tiene que cumplir nuestro material ideal : como ser bactericida, biocompatible, no tóxico, no mutagénico, no cancerígeno, inofensivo para el tejido pulpar y los alrededores, promover la cicatrización de la pulpa radicular, no interfiriendo con la raíz fisiológica normal reabsorción y preservación de la pulpa radicular sin producir ningún síntoma clínico o radiográfico, dimensionalmente estable y apoyar la regeneración del complejo dentino-pulpar (4,5,13,19).

#### **4.7 Presentación MTA ( Agregado de trióxido mineral ) y Biodentine (silicato tricálcico) :**

En los últimos años, los materiales bioactivos que contienen silicato de calcio se han generalizado en odontopediatría debido a sus propiedades que se conocen como estimulación de la regeneración de las células pulpares, redirección de la respuesta inflamatoria y mejora de la capacidad de cicatrización de la pulpa sana y vital restante.

El agregado de trióxido mineral (MTA) fue desarrollado por Torabinejad en la Universidad de Loma Linda en 1995. El MTA se desarrolló como un cemento bioactivo y biocompatible para el relleno de raíces y la reparación de perforaciones de furca. Actualmente se comercializa en varias formas. Se usa hoy en día para el recubrimiento pulpar directo, la apexogenesis, la apexificación en dientes inmaduros con pulpas necróticas, relleno de conductos radiculares, tratamiento de fracturas radiculares horizontales, reabsorción interna-externa y reparación de perforaciones (13). Además

---

el agregado de trióxido mineral se introdujo como un material de apósito alternativo potencial para la pulpotomía de molares primarios y ganó popularidad entre los dentistas pediátricos para su uso en pulpotomía (4,6,18).

El MTA se compone principalmente de : silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato férrico tetracálcico, sulfato de calcio dihidratado y óxido de bismuto (8,16).

Varios estudios han señalado que el MTA tiene una estructura física estable y posee propiedades químicas y mecánicas necesarias para proporcionar una excelente capacidad de sellado, una actividad antibacteriana debido a su PH alcalino, ayuda a prevenir la contaminación bacteriana que causa inflamación y amenaza la capacidad de curación de la pulpa: liberando compuestos de hidróxido de calcio como producto de degradación cuando entra en contacto con compuestos de silicato de calcio presentes en fluidos biológicos para proporcionar resultados exitosos en el tratamiento de pulpotomía de los dientes primarios (6,12,16,17). También se demostró que MTA estimula los fibroblastos en los dientes primarios, lo que conduce a la liberación de citoquinas, que promueven la formación de tejido duro y induce la formación de tejido duro y promueve la neoformación de tejido cuando se pone en contacto con la pulpa dental o tejidos perirradiculares, sin efectos citotóxicos (2,4,6,12,18).

Según estudios recientes, las tasas de éxito de la pulpotomía MTA oscilan entre el 88,2 y el 100%. La evidencia actual sugiere fuertemente el uso de MTA (12). Además ha sido aprobado por la Administración de Drogas y Alimentos de los EE. UU. desde 1998 (7).

Sin embargo, existen algunas desventajas como su difícil manipulación, el tiempo de fraguado prolongado, el pH alto, la vida útil corta, puede provocar decoloración de los dientes y tiene baja resistencia a la compresión (8,9,17). La causa de la decoloración de los dientes aún no está clara; pero se podría sospechar al óxido de bismuto que se identifica como un agente radiopacificador en la composición como la causa. El MTA fue desarrollado en una versión blanca para minimizar la decoloración dental como limitación clínica para su uso; pero se demostró que está decoloración aún ocurre en tonos que van desde el blanco hasta el gris, el marrón oscuro o el negro.

---

Por este motivo se cambió el agente radiopacificador de óxido de bismuto por óxido de zirconio en Bio-C Pulpo para minimizar la decoloración de los dientes y favorecer una mayor apariencia estética (8).

Las deficiencias de MTA han llevado al desarrollo de un nuevo material llamado Biodentine, con tecnología de biosilicato activo que es el único material libre de resinas que presenta elevadas propiedades mecánicas tras un breve tiempo de fraguado (5,7). Biodentine es un cemento restaurador no metálico inorgánico a base de silicato tricálcico ( $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$ ) que se comercializa y anuncia como un "sustituto bioactivo de la dentina" debido a sus propiedades mecánicas similares a las de la dentina. A pesar de la evidencia clínica limitada, Biodentine parece ser un sustituto potencial de otros cementos a base de silicato tricálcico (5,13).

Es un material disponible en una formulación polvo-líquido: según el fabricante, el polvo se compone principalmente de silicato tricálcico, carbonato de calcio y óxido de circonio. El componente acuoso se compone de agua, cloruro de calcio (para acelerar el fraguado) y un policarboxilato modificado (como superplastificante). Se dispensa una sola medida de líquido en una cápsula desechable que contiene el polvo Biodentine y se mezcla con un dispositivo mezclador durante 30 s (18).

La reacción de fraguado de Biodentine se inicia cuando el silicato tricálcico interactúa con el agua para formar gel de silicato de calcio hidratado (CSH) e hidróxido de calcio. El gel CSH, que es impermeable al agua, se forma en la superficie entre los granos de silicato tricálcico que no han reaccionado. Este el silicato tricálcico y el conglomerado de gel CSH muestran una capacidad de sellado intrínseca. En la interfaz entre el material y el diente, el hidróxido de calcio con los iones de fosfato circundantes precipita en una molécula similar a la hidroxiapatita, que puede incorporarse a la dentina (19).

Biodentine contiene una forma pura y sintética de silicato tricálcico, que también se encuentra en MTA produciendo un efecto positivo sobre las células pulpares respecto a la respuesta de células inflamatorias y la formación de tejido duro, promoviendo la formación de dentina terciaria. Biodentine se basa en policarboxilato

---

modificado, que logra una alta resistencia a corto plazo y reduce la cantidad de agua requerida para mezclar y mantener su fácil manejo. Además, este cemento no causa toxicidad y su alta alcalinidad (pH = 12) produce un efecto inhibitor sobre los microorganismos y tejidos blandos circundantes. A diferencia de MTA y otros materiales, tiene una mayor resistencia a la compresión para resistir los impactos externos de las fuerzas masticatorias. Además, su resistencia mecánica es similar a la de la dentina y el tamaño de sus partículas proporciona una estructura más densa y menos poros.

Este material penetra en los túbulos dentinarios aumentando una retención micromecánica, haciéndolo autoadhesivo. Estos beneficios han arrojado resultados prometedores en el uso de Biodentine y se considera como material alternativo en pulpotomías de molares primarios (3,9,20). Los procesos reparativos pulpares tardíos dentro del diente, así como su tiempo de fraguado reducido, lo convierten en un material dental prometedor para uso clínico en la terapia pulpar vital (19).

---

---

## 5. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

- Justificación:

Existen varias revisiones publicadas que estudian las propiedades físicas, biológicas del MTA y su manejo. Su capacidad regenerativa, biocompatible y antiinflamatoria (21,22,23). Se estudió de manera abundante el tema de la formación de dentina secundaria que suele ser unas de las características más interesantes que proporciona ese material (24,25). La comparación más estudiada del MTA suele ser con el formocresol, donde en la mayoría de los resultados encontrados el MTA suele ser el material de preferencia sobre todo por el carácter tóxico y cancerígeno del formocresol. (3,26)

Por otra parte se estudiaron las propiedades histológicas, osteogénicas y los efectos de Biodentine (27). Además este contiene una forma pura y sintética de silicato tricálcico, que también se encuentra en el MTA; sin embargo, se ha considerado que los tamaños de las partículas de Biodentine proporcionan una estructura más densa y menos porosa, que se desarrollaron para superar las deficiencias del MTA (1).

Por estos motivos me parece relevante comparar el Biodentine, un material de nueva generación y que todavía existen pocos artículos comparativos a propósito del éxito en pulpotomía sobre molares temporales con materiales más antiguos como el MTA. Es de suma importancia estudiar ese tema que puede resultar beneficioso en la práctica clínica (17).

Además se sugiere en algunos estudios que Biodentine sería un medicamento prometedor y efectivo para el tratamiento de pulpotomías en dentición primaria (8, 28).

Hoy en día queremos determinar cuál de ambos biomateriales sería lo más indicado, entre un nuevo material, el Biodentine y el MTA, un material de referencia ampliamente utilizado en pulpotomía.

---

- Hipótesis:

La hipótesis de nuestro trabajo considera que el MTA y el Biodentine tendrán una tasa de éxito similar en el tratamiento de pulpotomía de los molares temporales; encontrando unos resultados clínicos y radiológicos parecidos, siendo por tanto ambos materiales buenos para realizar los tratamientos pulpares parciales en dentición temporal.



---

## 6. OBJETIVOS

### **Objetivo principal:**

1. Comparar la tasa de éxito del MTA y biodentine a nivel clínico y radiológico en tratamiento de pulpotomía sobre molares temporales.

### **Objetivos secundarios:**

1. Evaluar y comparar los parámetros clínicos de sensibilidad o dolor, presencia de fístula y/o de movilidad dental .
2. Evaluar y comparar los parámetros radiológicos de la presencia de reabsorción radicular interna y/o externa.
3. Determinar cuál de estos dos biomateriales sería el más indicado en tratamiento de pulpotomía sobre molares temporales respecto al éxito clínico y radiológico estudiados.

---

---

## 7. MATERIAL Y MÉTODO

La presente revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo la declaración de la Guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta- Analyses) (29).

### 7.1 Identificación de la pregunta PICO

Se utilizaron la base de datos Medline-PubMed (United States National Library of Medicine), Web of Science y Scopus para realizar una búsqueda de los artículos indexados sobre la efectividad de MTA y biodentine en tratamiento pulpares parciales en molares temporales, publicados desde los 10 últimos años para responder a la siguiente pregunta:

*¿Para los tratamientos pulpares parciales en dentición sobre molares temporales, el Biodentine tendrá una tasa de éxito clínica y radiológica superior al MTA?*

El formato de la pregunta se estableció de acuerdo con la pregunta estructurada PICO:

- P (población): Niños de cualquier sexo y edad con caries en molares temporales que precisan un tratamiento pulpar parcial (pulpotomía)
- I (intervención) : realización de pulpotomía en molares temporales con Biodentine.
- C (comparación) : comparación de la efectividad de MTA en las mismas condiciones.
- O (resultados) :
  - O1: Tasa de éxito de MTA y biodentine al nivel clínico y radiológico (en %)
  - O2: Parámetros clínicos (sensibilidad o dolor, con fístula y movilidad dental).
  - O3: Parámetros radiológico (reabsorción radicular interna y/o externa)

---

## 7.2 Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión definidos para esta revisión fueron :

- **Tipo de estudio:** Ensayos clínicos aleatorizados controlados, revisiones sistemáticas, metanálisis de ensayos clínicos, estudios in vivo, estudio de cohorte retrospectivo; estudios sobre individuos humanos, publicaciones en inglés, español o francés; publicados de 2013 hasta 2023.
- **Tipo de pacientes:** Niños de cualquier sexo y edad con caries en molares temporales con corona restaurables sin síntomas clínicos.
- **Tipo de intervención:** Tratamiento pulpar parcial (pulpotomía) con seguimiento de más de un año de la efectividad de biodentine al nivel clínico y/o radiológico. Se incluyen exclusivamente restauraciones con coronas metálicas.
- **Tipo de control:** Tratamiento pulpar parcial (pulpotomía) con seguimiento de más de un año de la efectividad del MTA al nivel clínico y/o radiológico. Se incluyen exclusivamente restauraciones con coronas metálicas.
- **Tipo de variables de resultados:** parámetros que determinan la tasa de éxito clínico : presencia de molestias y/o dolor, presencia o no de infección y movilidad dental después de la intervención. Parámetros que determinan la tasa de éxito radiológico: evaluar la presencia o no de reabsorción interna y/o externa.

Los criterios de exclusión definidos para esta revisión fueron:

- **Tipo de estudios :** estudios experimentales in vitro y en animales.
- **Tipo de pacientes:** adultos o tratamiento de pulpotomía sobre dientes permanentes.
- **Tipo de intervención y control:** se excluye tratamiento de pulpectomía o recubrimiento pulpar directo/ indirecto. Los dientes con trauma o exposición mecánica y los incisivos, caninos o premolares fueron eliminados. Además se excluyeron restauraciones de amalgama o de composite y molares con signos radiológicos iniciales de reabsorción interna y/o externa patológica. Los estudios de menos de un año de seguimiento fueron excluidos también.

- 
- **Tipo de variables de resultados** : no se incluye variables como cambios de color o características fisicoquímicas de materiales. Los parámetros sobre el estado de los tejidos y periodontales tampoco parámetros histológicos se excluyeron.

### 7.3 Fuentes de información y estrategia de la búsqueda de datos

Se llevó a cabo una búsqueda automatizada en las tres bases de datos anteriormente citadas (PubMed, Scopus y Web of Science) con las siguientes palabras claves: “child” “children”, “infant patient”, “pediatric” “deciduous molar”, “primary molar”, “pulpotomy”, “MTA” , “Mineral Trioxide Aggregate”, “Biodentine” , “tricalcium silicate”, “success” , “effectiveness”. Las palabras claves fueron combinadas con los operadores booleanos AND, OR y NOT, así como con los términos controlados (“MeSH” para Pubmed) en un intento de obtener los mejores y más amplios resultados de búsqueda.

La búsqueda en Pubmed fue la siguiente: (((child [MeSH Terms] OR children OR "infant patient" OR pediatric [MeSH Terms]) AND ("deciduous molar" OR "primary molar") AND "pulpotomy") AND ("MTA" OR "mineral trioxide aggregate")) OR ("biodentine" OR "tricalcium silicate")) AND ("success" OR "effectiveness") Filters: humans, english, french, spanish, 2013 to 2023.

La búsqueda en SCOPUS fue la siguiente: ( TITLE-ABS-KEY ( child OR children OR "infant patient" OR "pediatric" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "deciduous molar" OR "primary molar" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "pulpotomy" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "MTA" OR "mineral trioxide aggregate" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "biodentine" OR "tricalcium silicate" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "success" OR "effectiveness" ) ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2022 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2021 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2020 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2019 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2018 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2017 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2016 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2015 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2014 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2013 ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "DENT" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) )

---

La búsqueda en Web of sciences fue la siguiente: (((((ALL=("child" OR "children" OR "infant patient" OR "pediatric")) AND ALL=("deciduous molar" OR "primary molar" )) AND ALL=("pulpotomy")) AND ALL=("MTA" OR "mineral trioxide aggregate")) OR ALL=("bioceramics" OR "tricalcium silicate" )) AND ALL=("success" OR "effectiveness") and 1.49 Dentistry & Oral Medicine (Citation Topics Meso) and 2022 or 2021 or 2020 or 2019 or 2018 or 2017 or 2016 or 2015 or 2014 or 2013 (Publication Years) and Dentistry Oral Surgery Medicine (Web of Science Categories) and English (Languages)

Una vez recogido todos los artículos de nuestras tres bases de datos eliminamos los duplicados y se procedió a una selección de artículos con la ayuda de nuestros criterios de inclusión y exclusión explicados anteriormente. En la Tabla 1 presente en anexos se muestra el resumen de las búsquedas de cada una de las bases de datos consultadas.

#### 7.4 Proceso de selección de los estudios

Se realizó un proceso de selección en tres etapas. La selección de los estudios fue llevada a cabo por dos revisores (LD, MB). Se empezó con la primera etapa filtrando los artículos encontrados por los títulos eliminando los que no entran dentro de nuestros criterios. En la segunda etapa se realizó el cribado por los resúmenes y se seleccionaba según el tipo de estudio, tipo de intervención, número de pacientes, tipo de dientes y variables de resultado. En la tercera etapa se filtraba según la lectura del texto completo y se procedió a la extracción de los datos usando para ello un formulario de recogida de datos previamente elaborado para confirmar la elegibilidad de los estudios. Los desacuerdos entre los revisores, en cada una de las fases, se resolvieron mediante un consenso entre ambos y, cuando fue necesario, un tercer revisor fue consultado.

#### 7.5 Extracción de datos:

La siguiente información fue extraída de los estudios y se dispuso en tablas según el tipo de procedimiento (pulpotomía sobre molares temporales con MTA o

---

biodentine): autores con el año de publicación, tipo de estudio (Ensayos clínicos aleatorizados controlados, revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios in vivo, estudio de cohorte prospectivo no aleatorizado ), tipo y número de pacientes ( niños de cualquier sexo y edad con molares temporales) y tasas de éxitos de dicha intervención ejecutada (en porcentaje y con los criterios empleados al nivel clínico y radiológico).

Variables de resultado principal:

**Tasa de éxito del tratamiento:** se recogió tanto en el grupo del MTA como en el biodentine en forma de porcentaje.

Variables de resultado secundarias:

- **Variables de parámetros clínicos** : Del MTA y biodentine en los tratamientos de pulpotomía sobre molares temporales respecto a la presencia de sensibilidad o dolor, presencia de fístula y/o de movilidad dental.
- **Variables de parámetros radiológicos** : Del MTA y biodentine en los tratamientos de pulpotomía sobre molares temporales respecto a la presencia de reabsorción radicular interna y/o externa.

### 7.5 Valoración de la calidad :

La valoración del riesgo de sesgo fue evaluada por dos revisores (LD, MB) con el objeto de analizar la calidad metodológica de los artículos incluidos.

Para la evaluación de la calidad de los estudios clínicos controlados aleatorizados se utilizó la guía Cochrane 5.1.0 (<http://handbook.cochrane.org>); las publicaciones fueron consideradas de :

- “bajo riesgo de sesgo” : cuando cumple todos los criterios
- “alto riesgo de sesgo” : cuando no se cumple uno o más criterios y consideramos que el estudio presenta un sesgo que debilita la fiabilidad de los resultados
- “sesgo incierto” : en caso de incertidumbre sobre el potencial de sesgo.

---

## 7.6 Síntesis de datos :

Con la finalidad de resumir y comparar las variables de resultados entre los diferentes estudios, las medias de los valores de las variables principales fueron agrupadas según los grupos de estudio (biodentine y MTA).

Con todas las medias encontradas en los estudios analizados realizamos una media general con el fin de obtener unos resultados más representativos y globales para poder establecer nuestras conclusiones.

En función del tipo de variable a estudiar: que sea la tasa de éxitos clínicos o radiográficos, se suma los porcentajes y se dividen por el número de dientes estudiados. Dentro de estas dos categorías, detallamos las variables de resultados que las componen así nos permite explicar de manera precisa por qué obtenemos estas conclusiones.



---

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Selección de estudios. Flow chart

Se obtuvieron un total de 250 artículos del proceso de búsqueda inicial: Medline - PubMed (n=97), SCOPUS (n=44) y la Web of Science (n=109). Además, se obtuvo 1 estudio adicional a través de la búsqueda manual (lista de referencias y fuentes primarias). De estas publicaciones, se identificaron como artículos potencialmente elegibles mediante el cribado por títulos 81 artículos y luego con los resúmenes se seleccionaron 44. Los artículos de texto completo fueron posteriormente obtenidos y evaluados a fondo. Como resultado, 14 artículos cumplieron con los criterios de inclusión y fueron incluidos en la presente revisión sistemática (Fig. 2). La información relacionada con los artículos excluidos (y las razones de su exclusión) se presenta en la Tabla 2.

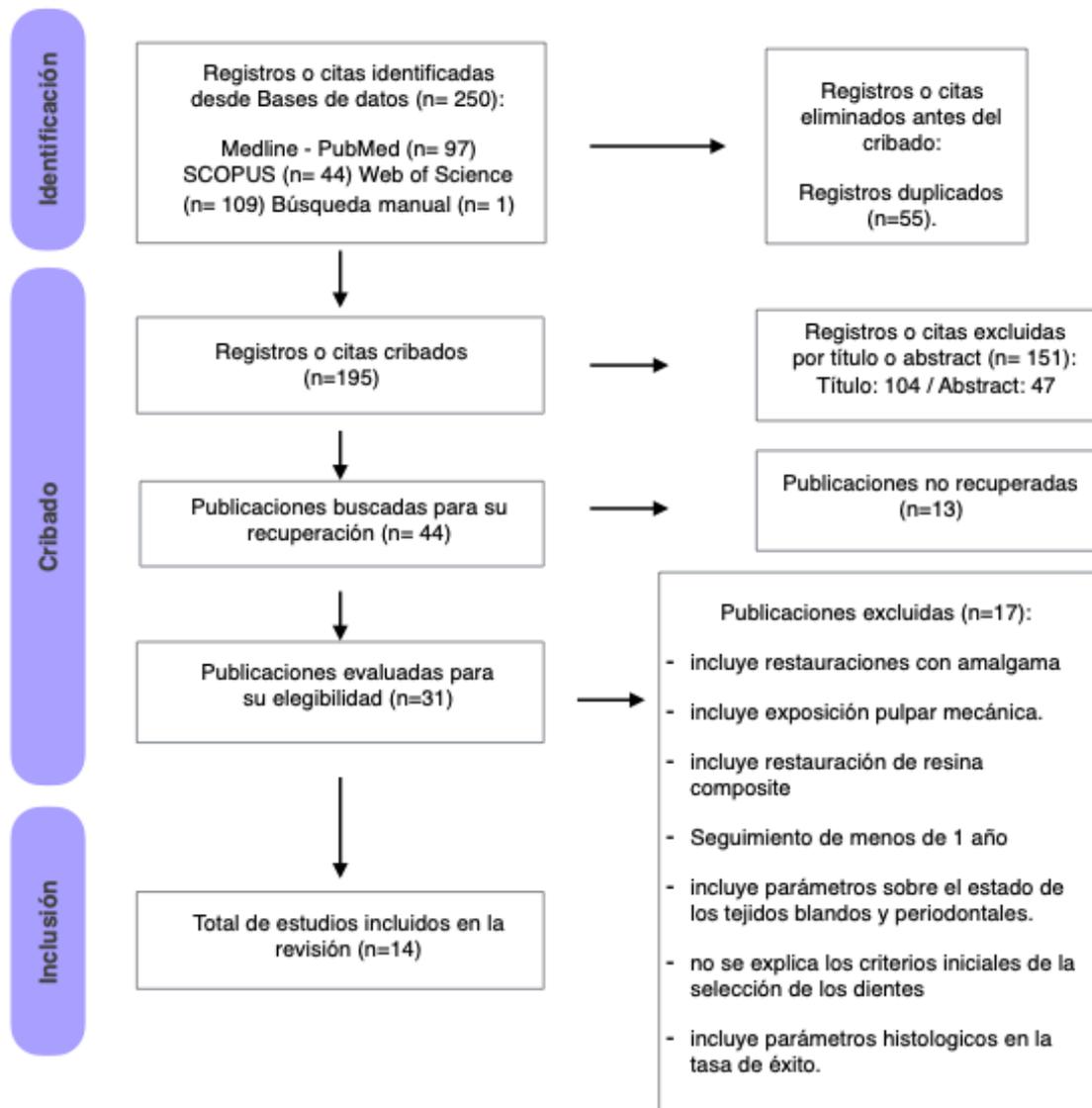


Fig. 2. Diagrama de flujo de búsqueda y proceso de selección de títulos durante la revisión sistemática.

**Tabla 2:** Artículos excluidos (y su razón de exclusión) de la presente revisión sistemática.

<b>Autor. Año</b>	<b>Publicación</b>	<b>Motivo de exclusión</b>
Berna C. 2013 (16)	Journal of Dentistry for Children	Utiliza en el estudio restauraciones de amalgama e incluye exposición pulpar mecánica.
Armin S. 2014 (34)	Clinical Oral Investigations	incluye restauraciones con amalgama
Omar Abd E. 2019 (35)	BMC Oral Health	incluye restauraciones con exposición mecánica
Suéllen Priscilla R. 2020 (11)	Brazilian Oral Research	incluye restauración con composite
Lidiane Lucas C. 2019 (36)	Journal of applied oral science	incluye restauración con composite
Silvia C. 2018 (37)	BMC Oral Health	incluye restauración con composite
Chi Hoon Ki 2021 (15)	Clinical Oral Investigations	incluye pacientes con 6 meses de seguimiento
BOUSIOUKI C. 2021 (38)	European Journal of pediatric dentistry	incluye pacientes con 6 meses de seguimiento
Bryan J. 2020 (4)	PEDIATRIC DENTISTRY	Incluye parámetros sobre el estado de los tejidos blandos y periodontales.
Kakarla S. 2022 (39)	International Journal of Clinical Pediatric Dentistry	Incluye parámetros sobre el estado de los tejidos blandos y periodontales en la tasa de éxitos.
Cordell S. 2021 (40)	Journal of Dentistry for Children	Incluye parámetros sobre el estado de los tejidos blandos y periodontales en la tasa de éxitos.
Kelsey A. 2021 (41)	Journal of Clinical Pediatric Dentistry	Incluye parámetros sobre el estado de los tejidos blandos y periodontales en la tasa de éxitos.
Shivayogi M. 2017 (42)	Contemporary Clinical Dentistry	no se explica los criterios iniciales de la selección de los dientes
Sarah E. 2013 (43)	PEDIATRIC DENTISTRY	Incluye parámetros histológicos en la tasa de éxito.
T. M. Oliveira 2013 (44)	European Archives of Paediatric Dentistry	Incluye parámetros histológicos en la tasa de éxito.
Marina AJ.2018 (45)	Braz. Dent. J	Incluye parámetros histológicos en la tasa de éxito.
Firoozi P. 2022 (5)	European Archives of Paediatric Dentistry	No todas las restauraciones están realizadas con corona de acero inoxidable.

## 8.2 Analisis y características de los estudios revisados

De los 14 artículos seleccionados en la presente revisión, 5 artículos investigan el MTA (3,27,30,31,32), 1 analiza el biodentine (37) y 8 realizan comparación entre el ambos biomateriales MTA y biodentine (1, 6, 7, 8, 9, 17, 19, 20).

13 artículos fueron controlados aleatorios (1, 3, 6, 7, 8, 9,17, 19, 20, 33, 34, 35) y 1 se trata de un estudio prospectivo no randomizado (30). En los estudios randomizados el paciente fue la unidad de asignación al azar.

Además fueron seleccionados los pacientes según diferentes rangos de edad: 5 artículos estudiaron niños de 6-9 años (1,8,9,30,31), 5 incluyeron niños de 4-9 años (3,6,7,19,33 ) y 4 realizaron tratamientos en niños de 2-9 años (17,20,31,32).

**Tabla 3:** Características de los estudios revisados.

Variables de las características de los estudios	MTA	Biodentine	MTA/ Biodentine	Total	
<b>tipo de estudio</b>	Investigación randomizado	4	1	8	13
	Prospectivo no randomizado	1			2
<b>Edad de los pacientes</b>	6-9 años	2		3	5
	4-9 años	1	1	3	5
	2-9 años	2		2	4
<b>Numero de dientes tratados</b>	252	37	444 (biodentine)/ 467 (MTA)	1200	
<b>motivo de exclusion del diente</b>	exposición pulpar demasiada pequeña			4	4
	Sangrado incontrolable	2		15	17
	abandonos	2	17	101	120
<b>Tiempo de seguimiento</b>	24 meses	2		3	5
	12 meses	2		2	4
	18 meses	1		3	4
	48 meses		1		1
<b>Colocación de la corona de acero inoxidable</b>	colocación en la misma sesión	72	37	192(biodentine)/ 180 (MTA)	481
	colocación 24 h después	24		24 (con MTA)	48
	no se especifica el momento	156		252 (biodentine)/ 263 (MTA)	671

---

Se trataron un total de 1200 dientes primarios : 719 realizando pulpotomía con MTA y 481 piezas donde se usó el biodentine. Donde se excluyó 141 dientes : 120 por falta de seguimiento de los pacientes, 17 dientes por la presencia de un sangrado incontrolable y 4 casos donde la pulpotomía no era indicada con una exposición pulpar demasiado pequeña.

En los artículos revisados tenemos varios periodos de seguimiento : la mayoría se establecieron en 24 meses y consta de 5 (1,7,19,31), 4 se plantearon para 12 meses (3,6,9,27), luego 4 sobre 18 meses (8,17,20,30) y 1 se planificó sobre 48 meses (33).

Otra característica que destacamos es el momento de colocación de la restauración aunque en la mayoría de los casos estudiados la corona de acero inoxidable suele ponerse en la misma sesión ( en 481 dientes estudiados), pero se colocó 24 horas después la realización de la pulpotomía sobre 48 dientes por el fraguado del MTA que suele ser tardío. En 671 no se especifica el momento de realización del cementado.

### **8.3 Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo**

Para los estudios randomizados, un alto riesgo de sesgo fue considerado en los 4 estudios y un bajo riesgo de sesgo fue apreciado en 3 estudios (Tabla 4). Para los estudios observaciones no randomizados, 1 estudio fue analizado y se encontró en bajo riesgo de sesgo (tabla 5). El sesgo de cegamiento de evaluación de resultados fue el ítem con mayor riesgo de sesgo (tabla 4).

	Generar secuencia aleatorizada (sesgo selección)	Ocultación de la asignación (sesgo selección)	Cegamiento evaluación de resultados (sesgo detección)	Seguimiento y exclusiones (sesgo deserción)	Descripción selectiva (sesgo informe)	Otros sesgos
Celik BN y cols. 2019 (1)	+	+	+	+	+	+
Olatosi OO y cols. 2015 (3)	+	-	+	+	-	-
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (6)	+	+	-	+	+	+
Bani M y cols. 2017 (7)	+	+	-	+	+	-
Juneja P y cols. 2017 (8)	+	-	+	+	+	+
Carti O y cols. 2017 (9)	+	+	-	+	+	+
Stringhini E y cols. 2019 (17)	+	-	-	-	+	+
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (19)	+	+	-	+	+	+
Rajasekharan S y cols. 2017 (20)	+	+	+	+	+	+
Alnassar I y cols. 2022 (27)	+	+	+	+	+	+
Yai-Tin L y cols. 2020 (31)	-	-	-	+	+	+
Marghalani AA y cols. 2014 (32)	+	-	-	+	+	-
Rubanenko M y cols. 2019 (33)	+	+	+	+	+	-

Tabla 4: Medición del riesgo de sesgo de los estudio randomizados según la guía Cochrane.

	Definición de los casos	Representatividad	Selección de los controles	Definición de los controles	Comparabilidad (factores más importante)	Comparabilidad (cuál que otro variable)	Comparación de la exposición	Mismo método para ambos grupos	Tasa de abandonos	Total
Celik BN y cols. 2016 (30)	☆	☆	☆	☆	☆	-	☆	☆	☆	8

Tabla 5: Medición del riesgo de sesgo de los estudios observacionales no randomizados con la escala Newcastle-Ottawa - estudios observacionales con grupo control no randomizado.

---

## 8.4 Síntesis resultados

### 8.4.1 Tasa de éxito clínico y radiológico

Al total trece estudios informaron datos sobre el MTA (1,3,6,7,8,9,17,19,20,27,28,31,32) en un periodo de seguimiento desde 12 meses mínimo (3,6,9,31) a 24 meses máximo (1,7,19,29,32). Por otra parte, 9 artículos estudiaron el biodentine (1,6,7,8,9,17,19,20,33) en un periodo de seguimiento desde 12 meses mínimo (6,9) hasta 48 meses máximo (33).

Se obtuvieron como resultados con el MTA una tasa de éxito clínico media de 98,74%, donde la tasa más baja fue de 95% (27) y la más alta de 100% encontrada en 8 estudios (1,3,8,19,20,30,31,32). Acerca a la tasa de éxito radiológico media con MTA se sacó 95,02%. Podemos analizar el porcentaje más bajo obtenido : 80% (9) y el porcentaje más alto es de 100%, encontrado en 4 estudios (1,8,28,31).

Los estudios que analizaron la tasa de éxito clínico del biodentine sacaron como porcentaje total medio 98,54%, con una tasa mínima de 95% (20) y una tasa máxima de 100% en 5 artículos (1,6,8,19,33). A diferencia de la tasa de éxito radiológico se obtuvo un porcentaje total medio de 89,4% con un valor mínimo de 60% (9) y máximo de 97,3% (33).

Al juntar los resultados de ambos biomateriales se obtiene una tasa de éxito clínico de 98,54% y de éxito radiológico de 92,21%.

Tabla 6: Resultados descriptivos de la tasa de éxito clínico y radiológico en tratamientos realizados con MTA y biodentine.

	Dientes tratados	Tasa de éxito clínico (%)	Tasa de éxito radiológico (%)	Periodo de seguimiento (meses)
<b>Resultados MTA</b>				
Celik BN y cols. 2019 (1)	22	100	100	24
Olatosi OO y cols. 2015 (3)	25	100	96	12
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (6)	39	97,4	97,4	12
Bani M y cols. 2017 (7)	31	96,8	87,1	24

Juneja P y cols. 2017 (8)	9	100	100	18
Carti O y cols. 2017 (9)	25	96	80	12
Stringhini E y cols. 2019 (17)	49	98,45	95,3	18
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (19)	35	100	97,3	24
Rajasekharan S y cols. 2017 (20)	29	100	91	18
Alnassar I y cols. 2022 (27)	20	95	95	12
Celik BN y cols. 2016 (30)	22	100	100	18
Yai-Tin L y cols. 2020 (31)	27	100	100	24
Marghalani AA y cols. 2014 (32)	156	100	96,2	24
<b>TOTAL MEDIA PONDERADA (%) :</b>		98,74	95,02	-
<b>Resultados Biodentine</b>				
Celik BN y cols. 2019 (1)	19	100	89,4	24
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (6)	39	100	94,9	12
Bani M y cols. 2017 (7)	31	96,8	93,6	24
Juneja P y cols. 2017 (8)	9	100	86,7	18
Carti O y cols. 2017 (9)	25	96	60	12
Stringhini E y cols. 2019 (17)	128	97,3	91,5	18
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (19)	36	100	97,2	24
Rajasekharan S y cols. 2017 (20)	25	95	94	18
Rubanenko M y cols. 2019 (33)	37	100	97,3	48
<b>TOTAL MEDIA PONDERADA (%) :</b>		98,34	89,4	-
<b>TOTAL DE MTA Y BIODENTINE (%) :</b>		98,54	92,21	-

#### 8.4.2 Parámetros clínicos relacionados a fracaso de tratamiento

Al total se estudiaron 489 dientes en tratamiento de pulpotomía con MTA y 349 dientes con biodentine.

El fracaso clínico más destacado en MTA es la presencia de sensibilidad o dolor en el diente con 3 casos examinados (7,20,27), este signo apareció en diferentes periodos de tiempo : al 3er mes (27), 6to mes (20) y al 12avo mes (7). Luego se apreció 1 caso de fístula y/o movilidad al tratar el diente (9) al 12avo.

Biodentine estudió como fracaso más relevante la presencia de fístula y/o movilidad en 4 dientes (9,20), este signo se observa al 6to mes (20), al 12avo mes (9,20) y al 18avo mes (20). Además se obtuvo 1 caso de sensibilidad o dolor al 12avo mes (7).

El total de resultados obtenidos con MTA y biodentine son de 4 fracasos de sensibilidad o dolor y 5 acerca a la presencia de fístula y/o movilidad dental después de la intervención con una aparición mayormente al 12avo mes (7,9,20).

**Tabla 7:** Resultados descriptivos del fracaso a nivel clínico de los dientes tratados con MTA y biodentine.

PARÁMETROS CLÍNICOS				
	Dientes tratados	sensibilidad / dolor	presencia de fístula y/o movilidad	Momento de aparición (meses)
<b>Resultados MTA</b>				
Celik BN y cols. 2019 (1)	22	*	*	*
Olatosi OO y cols. 2015 (3)	25	*	*	*
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (6)	39	*	*	*
Bani M y cols. 2017 (7)	31	1	*	12
Juneja P y cols. 2017 (8)	9	*	*	*
Carti O y cols. 2017 (9)	25	*	1	12
Stringhini E y cols. 2019 (17)	49	—	—	*
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (19)	35	*	*	*
Rajasekharan S y cols. 2017 (20)	29	1	*	6
Alnassar I y cols. 2022 (27)	20	1	*	3
Celik BN y cols. 2016 (30)	22	*	*	*
Yai-Tin L y cols. 2020 (31)	27	*	*	*
Marghalani AA y cols. 2014 (32)	156	*	*	*
<b>TOTAL :</b>	<b>489</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	
<b>Resultados Biodentine</b>				
Celik BN y cols. 2019 (1)	19	*	*	*
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (6)	39	*	*	*
Bani M y cols. 2017 (7)	31	1	*	12
Juneja P y cols. 2017 (8)	9	*	*	*
Carti O y cols. 2017 (9)	25	*	1	12

Stringhini E y cols. 2019 (17)	128	—	*
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (19)	36	*	* *
Rajasekharan S y cols. 2017 (20)	25	*	3 6, 12, 18
Rubanenko M y cols. 2019 (33)	37	*	* *
<b>TOTAL:</b>	<b>349</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>TOTAL DE MTA Y BIODENTINE :</b>	<b>838</b>	<b>4</b>	<b>5 *</b>

#### 8.4.3 Parámetros radiológicos relacionados a fracaso de tratamiento

En el tratamiento de MTA, dentro de los signos de fracaso radiológico destacados tenemos en mayoría la presencia de reabsorción externa con 8 casos (7,9,19,20). Se observaron en diferentes periodos de tiempo : 6to meses (n=2) (9), 12avo mes (n=2) (9,20), 18avo mes (n=2) (19,20) y 24avo mes (n=2) (7,19). Después se analizó los casos de reabsorción interna, al total son 4 (6,7,19,20). Se distingue distintos momentos de aparición : al 6to mes (n=1) (20), al 12avo mes (n=1) (6) y al 18avo mes (n=2) (7,19).

En los casos tratados con biodentine aparece mayormente la presencia de la reabsorción interna con 11 dientes afectados (6,7,8,19,20,33). Al 6to mes (n=3) (8,20), al 12avo mes (n=3) (6,8,20), al 18avo mes (n=2) (7,8) y al 24avo mes (n=3) (19, 33). En segundo plano 3 casos fueron observados, 1 al 3er mes y 2 al 12avo mes.

Se puede ver un total de 15 casos de reabsorción interna y 11 casos de reabsorción externa con los resultados de ambos biomateriales en un total de 838 dientes tratados. Se puede añadir que el periodo donde aparecieron más fracasos radiológicos es al 12avo mes.

**Tabla 8:** Resultados descriptivos del fracaso a nivel radiológico de los dientes tratados con MTA y biodentine.

	PARÁMETROS RADIOLÓGICOS			
	Dientes tratados	reabsorción interna	reabsorción externa	Momento de aparición (meses)
<b>Resultados MTA</b>				
Celik BN y cols. 2019 (1)	22	*	*	*
Olatosi OO y cols. 2015 (3)	25	*	*	*
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (6)	39	1	*	12
Bani M y cols. 2017 (7)	31	1	1	18 (n=1int)/ 24 (n=1ext)
Juneja P y cols. 2017 (8)	9	*	*	*
Carti O y cols. 2017 (9)	25		3	6 (n=2)/ 12 (n=1)
Stringhini E y cols. 2019 (17)	49	—		*
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (19)	35	1	2	18 (n=2), 24 (n=1 ext)
Rajasekharan S y cols. 2017 (20)	29	1	2	6 (n=1int), 12 (n=1), 18(n=1)
Alnassar I y cols. 2022 (27)	20	*	*	*
Celik BN y cols. 2016 (30)	22	*	*	*
Yai-Tin L y cols. 2020 (31)	27	*	*	*
Marghalani AA y cols. 2014 (32)	156		—	
<b>TOTAL :</b>	<b>489</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	
<b>Resultados Biodentine</b>				
Celik BN y cols. 2019 (1)	19	*	*	*
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (6)	39	1	*	12
Bani M y cols. 2017 (7)	31	1	*	18
Juneja P y cols. 2017 (8)	9	3	*	6(n=1)/ 12(n=1)/ 18(n=1)
Carti O y cols. 2017 (9)	25	*	3	3 (n=1)/ 12 (n=2)
Stringhini E y cols. 2019 (17)	128	—		*
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (19)	36	2	*	24
Rajasekharan S y cols. 2017 (20)	25	3	*	6(n=2), 12(n=1)
Rubanenko M y cols. 2019 (33)	37	1	*	24
<b>TOTAL :</b>	<b>349</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	
<b>TOTAL DE MTA Y BIODENTINE :</b>	<b>838</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>*</b>



---

## 9. DISCUSIÓN

Nuestra revisión bibliográfica aporta información basada en la evidencia científica sobre los resultados obtenidos entre dos biomateriales : MTA y biodentine; comparándolos en tratamiento de pulpotomía sobre molares temporales. El objetivo principal de nuestro trabajo fue la comparación de las tasas de éxito obtenidas entre ambos materiales en la realización del mismo tipo de tratamiento explicado previamente. En segundo lugar, evaluar de manera más específica los parámetros clínicos, así como los resultados acerca de los parámetros radiológicos, ambos campos relacionados con el fracaso de tratamiento y por último determinar cuál de ambos materiales se usaría con preferencia con los datos recogidos.

### 9.1 Tasas de éxitos entre MTA y Biodentine

Observamos tasas de éxito relativamente elevadas en el conjunto de artículos seleccionados, incluyendo ambos biomateriales. Sin embargo podemos distinguir algunas diferencias, aunque no son significativas, teniendo en cuenta que no disponemos del mismo número de dientes tratados con MTA (489) y biodentine (349). Además los periodos de seguimiento no son iguales aunque el mínimo requerido fue de 12 meses.

Acerca de la tasa de éxito clínico total media ponderada se obtiene un resultado ligeramente superior con MTA. La diferencia más notable se encuentra en el número de artículos que presentan 100% éxito clínico : con MTA tenemos 8 artículos reportados mientras que con biodentine tenemos 5. Ese parámetro podría ser debido a la diferencia de dientes estudiados pero no podemos afirmar que obtenemos una diferencia significativa entre ambos materiales. Se explica estos niveles tan altos de éxito con el carácter biocompatible de los materiales y el hecho que conducen a la formación de un puente de dentina no porosa, como se demostró in vivo y en la clínica. Existen trabajos experimentales realizados en cultivos de dientes humanos, parece que al contacto con los fibroblastos pulpaes , se libera TGF- $\beta$ 1, un factor de crecimiento que recluta células madre pulpaes regenerando la dentina faltante en

---

forma de puente de dentina reparadora. (6,7) Además, presenta una actividad antibacteriana que inhibe el crecimiento de cepas bacterianas orales, incluidos los *Streptococcus mutans* y *Enterococcus faecalis*. Esta propiedad antibacteriana es muy importante para el éxito clínico de la restauración (6,27).

Por otra parte, la tasa de éxito radiológica total media obtiene mejores resultados con MTA, tenemos 4 artículos con resultados obtenidos al 100% y no tenemos ningún artículo que tiene estos resultados con Biodentine. Así podemos afirmar una diferencia significativa del MTA sobre Biodentine en el tema del éxito radiológico. Aunque tenemos que ser conscientes de que en ambos biomateriales obtenemos altas tasas de éxito radiológico. Lo podemos explicar mediante el uso en todos los dientes de coronas de acero inoxidable; por lo tanto, lo que confiere altas capacidades de sellado. A continuación la gran mayoría de los estudios incluidos precisan el uso de dique de goma, sabiendo que el aislamiento absoluto incrementa el éxito (7). Guelmann y cols. encontraron que las coronas metálicas preformadas proporcionaron más éxito (86 %) en comparación con IRM solo (61 %) o IRM y Ketac molar combinados (77 %) (8). Sus fallas también podrían deberse a errores iatrogénicos como coronas de acero inoxidable mal adaptadas, una base cavitaria delgada, vacíos en el cemento, áreas de caries residual y/o residuos de tejido pulpar coronal (6).

Los resultados como comentamos tienen tasas de éxito muy elevadas pero si comparamos el éxito clínico y radiológico suelen ser más bajas al nivel radiológico. Es plausible concluir que los cambios radiográficos quizás sean más sensibles (34). La interpretación de los resultados clínico-radiográficos que, en la dentición temporal, siempre es complicada por la presencia del sucesor permanente y el folículo que lo rodea, lo que podría explicar esa diferencia con los resultados clínicos (17). Además el concepto de puente de dentina es controvertido, Moretti y cols. consideran que se puede interpretar una respuesta de cicatrización o como una reacción pulpar a la irritación (46).

---

## 9.2 Parámetros clínicos y fracaso de tratamiento

Para empezar se puede notar el número reducido de fracasos clínicos analizados respecto al número de dientes tratados total 838 y solo 9 fracasos. La probabilidad que se produzca sensibilidad o dolor dental tras un tratamiento de pulpotomía con MTA o biodentine, es irrelevante frente a la aparición de infección o movilidad dental. Además se observa el mismo número de fracasos clínicos en biodentine y MTA de 4 respectivamente. Sabiendo que se estudiaron 140 casos más con MTA . Además encontramos más casos de infección o movilidad con biodentine y una mayor proporción de casos de sensibilidad o dolor con MTA pero siempre con un bajo número de casos.

Respecto al gran número de dientes estudiados los resultados son alentadores. Los pocos fracasos encontrados lo podemos explicar por errores iatrogénicos por parte del odontólogo, junto a su habilidad o experiencia y de la cooperación del niño. (47). Algunos estudios usaron la anestesia general para aumentar el porcentaje de éxito del tratamiento por lo tanto, los procedimientos de pulpotomía están facilitados y permiten un mejor pronóstico. Además, todos los dientes tratados fueron restaurados con coronas de acero preformadas, eliminando así la posibilidad de que la restauración falle (20). Por fin se puede observar momentos de aparición semejante a los 6 y 12 meses. Sobre todo porque suele ser los periodos evaluados más frecuentes, además podemos comentar que puede aparecer en algunos casos una alta tasa de recuperación en la segunda evaluación (93%) (6).

## 9.3 Parámetros radiológicos y fracasos de tratamiento

Respecto a los números de fracasos clínicos, se registran mucho más casos a nivel radiológico, aunque al comparar al número de dientes tratados el éxito es una tasa muy aceptable. Ese resultado lo podemos interpretar que un diente considerado como fracaso radiológico no significa que sea un fracaso clínico también. Por ejemplo Holan y cols, al realizar un seguimiento de los dientes pulpotomizados con reabsorción interna los dientes se presentan asintomáticos y no muestran ningún signo

---

de fracaso clínico (48). Además la radiolucidez observada en un diente puede atribuirse a un diagnóstico erróneo de inflamación en la pulpa radicular antes del tratamiento (3).

Se recogieron mucho más fracasos con biodentine (26 dientes) que MTA (12 dientes), una diferencia más llamativa. Obteniendo estos resultados tenemos que tener en cuenta que los procedimientos de radiografía periapical resultan laboriosos utilizando dispositivos de sujeción de películas en pacientes jóvenes con miedo y/o ansiedad. Esto resultó en algunos casos en los que las radiografías preoperatorias y de seguimiento no se pudieron tomar con la misma angulación por tanto tenemos error en los resultados (20). Con MTA se puede observar mucho más casos de reabsorción externa que interna y con biodentine suele ser el revés aunque la diferencia no es tan significativa como el primer material. Muchos estudios de pulpotomía con MTA demuestran que la reabsorción interna fue el fallo radiográfico más frecuente (7). El periodo de aparición más frecuente con ambos materiales fue a los 12 meses. Se muestra la posibilidad de que la diferencia entre las tasas de éxito pudiera variar debido a la prolongación del período de seguimiento. Esto es particularmente cierto ya que muchos estudios clínicos han sugerido que las tasas de éxito cambian con los cambios en la duración del seguimiento (1).

#### 9.4 Biomaterial de preferencia

Según los resultados obtenidos de nuestro estudio el material de uso preferente para el tratamiento de pulpotomía en la población infantil sería MTA respecto a biodentine. Esta conclusión es controvertida porque tenemos que tener en consideración muchos más factores como la manipulación del material, las características de manejo, la disponibilidad y el costo juegan un papel importante en la elección del agente de pulpotomía ya que son pacientes que no siempre son cooperadores (8). Además son aspectos que tenemos que valorar ya que las tasas de éxito en general son tan similares. Aunque MTA muestra tasas de éxito más altas que Biodentine tanto clínica como radiológicamente.

---

Simancas Escorcia V y Diaz Caballero A, afirman que tanto el biodentine y MTA proporcionan resultados éxitos en pulpotomía y son ampliamente indicados para este tipo de tratamiento. Según su estudio al contrario prefieren biodentine por sus propiedades superiores al MTA. Demuestra una acción antimicrobiana superior al MTA, una estabilidad de color, resistencia mecánica, fuerza de adhesión, biocompatibilidad superior al MTA (49).

### 9.5 Limitaciones del estudio

El éxito de cualquier procedimiento clínico generalmente se determina durante las visitas de seguimiento. La disponibilidad de pacientes en las citas de seguimiento programadas es, por lo tanto, un factor importante que se debe considerar para determinar la eficacia del tratamiento (3). En la mayoría de los artículos seleccionados se encuentra un porcentaje de pacientes que dejan de venir a las visitas de seguimiento, esto impide que el estudio tenga un mayor impacto con un número de dientes tratados más importante. Además se requiere un seguimiento clínico y radiológico a largo plazo antes de que se puedan hacer recomendaciones concluyentes (1). Aunque teníamos un mínimo de un año de seguimiento, en algunos artículos que tienen un periodo de seguimiento hasta 18 o 24 meses encontraron casos de fracaso (7,8,9,19,20,27) Mientras que en varios artículos el estudio era menos prolongado y sea probable que no sea destacado otros fracasos (3,6,33). Asimismo no todos los estudios presentaron el mismo tiempo de seguimiento, lo que perjudica las diferentes comparaciones (17).

Es importante mencionar que el éxito de la pulpotomía en la práctica clínica no depende únicamente del material utilizado. Tanto el diagnóstico cuidadoso como el desempeño técnico son procedimientos cruciales, tales como: eliminar la caries antes de abrir la cámara pulpar, promover el aislamiento completo del campo quirúrgico, evitar la contaminación del tejido pulpar y usar los instrumentos de corte para eliminar la caries (7,17).

---

Se afirmó que los dientes con lesiones proximales tenían más fallas en la terapia pulpar vital, lo que indica que la ubicación de la lesión careada es un factor importante que afecta el éxito de la terapia pulpar vital. Además se encontró que los primeros molares mandibulares temporales tienden a fallar con más frecuencia que los segundos molares temporales cuando se tratan mediante pulpotomía. Estos hallazgos también pueden explicar los fracasos de las pulpotomías Biodentine y MTA en nuestro estudio (7).

Por último, cegar al operador fue imposible en esta prueba ya que cada material tiene diferentes métodos de mezcla y condensación. El cegamiento del evaluador para el examen radiográfico no fue infalible ya que la diferencia en la radiopacidad de cada material fue evidente para los examinadores experimentados que estaban familiarizados con los agentes de pulpotomía. (20)



---

## 10. CONCLUSIONES

### Conclusiones principales

1- Las tasas de éxito observadas son relativamente elevadas en ambos biomateriales que sean a nivel clínico o radiológico. Podemos notar una tasa de éxito clínico ligeramente superior con MTA y una diferencia significativa de ese material en comparación con biodentine en el éxito radiológico.

### Conclusiones secundarias:

1- Estudiamos un número reducido de fracasos clínicos respecto al número de dientes tratados, se puede deducir que la probabilidad que se produzca sensibilidad o dolor dental tras un tratamiento de pulpotomía con MTA o biodentine es muy baja. Encontramos más casos de infección o movilidad con biodentine y una mayor proporción de casos de sensibilidad o dolor con MTA pero siempre con un bajo número de casos.

2- Se registran más fracasos a nivel radiológico, aunque el éxito radiológico es muy aceptable. Al total se recopila más fracasos radiológicos con biodentine que MTA con una diferencia significativa. Con MTA podemos destacar una mayor proporción de casos de reabsorción externa y con biodentine suele ser predominante los casos de reabsorción interna.

3- Según nuestro estudio el material con el mejor éxito para el tratamiento de pulpotomía en molares temporales es el MTA. Aunque no observamos diferencia significativa a nivel global con biodentine además los resultados obtenidos son prometedores. De este modo podemos concluir que biodentine es igualmente un material indicado y su uso es ampliamente aceptable.



---

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. Celik BN, Mutluay MS, Arikan V, Sari S. The evaluation of MTA and Biodentine as a pulpotomy materials for carious exposures in primary teeth. *Clin Oral Investig.* 2019;23(2):661–666.
2. Poner fin a la caries dental en la infancia: manual de aplicación de la OMS [Ending childhood dental caries: WHO implementation manual]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2021. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
3. Olatosi OO, Sote EO, Orenuga OO. Effect of mineral trioxide aggregate and formocresol pulpotomy on vital primary teeth: A clinical and radiographic study. *Niger J Clin Pract.* 2015;18(2):292–296.
4. Wong BJ, Fu E, Mathu-Muju KR. Thirty-Month Outcomes of Biodentine Pulpotomies in Primary Molars: A Retrospective Review. *Pediatr Dent* 2020;42(4):293-299.
5. Firoozi P, Salman BN, Aslaminabadi N. Clinical and radiographic comparison of Biodentine and Formocresol: an updated meta-analysis with trial sequential analysis. *European Archives of Paediatric Dentistry.* 2022;23(6):855–867.
6. Cuadros-Fernández C, Rodríguez AIL, Saez-Martinez S, Garcia-Binimelis J, About I, Mercade M. Short-term treatment outcome of pulpotomies in primary molars using mineral trioxide aggregate and Biodentine: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2016;20(7):1639–1645.
7. Bani M, Aktas N, Cinar C, Odabas ME. The Clinical and Radiographic Success of Primary Molar Pulpotomy Using Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate: A 24-Month Randomized Clinical Trial. *Pediatr Dent.* 2017;39(4):284–288.
8. Juneja P, Kulkarni S. Clinical and radiographic comparison of biodentine, mineral trioxide aggregate and formocresol as pulpotomy agents in primary molars. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2017;18(4):271–278.
9. Carti O, Oznurhan F. Evaluation and comparison of mineral trioxide aggregate and biodentine in primary tooth pulpotomy: Clinical and radiographic study. *Niger J Clin Pract.* 2017;20(12):1604–1609.

- 
10. American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*. Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry. 2022; 415-423.
  11. SP Lima, G SANTOS, A Ferelle, S RAMOS, J Pessan, C Dezan-Garbelini. Clinical and radiographic evaluation of a new stain-free tricalcium silicate cement in pulpotomies. *Braz. Oral Res.* 2020;34(1): 1-10.
  12. Uyar DS, Alaçam A. Evaluation of partial pulpotomy treatment in cariously exposed immature permanent molars: Randomized controlled trial. *Niger J Clin Pract.* 2021;24(10):1511-1519.
  13. Carrillo Dato L, Guzmán Pina S, Cortés Lillo O. Evaluación in vitro de la eficacia antimicrobiana de tres materiales de obturación de conductos en dientes temporales. *Odontol Pediatr* 2020;28(1):3-13.
  14. Rood HD, Waterhouse PJ, Fuks AB, Fayle SA, Moffat MA. Pulp therapy for primary molars. *Inter J Paedia Dent* 2006;16(1)15-23.
  15. Kim CH, Bae JS, Kim IH, Song JS, Choi HJ, Kang CM. Prognostic factors for the survival of primary molars following pulpotomy with mineral trioxide aggregate: a retrospective cohort study. *Clin Oral Investig.* 2021;25:1797–1804.
  16. Celik B, Ataç AS, Cehreli ZC, Uysal S. A randomized trial of mineral trioxide aggregate cements in primary tooth pulpotomies. *J Dent Child.* 2013;80(3):126–132.
  17. Stringhini E, dos Santos MGC, Oliveira LB, Mercade M. MTA and biodentine for primary teeth pulpotomy: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Clin Oral Investig.* 2019;23(4):1967–1976.
  18. NiraNjaNi K, Ghanshyam M, KuMar A, Divya G, Singh M, SaujaNya K. Clinical Evaluation of Success of Primary Teeth Pulpotomy Using Mineral Trioxide Aggregate, Laser and Biodentine An In Vivo Study. *J Clin Diagn Res.* 2015; 9(4): 35-37.
  19. Vilella-Pastor S, Saez S, Veloso A, Guinot-Jimeno F, Mercade M. Long-term evaluation of primary teeth molar pulpotomies with Biodentine and MTA: a consort randomized clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2021;22(4):685–692.

- 
20. Rajasekharan S, Martens LC, Vandenbulcke J, Jacquet W, Bottenberg P, Cauwels R. Efficacy of three different pulpotomy agents in primary molars: a randomized control trial. *Int Endod J.* 2017;50(3):215–228.
  21. Bingqing S, Yuming Z, Xiaojing Y. Effects of MTA and Brazilian propolis on the biological properties of dental pulp cells. *Braz Oral Res.* 2019;1-9.
  22. Chawan Manaspon , Chavin Jongwannasiri y cols. Human dental pulp stem cell responses to different dental pulp capping materials. *BMC Oral Health.* 2021; 1-13.
  23. Pedano M, Xin L, Yoshihara K, Van Landuyt K, Van Meerbeek B. Cytotoxicity and Bioactivity of Dental Pulp-Capping Agents towards Human Tooth-Pulp Cells: A Systematic Review of In-Vitro Studies and Meta-Analysis of Randomized and Controlled Clinical Trials. *Materials.* 2020;13(12):1-42.
  24. Kyung-San M, Hyo-Jin P, Sun-Kyung L, Sang-Hyuk P, Chan-Ui H, Hae-Won K, Hae-Hyoung L, Eun-Cheol K. Effect of mineral trioxide aggregate on dentin bridge formation and expression of dentin sialoprotein and heme oxygenase-1 in human dental pulp. *J Endod.* 2008 Jun;34(6):666-670.
  25. Leye Benoist F, Gaye Ndiaye F, Wakhabe A, Benoist H, Farge P. Evaluation of mineral trioxide aggregate (MTA) versus calcium hydroxide cement (Dycal®) in the formation of a dentine bridge: a randomised controlled trial. *Int Dent J.* 2012;62(1):33-9.
  26. Amin L, Montaser M. Comparative evaluation of pulpal repair after direct pulp capping using stem cell therapy and biodentine: An animal study. *Aust Endod J.* 2021;47(1):11-19.
  27. Alnassar I, Altinawi M, Salem Rebab M, Alzoubi H, Abdo A. Evaluation of the efficacy of mineral trioxide aggregate and bioceramic putty in primary molar pulpotomy with symptoms of irreversible pulpitis (a randomized-controlled trial). *Clin Exp Dent Res.* 2022;1–7.
  28. Narváez S, Rodríguez A. Biodentine: Un nuevo material en terapia pulpar . *Univ Odontol.* 2015 ; 34(73): 69-76.
  29. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg.* 2010;8(5):336–341.

- 
30. Çelik BN, Sari Ş. Carious Exposure versus Mechanical Exposure for MTA Pulpotomy in Primary Teeth. *Biomed Res Int.* 2016;2016: 1-6.
  31. Yai-Tin L, Yng-Tzer J. Success rates of mineral trioxide aggregate, ferric sulfate, and sodium hypochlorite pulpotomies: A prospective 24-month study. *Journal of the Formosan Medical Association.* 2020; 119: 1080-1085
  32. Marghalani AA, Omar S, Chen J. Clinical and radiographic success of mineral trioxide aggregate compared with formocresol as a pulpotomy treatment in primary molars. *JADA.* 2014; 145(7): 714-721.
  33. Rubanenko M, Petel R, Tickotsky N, Fayer I, Fuks AB, Moskovitz M. A randomized controlled clinical Trial comparing tricalcium silicate and formocresol pulpotomies followed for two to four years. *Pediatr Dent.* 2019;41(6):446-450.
  34. Shirvani A, Asgary S. Mineral trioxide aggregate versus formocresol pulpotomy: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Clin Oral Invest.* 2014; 18:1023–1030.
  35. El Meligy O, Alamoudi N, Allazzam S, El-Housseiny A. Biodentine versus formocresol pulpotomy technique in primary molars: a 12–month randomized controlled clinical trial. *BMC oral health.* 2019; 19 (3): 1-8.
  36. Costa e Silva L, Cosme-Silva L, Sakai V, Lopes C, Silveira A, Moretti Neto R, Gomes-Filho J, Oliveira T, Moretti A. Comparison between calcium hydroxide mixtures and mineral trioxide aggregate in primary teeth pulpotomy: a randomized controlled trial. *J Appl Oral Sci.* 2019; 27: 1-8.
  37. Caruso S, Dinoi T, Marzo G, Campanella V, Giuca MR, Gatto R, Pasini M. Clinical and radiographic evaluation of biodentine versus calcium hydroxide in primary teeth pulpotomies: a retrospective study. *BMC Oral Health.* 2018; 18 (54) : 1-7.
  38. Boutsiouki C, Frankenberger R, Krämer N. Clinical and radiographic success of (partial) pulpotomy and pulpectomy in primary teeth: A systematic review. *European Journal of paediatric dentistry.* 2021; 22 (4) : 273-285.
  39. RojaRamya KS, Chandrasekhar R, Uloopi KS, Vinay C. Treatment Outcomes of Pulpotomy with Propolis in Comparison with MTA in Human Primary Molars: A 24-month Follow-up Randomized Controlled Trial. *Int J Clin Pediatr Dent* 2022;15(1):3–7.

- 
40. Cordell S, Kratunova E, Marion I, Alrayyes S, Alapati SB. A Randomized Controlled Trial Comparing the Success of Mineral Trioxide Aggregate and Ferric Sulfate as Pulpotomy Medicaments for Primary Molars. *J Dent Child*. 2021; 88(2):120-128.
  41. A Brar K, Kratunova E, Avenetti D, A da Fonseca M, Marion I, Alapati S. Success of Biodentine and Ferric Sulfate as Pulpotomy Materials in Primary Molars: A Retrospective Study. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2021; 45 (1): 22-28.
  42. Hugar SM, Reddy R, Deshpande SD, Shigli A, Gokhale NS, Hugar SS. In vivo comparative evaluation of mineral trioxide aggregate and formocresol pulpotomy in primary molars: A 60-month follow-up study. *Contemp Clin Dent*. 2017;8:122-7.
  43. Sarah E, Cameron M, Tatiana M, James R, Robert F, ChingChun J. Comparison of Mineral Trioxide Aggregate and Diluted Formocresol in Pulpotomized Human Primary Molars: 42-month Follow-up and Survival Analysis. *Pediatr Dent*. 2013 ; 35(3): 87–94.
  44. Oliveira T, Moretti A, Sakai V, Lourenço N, Santos C, Machado M, Abdo R. Clinical, radiographic and histologic analysis of the effects of pulp capping materials used in pulpotomies of human primary teeth. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2013;14:65–71.
  45. Junqueira M, Oliveira Cunha N, Ferreira Caixeta F, Teixeira Marques N, Oliveira T, da Silveira Moretti A, Cosme-Silva L, Thiemy Sakai V. Clinical, Radiographic and Histological Evaluation of Primary Teeth Pulpotomy Using MTA And Ferric Sulfate. *Braz Dent J*. 2018; 29(2):159-165.
  46. Moretti A, Sakai v, Oliveira T, Fornetti A, Santos C, Machado M, Abdo R. The effectiveness of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide and formocresol for pulpotomies in primary teeth. *Int Endod J*. 2008;41(7):547-555.
  47. Zealand C, Briskie D, Botero T, Boynton J, Hu J. Comparing gray mineral trioxide aggregate and diluted formocresol in pulpotomized human primary molars. *Pediatr Dent*. 2010;32(5):393-9.

- 
48. Holan G, Eidelman E, Fuks AB. Long-term evaluation of pulpotomy in primary molars using mineral trioxide aggregate and formocresol. *Pediatr Dent* 2005;27(2):129-136.
49. Simancas Escorcía V , Díaz Caballero A. Biodentine: a dentine substitute? *Salud, Barranquilla*. 2020;(36):587-605.

---



**Tabla 1:** resumen de las búsquedas de cada una de las bases de datos consultadas

BASE DE DATOS	BÚSQUEDA	FILTROS	FECHA	N°ARTÍCULOS ENCONTRADOS
PUBMED	((((child [MeSH Terms] OR children OR "infant patient" OR pediatric [MeSH Terms]) AND ("deciduous molar" OR "primary molar") AND "pulpotomy") AND ("MTA" OR "mineral trioxide aggregate")) OR ("bi dentine" OR "tricalcium silicate")) AND ("success" OR "effectiveness")	Humans, english, french, spanish, año de publicación: 2013- 2023.	28/01/2023	99
SCOPUS	( TITLE-ABS-KEY ( child OR children OR "infant patient" OR "pediatric" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "deciduous molar" OR "primary molar" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "pulpotomy" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "MTA" OR "mineral trioxide aggregate" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "bi dentine" OR "tricalcium silicate" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "success" OR "effectiveness" ) )	año de publicación: 2013-2023, english, dentistry	28/01/23	43
WEB OF SCIENCE	((((ALL=("child" OR "children" OR "infant patient" OR "pediatric")) AND ALL=("deciduous molar" OR "primary molar" )) AND ALL=("pulpotomy")) AND ALL=("MTA" OR "mineral trioxide aggregate")) OR ALL=("bi dentine" OR " tricalcium silicate")) AND ALL=("success"OR "effectiveness")	Dentistry & oral surgery medicine, año de publicación: 2013- 2022, idioma: English	28/01/23	104

## GUIA PRISMA 2020

Sección/tema	Item n.8	Item de la lista de verificación	Localización del item en la publicación
Evaluación del sesgo en la publicación	14	Describa los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo debido a resultados faltantes en una síntesis (derivados de los sesgos en las publicaciones).	27
Evaluación de la certeza de la evidencia	15	Describa los métodos utilizados para evaluar la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace.	27
<b>RESULTADOS</b>			<b>29</b>
Selección de los estudios	16a	Describa los resultados de los procesos de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo (ver <a href="#">figura 1</a> ).	29
	16b	Cite los estudios que aparentemente cumplan con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y explique por qué fueron excluidos.	31
Características de los estudios	17	Cite cada estudio incluido y presente sus características.	32
Riesgo de sesgo de los estudios individuales	18	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos.	34
Resultados de los estudios individuales	19	Presente, para todos los desenlaces y para cada estudio: a) los estadísticos de resumen para cada grupo (si procede) y b) la estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza), idealmente utilizando tablas estructuradas o gráficos.	35
Resultados de la síntesis	20a	Para cada síntesis, resume brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios contribuyentes.	35-39
	20b	Presente los resultados de todas las síntesis estadísticas realizadas. Si se ha realizado un metanálisis, presente para cada uno de ellos el estimador de resumen y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza) y las medidas de heterogeneidad estadística. Si se comparan grupos, describa la dirección del efecto.	35-39
	20c	Presente los resultados de todas las investigaciones sobre las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios.	35-39
	20d	Presente los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la robustez de los resultados sintetizados.	35-39

Sesgos en la publicación	21	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo debido a resultados faltantes (derivados de los sesgos de en las publicaciones) para cada síntesis evaluada.	-
Certeza de la evidencia	22	Presente las evaluaciones de la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace evaluado.	-
<b>DISCUSIÓN</b>			
Discusión	23a	Proporcione una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias.	41
	23b	Argumente las limitaciones de la evidencia incluida en la revisión.	45
	23c	Argumente las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	45
	23d	Argumenta las implicaciones de los resultados para la práctica, las políticas y las futuras investigaciones.	44
Registro y protocolo	24a	Proporcione la información del registro de la revisión, incluyendo el nombre y el número de registro, o declare que la revisión no ha sido registrada.	-
	24b	Indique dónde se puede acceder al protocolo, o declare que no se ha redactado ningún protocolo.	-
	24c	Describa y explique cualquier enmienda a la información proporcionada en el registro o en el protocolo.	-
Financiación	25	Describa las fuentes de apoyo financiero o no financiero para la revisión y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	-
Conflicto de intereses	26	Declare los conflictos de intereses de los autores de la revisión.	-
Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales	27	Especifique que elementos de los que se indican a continuación están disponibles al público y donde se pueden encontrar: plantillas de formularios de extracción de datos, datos extraídos de los estudios incluidos, datos utilizados para todos los análisis, código de análisis, cualquier otro material utilizado en la revisión.	-

# Comparación de la efectividad del MTA y biodentine en tratamientos pulpares parciales de molares temporales. Revisión sistemática.

Léa Da Silva Loureiro<sup>1</sup>, Marta Blanquer Ferri<sup>2</sup>, Carolina Estupiñan Esguerra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Odontología en la Universidad Europea de Valencia

<sup>2</sup> Doctora en Odontología y profesora en la Universidad Europea de Valencia

<sup>3</sup>Doctora en Odontología y profesora en la Universidad Europea de Valencia

## Campus de Valencia

Paseo de la Alameda, 7  
46010 Valencia  
universidadeuropea.com

## RESUMEN:

**Introducción :** Las deficiencias de MTA, un material ampliamente utilizado en pulpotomía, han llevado al desarrollo de un nuevo material llamado Biodentine que se identifica como un sustituto bioactivo de la dentina.

**Objetivos:**El objetivo fue comparar el éxito del tratamiento de pulpotomía en molares temporales como MTA y biodentine a nivel clínico y radiológico para determinar cuál de ambos sería el más indicado.

**Material y método:** Se llevó a cabo una búsqueda electrónica en tres bases de datos : PubMed, Scopus y Web of Science sobre el éxito clínico y radiológico de tratamientos de pulpotomía en molares temporales con MTA y biodentine de 2013 a 2023.

**Resultado:** Se obtuvieron un total de 250 artículos del proceso de búsqueda inicial: 14 artículos fueron seleccionados en la presente revisión: 5 artículos investigan el MTA, 1 analiza el biodentine y 8 realizan la comparación entre ambos biomateriales MTA y biodentine. Recopilamos las tasas de éxito clínico; primero con MTA: 98,74% y biodentine 98,34%. Al nivel radiológico; MTA tiene un éxito de 95,02% y biodentine 89,4%. Solamente 4 fracasos clínicos observados con MTA y 5 con biodentine. Los fracasos radiológicos son mayores con 12 casos con MTA y 14 con biodentine.

**Conclusiones:** Obtenemos un éxito clínico ligeramente superior con MTA y una diferencia significativa con biodentine en el éxito radiológico. El material con el mejor éxito para el tratamiento de pulpotomía en molares temporales es el MTA. El material biodentine es igualmente un material indicado y su uso es ampliamente aceptable.

## INTRODUCCIÓN

El procedimiento de pulpotomía se basa en la lógica de que el tejido de la pulpa radicular está sano o es capaz de curarse después de la amputación quirúrgica de la pulpa coronal afectada o infectada (1). La inflamación y el deterioro de la vascularización causados por la invasión bacteriana se limita a la parte superficial de la pulpa coronal, mientras que el tejido pulpar radicular permanece funcional (2). El objetivo de la terapia pulpar vital es mantener la integridad y la salud de los dientes y sus tejidos de soporte y tratar las lesiones pulpares reversibles en los casos en los que la dentina y la pulpa se ven afectadas por caries,

manteniendo así la vitalidad y función de la pulpa eliminando la infección bacteriana y mantener el diente sano (asintomático) hasta la exfoliación fisiológica (3,4,5,6).

Con respecto a la técnica de la pulpotomía es importante conseguir una buena anestesia y aislamiento absoluto. Acceder a la cámara pulpar con fresa y turbina, se extrae la pulpa coronal inflamada, controlamos el sangrado al nivel de los conductos mediante algodones impregnados de clorhexidina al 0,12% después de lo cual se aplica un medicamento sobre el tejido pulpar vital restante en el conducto radicular (3,5,6,7). El modo de aplicación del medicamento dependerá del tipo de material que usemos y del protocolo establecido por el fabricante.

Existen varias revisiones publicadas que estudian las propiedades físicas, biológicas del MTA y su manejo. Su capacidad regenerativa, biocompatible y antiinflamatoria (8,9,10). Se estudió de manera abundante el tema de la formación de dentina secundaria que suele ser unas de las características más interesantes que proporciona ese material (11,12). La comparación más estudiada del MTA suele ser con el formocresol, donde en la mayoría de los resultados encontrados el MTA suele ser el material de preferencia sobre todo por el carácter tóxico y cancerígeno del formocresol. (4,13)

Por otra parte se estudiaron las propiedades histológicas, osteogénicas y los efectos de Biodentine (14). Además este contiene una forma pura y sintética de silicato tricálcico, que también se encuentra en el MTA; sin embargo, se ha considerado que los tamaños de las partículas de Biodentine proporcionan una estructura más densa y menos porosa, que se desarrollaron para superar las deficiencias del MTA (3).

Por estos motivos me parece relevante comparar el Biodentine, un material de nueva generación y que todavía existen pocos artículos comparativos a propósito del éxito en pulpotomía sobre molares temporales con materiales más antiguos como el MTA. Es de suma importancia estudiar ese tema que puede resultar beneficioso en la práctica clínica (15). Además se sugiere en algunos estudios que Biodentine sería un medicamento prometedor y efectivo para el tratamiento de pulpotomías en dentición primaria (16,17).

Nuestro objetivos son : primero comparar la tasa de éxito del MTA y biodentine a nivel clínico y radiológico en tratamiento de pulpotomía sobre molares temporales. Luego Evaluar y comparar los parámetros clínicos de sensibilidad o dolor, presencia de fístula y/o de movilidad dental. Evaluar y comparar los parámetros radiológicos de la presencia de reabsorción radicular interna y/o externa. Por último determinar cuál de estos dos biomateriales sería el más indicado en tratamiento de pulpotomía sobre molares temporales respecto al éxito clínico y radiológico estudiados.

## **MATERIAL Y MÉTODO:**

### Identificación de la pregunta PICO:

Se utilizaron la base de datos Medline-PubMed (United States National Library of Medicine), Web of Science y Scopus para realizar una búsqueda de los artículos indexados

sobre la efectividad de MTA y biodentine en tratamiento pulpares parciales en molares temporales, publicados desde los 10 últimos años para responder a la siguiente pregunta:

*¿Para los tratamientos pulpares parciales en dentición sobre molares temporales, el Biodentine tendrá una tasa de éxito clínica y radiológica superior al MTA?*

El formato de la pregunta se estableció de acuerdo con la pregunta estructurada PICO:

- P (población): Niños de cualquier sexo y edad con caries en molares temporales que precisan un tratamiento pulpar parcial (pulpotomía)
- I (intervención) : realización de pulpotomía en molares temporales con Biodentine.
- C (comparación) : comparación de la efectividad de MTA en las mismas condiciones.
- O (resultados) :
  - O1: Tasa de éxito de MTA y biodentine al nivel clínico y radiológico (en %)
  - O2: Parámetros clínicos (sensibilidad o dolor, con fístula y movilidad dental.
  - O3: Parámetros radiológico (reabsorción radicular interna y/o externa)

#### Criterios de elegibilidad:

Los criterios de inclusión :

- **Tipo de estudio:** Ensayos clínicos aleatorizados controlados, revisiones sistemáticas, metanálisis de ensayos clínicos, estudios in vivo, estudio de cohorte retrospectivo; estudios sobre individuos humanos, publicaciones en inglés, español o francés; publicados de 2013 hasta 2023.
- **Tipo de pacientes:** Niños de cualquier sexo y edad con caries en molares temporales con corona restaurables sin síntomas clínicos.
- **Tipo de intervención:** Tratamiento pulpar parcial (pulpotomía) con seguimiento de más de un año de la efectividad de biodentine al nivel clínico y/o radiológico. Se incluyen exclusivamente restauraciones con coronas metálicas.
- **Tipo de control:** Tratamiento pulpar parcial (pulpotomía) con seguimiento de más de un año de la efectividad del MTA al nivel clínico y/o radiológico. Se incluyen exclusivamente restauraciones con coronas metálicas.
- **Tipo de variables de resultados:** parámetros que determinan la tasa de éxito clínico : presencia de molestias y/o dolor, presencia o no de infección y movilidad dental después de la intervención. Parámetros que determinan la tasa de éxito radiológico: evaluar la presencia o no de reabsorción interna y/o externa.

Los criterios de exclusión:

- **Tipo de estudios :** estudios experimentales in vitro y en animales.
- **Tipo de pacientes:** adultos o tratamiento de pulpotomía sobre dientes permanentes.

- **Tipo de intervención y control:** se excluye tratamiento de pulpectomía o recubrimiento pulpar directo/ indirecto. Los dientes con trauma o exposición mecánica y los incisivos, caninos o premolares fueron eliminados. Además se excluyeron restauraciones de amalgama o de composite y molares con signos radiológicos iniciales de reabsorción interna y/o externa patológica. Los estudios de menos de un año de seguimiento fueron excluidos también.
- **Tipo de variables de resultados :** no se incluye variables como cambios de color o características fisicoquímicas de materiales. Los parámetros sobre el estado de los tejidos y periodontales tampoco parámetros histológicos se excluyeron.

Fuente de información y estrategia de búsqueda de datos:

Se llevó a cabo una búsqueda automatizada en las tres bases de datos anteriormente citadas (PubMed, Scopus y Web of Science) con las siguientes palabras claves: “child” “children”, “infant patient”, “pediatric” “deciduous molar”, “primary molar”, “pulpotomy”, “MTA” , “Mineral Trioxide Aggregate”, “Biodentine” , “tricalcium silicate”, “success” , “effectiveness”. Las palabras claves fueron combinadas con los operadores booleanos AND, OR y NOT, así como con los términos controlados (“MeSH” para Pubmed) en un intento de obtener los mejores y más amplios resultados de búsqueda. En la [Tabla 1](#) se puede apreciar las búsquedas en cada base de datos.

Tabla 1: resumen de las búsquedas de cada una de las bases de datos consultadas

BASE DE DATOS	BÚSQUEDA	FILTROS	FECHA	NºARTÍCULOS ENCONTRADOS
PUBMED	(((child [MeSH Terms] OR children OR "infant patient" OR pediatric [MeSH Terms]) AND ("deciduous molar" OR "primary molar") AND "pulpotomy") AND ("MTA" OR "mineral trioxide aggregate")) OR ("biodentine" OR "tricalcium silicate")) AND ("success" OR "effectiveness")	Humans, english, french, spanish, año de publicación: 2013- 2023.	28/01/2023	99
SCOPUS	( TITLE-ABS-KEY ( child OR children OR "infant patient" OR "pediatric" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "deciduous molar" OR "primary molar" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "pulpotomy" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "MTA" OR "mineral trioxide aggregate" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "biodentine" OR "tricalcium silicate" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "success" OR "effectiveness" ) )	año de publicación: 2013-2023, english, dentistry	28/01/23	43
WEB OF SCIENCE	(((ALL=("child" OR "children" OR "infant patient" OR "pediatric")) AND ALL=("deciduous molar" OR "primary molar" )) AND ALL=("pulpotomy")) AND ALL=("MTA" OR "mineral trioxide aggregate")) OR ALL=("biodentine" OR " tricalcium silicate")) AND ALL=("success"OR "effectiveness")	Dentistry & oral surgery medicine, año de publicación: 2013- 2022, idioma: English	28/01/23	104

### Proceso de selección de estudios:

Se realizó un proceso de selección en tres etapas. La selección de los estudios fue llevada a cabo por dos revisores (LD, MB). Se empezó con la primera etapa filtrando los artículos encontrados por los títulos eliminando los que no entran dentro de nuestros criterios. En la segunda etapa se realizó el cribado por los resúmenes y se seleccionaba según el tipo de estudio, tipo de intervención, número de pacientes, tipo de dientes y variables de resultado. En la tercera etapa se filtraba según la lectura del texto completo y se procedió a la extracción de los datos usando para ello un formulario de recogida de datos previamente elaborado para confirmar la elegibilidad de los estudios. Los desacuerdos entre los revisores, en cada una de las fases, se resolvieron mediante un consenso entre ambos y, cuando fue necesario, un tercer revisor fue consultado.

### Extracción de datos:

La siguiente información fue extraída de los estudios y se dispuso en tablas según el tipo de procedimiento (pulpotomía sobre molares temporales con MTA o biodentine): autores con el año de publicación, tipo de estudio (Ensayos clínicos aleatorizados controlados, revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios in vivo, estudio de cohorte prospectivo no aleatorizado ), tipo y número de pacientes ( niños de cualquier sexo y edad con molares temporales) y tasas de éxitos de dicha intervención ejecutada (en porcentaje y con los criterios empleados al nivel clínico y radiológico).

-Variables de resultado principal :

**Tasa de éxito del tratamiento:** se recogió tanto en el grupo del MTA como en el biodentine en forma de porcentaje.

-Variables de resultado secundarias :

- **Variables de parámetros clínicos** : Del MTA y biodentine en los tratamientos de pulpotomía sobre molares temporales respecto a la presencia de sensibilidad o dolor, presencia de fístula y/o de movilidad dental.
- **Variables de parámetros radiológicos** : Del MTA y biodentine en los tratamientos de pulpotomía sobre molares temporales respecto a la presencia de reabsorción radicular interna y/o externa.

### Valoración de la calidad :

La valoración del riesgo de sesgo fue evaluada por dos revisores (LD, MB) con el objeto de analizar la calidad metodológica de los artículos incluidos.

Para la evaluación de la calidad de los estudios clínicos controlados aleatorizados se utilizó la guía Cochrane 5.1.0 (<http://handbook.cochrane.org>); las publicaciones fueron consideradas de :

- “bajo riesgo de sesgo” : cuando cumple todos los criterios
- “alto riesgo de sesgo” : cuando no se cumple uno o más criterios y consideramos que el estudio presenta un sesgo que debilita la fiabilidad de los resultados

“sesgo incierto” : en caso de incertidumbre sobre el potencial de sesgo.

### Síntesis de datos:

Con la finalidad de resumir y comparar las variables de resultados entre los diferentes estudios, las medias de los valores de las variables principales fueron agrupadas según los grupos de estudio (biodentine y MTA).

Con todas las medias encontradas en los estudios analizados realizamos una media general con el fin de obtener unos resultados más representativos y globales para poder establecer nuestras conclusiones.

En función del tipo de variable a estudiar: que sea la tasa de éxitos clínicos o radiográficos, se suma los porcentajes y se dividen por el número de dientes estudiados. Dentro de estas dos categorías, detallamos las variables de resultados que las componen así nos permite explicar de manera precisa por qué obtenemos estas conclusiones.

## RESULTADOS

### Selección de estudios:

Se obtuvieron un total de 250 artículos del proceso de búsqueda inicial: Medline - PubMed (n=97), SCOPUS (n=44) y la Web of Science (n=109). Además, se obtuvo 1 estudio adicional a través de la búsqueda manual (lista de referencias y fuentes primarias). De estas publicaciones, se identificaron como artículos potencialmente elegibles mediante el cribado por títulos 81 artículos y luego con los resúmenes se seleccionaron 44.

### Resultados obtenidos respecto a la tasa de éxito clínico y radiológico:

Tabla 6: Resultados descriptivos de la tasa de éxito clínico y radiológico en tratamientos realizados con MTA y biodentine.

	Dientes tratados	Tasa de éxito clínico (%)	Tasa de éxito radiológico (%)	Periodo de seguimiento (meses)
<b>Resultados MTA</b>				
Celik BN y cols. 2019 (3)	22	100	100	24

Olatosi OO y cols. 2015 (4)	25	100	96	12
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (18)	39	97,4	97,4	12
Bani M y cols. 2017 (19)	31	96,8	87,1	24
Juneja P y cols. 2017 (16)	9	100	100	18
Carti O y cols. 2017 (5)	25	96	80	12
Stringhini E y cols. 2019 (15)	49	98,45	95,3	18
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (20)	35	100	97,3	24
Rajasekharan S y cols. 2017 (21)	29	100	91	18
Celik BN y cols. 2016 (8)	22	100	100	18
Yai-Tin L y cols. 2020 (13)	27	100	100	24
Alnassar I y cols. 2022 (14)	20	95	95	12
Marghalani AA y cols. 2014 (17)	156	100	96,2	24
<b>TOTAL MEDIA PONDERADA (%) :</b>		<b>98,74</b>	<b>95,02</b>	<b>-</b>
<b>Resultados Biodentine</b>				
Celik BN y cols. 2019 (3)	19	100	89,4	24
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (18)	39	100	94,9	12
Bani M y cols. 2017 (19)	31	96,8	93,6	24
Juneja P y cols. 2017 (16)	9	100	86,7	18
Carti O y cols. 2017 (5)	25	96	60	12
Stringhini E y cols. 2019 (15)	128	97,3	91,5	18
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (20)	36	100	97,2	24
Rajasekharan S y cols. 2017 (21)	25	95	94	18
Rubanenko M y cols. 2019 (12)	37	100	97,3	48
<b>TOTAL MEDIA PONDERADA (%) :</b>		<b>98,34</b>	<b>89,4</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL DE MTA Y BIODENTINE (%) :</b>		<b>98,54</b>	<b>92,21</b>	<b>-</b>

### Resultados obtenidos con los parámetros clínicos correspondientes a fracasos de tratamiento

Tabla 7: Resultados descriptivos del fracaso a nivel clínico de los dientes tratados con MTA y biodentine.

PARÁMETROS CLÍNICOS			
Dientes tratados	sensibilidad / dolor	presencia de fístula y/o movilidad	Momento de aparición (meses)

**Resultados MTA**

Celik BN y cols. 2019 (3)	22	*	*	*
Olatosi OO y cols. 2015 (4)	25	*	*	*
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (18)	39	*	*	*
Bani M y cols. 2017 (19)	31	1	*	12
Juneja P y cols. 2017 (16)	9	*	*	*
Carti O y cols. 2017 (5)	25	*	1	12
Stringhini E y cols. 2019 (15)	49	—		*
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (20)	35	*	*	*
Rajasekharan S y cols. 2017 (21)	29	1	*	6
Celik BN y cols. 2016 (8)	22	*	*	*
Yai-Tin L y cols. 2020 (13)	27	*	*	*
Alnassar I y cols. 2022 (14)	20	1	*	3
Marghalani AA y cols. 2014 (17)	156	*	*	*
<b>TOTAL :</b>	<b>489</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	
<b>Resultados Biodentine</b>				
Celik BN y cols. 2019 (3)	19	*	*	*
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (18)	39	*	*	*
Bani M y cols. 2017 (19)	31	1	*	12
Juneja P y cols. 2017 (16)	9	*	*	*
Carti O y cols. 2017 (5)	25	*	1	12
Stringhini E y cols. 2019 (15)	128	—		*
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (20)	36	*	*	*
Rajasekharan S y cols. 2017 (21)	25	*	3	6, 12, 18
Rubanenko M y cols. 2019 (12)	37	*	*	*
<b>TOTAL:</b>	<b>349</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	
<b>TOTAL DE MTA Y BIODENTINE :</b>	<b>838</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>*</b>

### Resultados obtenidos con los parámetros radiológicos correspondientes a fracasos de tratamiento

Tabla 8: Resultados descriptivos del fracaso a nivel radiológico de los dientes tratados con MTA y biodentine.

PARAMETROS RADIOLOGICOS			
Dientes tratados	reabsorción interna	reabsorción externa	Momento de aparición (meses)

Resultados MTA

Celik BN y cols. 2019 (3)	22	*	*	*
Olatosi OO y cols. 2015 (4)	25	*	*	*
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (18)	39	1	*	12
Bani M y cols. 2017 (19)	31	1	1	18 (n=1 int) / 24 (n=1 ext)
Juneja P y cols. 2017 (16)	9	*	*	*
Carti O y cols. 2017 (5)	25		3	6 (n=2) / 12 (n=1)
Stringhini E y cols. 2019 (15)	49	—		*
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (20)	35	1	2	18 (n=2), 24 (n=1 ext)
Rajasekharan S y cols. 2017 (21)	29	1	2	6 (n=1 int), 12 (n=1), 18(n=1)
Celik BN y cols. 2016 (8)	22	*	*	*
Yai-Tin L y cols. 2020 (13)	27	*	*	*
Alnassar I y cols. 2022 (14)	20	*	*	*
Marghalani AA y cols. 2014 (17)	156		—	
<b>TOTAL :</b>	<b>489</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	
<b>Resultados Biodentine</b>				
Celik BN y cols. 2019 (3)	19	*	*	*
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (18)	39	1	*	12
Bani M y cols. 2017 (19)	31	1	*	18
Juneja P y cols. 2017 (16)	9	3	*	6(n=1) / 12(n=1) / 18(n=1)
Carti O y cols. 2017 (5)	25	*	3	3 (n=1) / 12 (n=2)
Stringhini E y cols. 2019 (15)	128	—		*
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (20)	36	2	*	24
Rajasekharan S y cols. 2017 (21)	25	3	*	6(n=2), 12(n=1)
Rubanencko M y cols. 2019 (12)	37	1	*	24
<b>TOTAL :</b>	<b>349</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	
<b>TOTAL DE MTA Y BIODENTINE :</b>	<b>838</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>*</b>

## DISCUSIÓN

### Tasas de éxitos entre MTA y Biodentine

Observamos tasas de éxito relativamente elevadas en el conjunto de artículos seleccionados, incluyendo ambos biomateriales. Sin embargo podemos distinguir algunas diferencias, aunque no son significativas, teniendo en cuenta que no disponemos del mismo

número de dientes tratados con MTA (489) y biodentine (349). Además los periodos de seguimiento no son iguales aunque el mínimo requerido fue de 12 meses.

Acerca de la tasa de éxito clínico total media ponderada se obtiene un resultado ligeramente superior con MTA. La diferencia más notable se encuentra en el número de artículos que presentan 100% éxito clínico : con MTA tenemos 8 artículos reportados mientras que con biodentine tenemos 5. Ese parámetro podría ser debido a la diferencia de dientes estudiados pero no podemos afirmar que obtenemos una diferencia significativa entre ambos materiales. Se explica estos niveles tan altos de éxito con el carácter biocompatible de los materiales y el hecho que conducen a la formación de un puente de dentina no porosa, como se demostró in vivo y en la clínica (18,19). Además, presenta una actividad antibacteriana que inhibe el crecimiento de cepas bacterianas orales, incluidos los *Streptococcus mutans* y *Enterococcus faecalis*. Esta propiedad antibacteriana es muy importante para el éxito clínico de la restauración (14,18).

Por otra parte, la tasa de éxito radiológica total media obtiene mejores resultados con MTA , tenemos 4 artículos con resultados obtenidos al 100% y no tenemos ningún artículo que tiene estos resultados con biodentine. Así podemos afirmar una diferencia significativa del MTA sobre biodentine en el tema del éxito radiológico. Lo podemos explicar mediante el uso en todos los dientes de coronas de acero inoxidable; por lo tanto, lo que confiere altas capacidades de sellado. A continuación la gran mayoría de los estudios incluidos precisan el uso de dique de goma, sabiendo que el aislamiento absoluto incrementa el éxito (19). Guelmann y cols. encontraron que las coronas metálicas preformadas proporcionaron más éxito (86 %) en comparación con IRM solo (61 %) o IRM y Ketac molar combinados (77 %) (16). Sus fallas también podrían deberse a errores iatrogénicos como coronas de acero inoxidable mal adaptadas, una base cavitaria delgada, vacíos en el cemento, áreas de caries residual y/o residuos de tejido pulpar coronal (18).

Los resultados como comentamos tienen tasas de éxito muy elevadas pero si comparamos el éxito clínico y radiológico suelen ser más bajas al nivel radiológico. Es plausible concluir que los cambios radiográficos quizás sean más sensibles (22). La interpretación de los resultados clínico-radiográficos que, en la dentición temporal, siempre es complicada por la presencia del sucesor permanente y el folículo que lo rodea, lo que podría explicar esa diferencia con los resultados clínicos (15).

#### Parámetros clínicos y fracaso de tratamiento

Para empezar se puede notar el número reducido de fracasos clínicos analizados respecto al número de dientes tratados total 838 y solo 9 fracasos. La probabilidad que se produzca sensibilidad o dolor dental tras un tratamiento de pulpotomía con MTA o biodentine, es irrelevante frente a la aparición de infección o movilidad dental. Además se observa el mismo número de fracasos clínicos en biodentine y MTA de 4 respectivamente. Sabiendo que se estudiaron 140 casos más con MTA . Además encontramos más casos de

infección o movilidad con biodentine y una mayor proporción de casos de sensibilidad o dolor con MTA pero siempre con un bajo número de casos.

Respecto al gran número de dientes estudiados los resultados son alentadores. Los pocos fracasos encontrados lo podemos explicar por errores iatrogénicos por parte del odontólogo, junto a su habilidad o experiencia y de la cooperación del niño. (24). Algunos estudios usaron la anestesia general para aumentar el porcentaje de éxito del tratamiento por lo tanto, los procedimientos de pulpotomía están facilitados y permiten un mejor pronóstico. Además, todos los dientes tratados fueron restaurados con coronas de acero preformadas, eliminando así la posibilidad de que la restauración falle (21). Por fin se puede observar momentos de aparición semejante a los 6 y 12 meses. Sobre todo porque suele ser los periodos evaluados más frecuentes, además podemos comentar que puede aparecer en algunos casos una alta tasa de recuperación en la segunda evaluación (93%) (18).

#### Parámetros radiológicos y fracasos de tratamiento:

Respecto a los números de fracasos clínicos, se registran mucho más casos a nivel radiológico, aunque al comparar al número de dientes tratados el éxito es una tasa muy aceptable. Ese resultado lo podemos interpretar que un diente considerado como fracaso radiológico no significa que sea un fracaso clínico también. Por ejemplo Holan y cols, al realizar un seguimiento de los dientes pulpotomizados con reabsorción interna los dientes se presentan asintomáticos y no muestran ningún signo de fracaso clínico (25). Además la radiolucidez observada en un diente puede atribuirse a un diagnóstico erróneo de inflamación en la pulpa radicular antes del tratamiento (4).

Se recogieron mucho más fracasos con biodentine (26 dientes) que MTA (12 dientes), una diferencia más llamativa. Obteniendo estos resultados tenemos que tener en cuenta que los procedimientos de radiografía periapical resultan laboriosos utilizando dispositivos de sujeción de películas en pacientes jóvenes con miedo y/o ansiedad. Esto resultó en algunos casos en los que las radiografías preoperatorias y de seguimiento no se pudieron tomar con la misma angulación por tanto tenemos error en los resultados (21). Con MTA se puede observar mucho más casos de reabsorción externa que interna y con biodentine suele ser el revés aunque la diferencia no es tan significativa como el primer material. Muchos estudios de pulpotomía con MTA demuestran que la reabsorción interna fue el fallo radiográfico más frecuente (19). El periodo de aparición más frecuente con ambos materiales fue a los 12 meses. Se muestra la posibilidad de que la diferencia entre las tasas de éxito pudiera variar debido a la prolongación del período de seguimiento. Esto es particularmente cierto ya que muchos estudios clínicos han sugerido que las tasas de éxito cambian con los cambios en la duración del seguimiento (3).

Podemos concluir que las tasas de éxito observadas son relativamente elevadas en ambos biomateriales que sean a nivel clínico o radiológico. Podemos notar una tasa de éxito

clínico ligeramente superior con MTA y una diferencia significativa de ese material en comparación con biodentine en el éxito radiológico. Estudiamos un número reducido de fracasos clínicos respecto al número de dientes tratados, se puede deducir que la probabilidad que se produzca sensibilidad o dolor dental tras un tratamiento de pulpotomía con MTA o biodentine es muy baja. Encontramos más casos de infección o movilidad con biodentine y una mayor proporción de casos de sensibilidad o dolor con MTA pero siempre con un bajo número de casos. Además se registran más fracasos a nivel radiológico, aunque el éxito radiológico es muy aceptable. Al total se recopila más fracasos radiológicos con biodentine que MTA con una diferencia significativa. Con MTA podemos destacar una mayor proporción de casos de reabsorción externa y con biodentine suele ser predominante los casos de reabsorción interna. Asimismo según nuestro estudio el material con el mejor éxito para el tratamiento de pulpotomía en molares temporales es el MTA. Aunque no observamos diferencia significativa a nivel global con biodentine además los resultados obtenidos son prometedores. De este modo podemos concluir que biodentine es igualmente un material indicado y su uso es ampliamente aceptable.

Conflictos de interés: Los autores declaran que no existen conflictos de interés que puedan influir en su trabajo

## BIBLIOGRAFIA

1. Wong BJ, Fu E, Mathu-Muju KR. Thirty-Month Outcomes of Biodentine Pulpotomies in Primary Molars: A Retrospective Review. *Pediatr Dent* 2020;42(4):293-299. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32847669/>
2. Carrillo Dato L, Guzmán Pina S, Cortés Lillo O. Evaluación in vitro de la eficacia antimicrobiana de tres materiales de obturación de conductos en dientes temporales. *Odontol Pediatr* 2020;28(1):3-13. <https://www.odontologiapediatrica.com/wp-content/uploads/2020/06/3-13-Evaluacion-in-vitro-Laura-Carrillo-ODP-V28N1-WEB.pdf>
3. Celik BN, Mutluay MS, Arikan V, Sari S. The evaluation of MTA and Biodentine as a pulpotomy materials for carious exposures in primary teeth. *Clin Oral Investig*. 2019;23(2):661–666. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29744721/>
4. Olatosi OO, Sote EO, Orenuga OO. Effect of mineral trioxide aggregate and formocresol pulpotomy on vital primary teeth: A clinical and radiographic study. *Niger J Clin Pract*. 2015;18(2):292–296. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25666010/>
5. Carti O, Oznurhan F. Evaluation and comparison of mineral trioxide aggregate and biodentine in primary tooth pulpotomy: Clinical and radiographic study. *Niger J Clin Pract*. 2017;20(12):1604–1609. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29378994/>
6. American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*. Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry. 2022; 415-423. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30444704/>
7. SP Lima, G SANTOS, A Ferelle, S RAMOS, J Pessan, C Dezan-Garbelini. Clinical and radiographic evaluation of a new stain-free tricalcium silicate cement in pulpotomies. *Braz. Oral Res*. 2020;34(1): 1-10. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32876119/>

8. Bingqing S, Yuming Z, Xiaojing Y. Effects of MTA and Brazilian propolis on the biological properties of dental pulp cells. *Braz Oral Res.* 2019;1-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31939498/>
9. Chawan Manaspon , Chavin Jongwannasiri y cols. Human dental pulp stem cell responses to different dental pulp capping materials. *BMC Oral Health.* 2021; 1-13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33902558/>
10. Pedano M, Xin L, Yoshihara K, Van Landuyt K, Van Meerbeek B. Cytotoxicity and Bioactivity of Dental Pulp-Capping Agents towards Human Tooth-Pulp Cells: A Systematic Review of In-Vitro Studies and Meta-Analysis of Randomized and Controlled Clinical Trials. *Materials.* 2020;13(12):1-42. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32545425/>
11. Kyung-San M, Hyo-Jin P, Sun-Kyung L, Sang-Hyuk P, Chan-Ui H, Hae-Won K, Hae-Hyoung L, Eun-Cheol K. Effect of mineral trioxide aggregate on dentin bridge formation and expression of dentin sialoprotein and heme oxygenase-1 in human dental pulp. *J Endod.* 2008 Jun;34(6):666-670. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18498885/>
12. Leye Benoist F, Gaye Ndiaye F, Wakhabe A, Benoist H, Farge P. Evaluation of mineral trioxide aggregate (MTA) versus calcium hydroxide cement (Dycal<sup>®</sup>) in the formation of a dentine bridge: a randomised controlled trial. *Int Dent J.* 2012;62(1):33-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22251035/>
13. Amin L, Montaser M. Comparative evaluation of pulpal repair after direct pulp capping using stem cell therapy and biodentine: An animal study. *Aust Endod J.* 2021;47(1):11-19. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33179382/>
14. Alnassar I, Altinawi M, Salem Rekab M, Alzoubi H, Abdo A. Evaluation of the efficacy of mineral trioxide aggregate and bioceramic putty in primary molar pulpotomy with symptoms of irreversible pulpitis (a randomized-controlled trial). *Clin Exp Dent Res.* 2022;1-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36464977/>
15. Stringhini E, dos Santos MGC, Oliveira LB, Mercade M. MTA and biodentine for primary teeth pulpotomy: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Clin Oral Investig.* 2019;23(4):1967-1976. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30238414/>
16. Juneja P, Kulkarni S. Clinical and radiographic comparison of biodentine, mineral trioxide aggregate and formocresol as pulpotomy agents in primary molars. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2017;18(4):271-278. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28780718/>
17. Narváez S, Rodríguez A. Biodentine: Un nuevo material en terapia pulpar . *Univ Odontol.* 2015;34(73):69-76. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revUnivOdontologica/article/view/16040>
18. Cuadros-Fernández C, Rodríguez AIL, Saez-Martinez S, Garcia-Binimelis J, About I, Mercade M. Short-term treatment outcome of pulpotomies in primary molars using mineral trioxide aggregate and Biodentine: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2016;20(7):1639-1645. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26578117/>
19. Bani M, Aktas N, Cinar C, Odabas ME. The Clinical and Radiographic Success of Primary Molar Pulpotomy Using Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate: A 24-Month Randomized Clinical Trial. *Pediatr Dent.* 2017;39(4):284-288. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29122067/>
20. Vilella-Pastor S, Saez S, Veloso A, Guinot-Jimeno F, Mercade M. Long-term evaluation of primary teeth molar pulpotomies with Biodentine and MTA: a consort randomized clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2021;22(4):685-692. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33683572/>

21. Rajasekharan S, Martens LC, Vandenbulcke J, Jacquet W, Bottenberg P, Cauwels R. Efficacy of three different pulpotomy agents in primary molars: a randomized control trial. *Int Endod J*. 2017;50(3):215–228. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26863893/>
22. Shirvani A, Asgary S. Mineral trioxide aggregate versus formocresol pulpotomy: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Clin Oral Invest*. 2014; 18:1023–1030. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24452827/>
23. Moretti A, Sakai v, Oliveira T, Fornetti A, Santos C, Machado M, Abdo R. The effectiveness of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide and formocresol for pulpotomies in primary teeth. *Int Endod J*. 2008;41(7):547-555. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18479381/>
24. Zealand C, Briskie D, Botero T, Boynton J, Hu J. Comparing gray mineral trioxide aggregate and diluted formocresol in pulpotomized human primary molars. *Pediatr Dent*. 2010;32(5):393-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21070705/>
25. Holan G, Eidelman E, Fuks AB. Long-term evaluation of pulpotomy in primary molars using mineral trioxide aggregate and formocresol. *Pediatr Dent* 2005;27(2):129-136. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15926290/>
26. Simancas Escorcía V , Diaz Caballero A. Biodentine: a dentine substitute? *Salud, Barranquilla*. 2020;(36):587-605. [https://www.researchgate.net/publication/357173257 Biodentine a dentine substitute](https://www.researchgate.net/publication/357173257_Biodentine_a_dentine_substitute)

# Comparison of the effectiveness of MTA and biodentine in partial pulp treatment of primary molars. Systematic review.

Léa Da Silva Loureiro<sup>1</sup>, Marta Blanquer Ferri<sup>2</sup>, Carolina Estupiñan Esguerra<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dentistry student at the Universidad Europea de Valencia

<sup>2</sup> Doctor in Dentistry and lecturer at the Universidad Europea de Valencia

<sup>3</sup> Doctor in Dentistry and lecturer at the European University of Valencia

## Campus de Valencia

Paseo de la Alameda, 7

46010 Valencia

universidadeuropea.com

## ABSTRACT:

**Introduction** : The shortcomings of MTA, a material widely used in pulpotomy, have led to the development of a new material called Biodentine which is identified as a bioactive substitute for dentine.

**Objectives:** The aim was to compare the success of pulpotomy treatment of primary molars with MTA and biodentine on a clinical and radiological level to determine which of the two would be the most indicated.

**Method:** An electronic search was carried out in three databases: PubMed, Scopus and Web of Science on the clinical and radiological success of pulpotomy treatments in primary molars with MTA and biodentine from 2013 to 2023.

**Result:** A total of 250 articles were obtained from the initial search process: 14 articles were selected in the present review: 5 articles investigated MTA, 1 analyzed biodentine and 8 compared both biomaterials MTA and biodentine. We compiled the clinical success rates; first with MTA: 98.74% and biodentine 98.34%. At the radiological level; MTA has a success rate of 95.02% and biodentine 89.4%. Only 4 clinical failures were observed with MTA and 5 with biodentine. Radiological failures are higher with 12 cases with MTA and 14 with biodentine.

**Conclusions:** We obtained a slightly higher clinical success with MTA and a significant difference with biodentine in radiological success. The material with the best success rate for pulpotomy treatment of primary molars is MTA. Biodentine is also an indicated material and its use is widely acceptable.

## INTRODUCTION

The pulpotomy procedure is based on the logic that the root pulp tissue is healthy or capable of healing after surgical amputation of the affected or infected coronal pulp (1). Inflammation and vascularisation impairment caused by bacterial invasion is limited to the superficial part of the coronal pulp, while the root pulp tissue remains functional (2). The aim of vital pulp therapy is to maintain the integrity and health of teeth and their supporting tissues and to treat reversible pulp lesions in cases where the dentine and pulp are affected by caries, thus maintaining the vitality and function of the pulp, eliminating bacterial

infection and keeping the tooth healthy (asymptomatic) until physiological exfoliation (3,4,5,6).

Regarding the pulpotomy technique, it is important to achieve good anesthesia and absolute isolation. Access the pulp chamber with a bur and turbine, remove the inflamed coronal pulp, control bleeding at the level of the canals with cotton wool soaked in 0.12% chlorhexidine, after which medication is applied to the vital pulp tissue remaining in the root canal (3,5,6,7). The mode of application of the medication will depend on the type of material used and the protocol established by the manufacturer.

There are several published reviews studying the physical and biological properties of MTA and its handling. Its regenerative, biocompatible and anti-inflammatory capacity (8,9,10). The issue of secondary dentine formation, which is often one of the most interesting features provided by this material, has been extensively studied (11,12). The most studied comparison of MTA is usually with formocresol, where in most of the results found, MTA is usually the material of choice, mainly due to the toxic and carcinogenic nature of formocresol (4,13).

On the other hand, the histological and osteogenic properties and effects of biodentine were studied (14). Biodentine contains a pure, synthetic form of tricalcium silicate, which is also found in MTA; however, the particle sizes of Biodentine have been considered to provide a denser, less porous structure, which was developed to overcome the deficiencies of MTA (3).

For these reasons it seems relevant to me to compare Biodentine, a new generation material, and that there are still few comparative articles on its success in pulpotomy on primary molars with older materials such as MTA. It is of utmost importance to study this issue which may be beneficial in clinical practice (15). Furthermore, some studies suggest that Biodentine would be a promising and effective drug for the treatment of pulpotomies in the primary dentition (16,17).

Our objectives are: first, to compare the success rate of MTA and biodentine at the clinical and radiological level in pulpotomy treatment on primary molars. Then to evaluate and compare the clinical parameters of sensitivity or pain, presence of fistula and/or tooth mobility. To evaluate and compare the radiological parameters of the presence of internal and/or external root resorption. Finally, to determine which of these two biomaterials would be the most indicated for pulpotomy treatment on primary molars with respect to the clinical and radiological success studied.

## **MATERIAL AND METHOD:**

### Identification of the PICO question:

Medline-PubMed (United States National Library of Medicine), Web of Science and Scopus database were used to perform a search of indexed articles on the effectiveness of

MTA and biodentine in partial pulp treatment in primary molars, published since the last 10 years to answer the following question:

*For partial pulp treatment in the primary molar dentition, will Biodentine have a superior clinical and radiological success rate to MTA?*

The format of the question was established according to the structured question PICO:

- P (population): Children of any sex and age with caries on primary molars requiring partial pulp treatment (pulpotomy).
- I (intervention) : pulpotomy of primary molars with Biodentine.
- C (comparison) : comparison of the effectiveness of MTA under the same conditions.
- O (results) :
  - O1: Success rate of MTA and Biodentine at clinical and radiological level (in %).
  - O2: Clinical parameters (sensitivity or pain, with fistula and tooth mobility).
  - O3: Radiological parameters (internal and/or external root resorption).

#### Eligibility criteria:

Inclusion criteria :

- **Type of study** : Randomised controlled clinical trials, systematic reviews, meta-analyses of clinical trials, in vivo studies, retrospective cohort study; studies on human individuals, publications in English, Spanish or French; published from 2013 until 2023.
- **Type of patients**: Children of any sex and age with caries in restorable crowned primary molars without clinical symptoms.
- **Type of intervention**: Partial pulp treatment (pulpotomy) with more than one year follow-up of the effectiveness of biodentine at clinical and/or radiological level. Only restorations with metal crowns are included.
- **Control type**: Partial pulp treatment (pulpotomy) with more than one year follow-up of the effectiveness of MTA at the clinical and/or radiological level. Only restorations with metal crowns are included.
- **Type of outcome variables**: parameters determining the clinical success rate: presence of discomfort and/or pain, presence or absence of infection and tooth mobility after the intervention. Parameters determining the radiological success rate: to evaluate the presence or not of internal and/or external resorption.

Exclusion criteria:

- **Type of studies** : experimental in vitro and animal studies.
- **Type of patients**: adults or pulpotomy treatment on permanent teeth.

- **Type of intervention and control:** pulpectomy treatment or direct/indirect pulp capping is excluded. Teeth with trauma or mechanical exposure and incisors, canines or premolars were removed. In addition, amalgam or composite restorations and molars with initial radiological signs of pathological internal and/or external resorption were excluded. Studies with less than one year follow-up were also excluded.
- **Type of outcome variables:** variables such as color changes or physico-chemical characteristics of materials are not included. Tissue and periodontal status parameters as well as histological parameters were excluded.

Source of information and data search strategy:

An automated search was carried out in the three aforementioned databases (PubMed, Scopus and Web of Science) with the following keywords: "child" "children", "infant patient", "pediatric" "deciduous molar", "primary molar", "pulpotomy", "MTA" Mineral Trioxide Aggregate", "Biodentine", "tricalcium silicate", "success", "effectiveness". , "effectiveness". The keywords were combined with the Boolean operators AND, OR and NOT, as well as with controlled terms ("MeSH" for Pubmed) in an attempt to obtain the best and broadest search results. In [Table 1](#) you will find the summaries of the searches in the three databases consulted.

Table 1: summary of the searches for each of the databases consulted.

DATABASE	SEARCH	FILTERS	DATE	NO. OF ITEMS FOUND
PUBMED	(((((child [MeSH Terms] OR children OR "infant patient" OR pediatric [MeSH Terms]) AND ("deciduous molar" OR "primary molar") AND "pulpotomy") AND ("MTA" OR "mineral trioxide aggregate"))) OR ("biodentine" OR "tricalcium silicate"))) AND ("success" OR "effectiveness")	Humans, english, french, spanish, año de publicación: 2013- 2023.	28/01/2023	99
SCOPUS	( TITLE-ABS-KEY ( child OR children OR "infant patient" OR "pediatric" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "deciduous molar" OR "primary molar" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "pulpotomy" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "MTA" OR "mineral trioxide aggregate" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "biodentine" OR "tricalcium silicate" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "success" OR "effectiveness" ) )	año de publicación: 2013-2023, english, dentistry	28/01/23	43
WEB OF SCIENCE	(((ALL=("child" OR "children" OR "infant patient" OR "pediatric")) AND ALL=("deciduous molar" OR "primary molar" )) AND ALL=("pulpotomy")) AND ALL=("MTA" OR "mineral trioxide aggregate")) OR ALL=("biodentine" OR " tricalcium silicate")) AND ALL=("success"OR "effectiveness")	Dentistry & oral surgery medicine, año de publicación: 2013- 2022, idioma: English	28/01/23	104

### Study selection process:

A three-stage selection process was conducted. The selection of studies was carried out by two reviewers (LD, MB). We started with the first stage by filtering the articles found by titles and eliminating those that did not fit our criteria. In the second stage we screened by abstracts and selected according to study type, intervention type, number of patients, type of teeth and outcome variables. In the third stage, we filtered by reading the full text and proceeded to data extraction using a previously developed data collection form to confirm study eligibility. Disagreements between reviewers at each stage were resolved by consensus between the reviewers and, where necessary, a third reviewer was consulted.

### Data extraction:

The following information was extracted from the studies and arranged in tables according to the type of procedure (pulpotomy on primary molars with MTA or biodentine): authors with year of publication, type of study (Randomised controlled clinical trials, systematic reviews, meta-analyses, in vivo studies, prospective non-randomised cohort study), type and number of patients (children of any sex and age with primary molars) and success rates of that intervention performed (in percentage and with the criteria used at the clinical and radiological level).

-Main outcome variables:

**Treatment success rate:** collected in both the MTA and biodentine groups as a percentage.

-Secondary outcome variables:

- **Clinical parameter variables** : From MTA and biodentine in pulpotomy treatments on primary molars regarding the presence of sensitivity or pain, presence of fistula and/or tooth mobility.
- **Radiological parameter variables:** MTA and biodentine in pulpotomy treatments on primary molars regarding the presence of internal and/or external root resorption.

### Quality assessment :

The risk of bias assessment was evaluated by two reviewers (LD, MB) in order to analyse the methodological quality of the included articles.

For the quality assessment of the randomised controlled clinical studies, the Cochrane guidelines 5.1.0 (<http://handbook.cochrane.org>) were used; the publications were considered to have a :

- "low risk of bias": when all criteria were met.
- "high risk of bias": when one or more criteria were not met and we considered that the study had a bias that weakened the reliability of the results.

"uncertain bias" : in case of uncertainty about the potential for bias.

#### Data synthesis:

In order to summarize and compare the outcome variables between the different studies, the means of the values of the main variables were grouped according to the study groups (biodentine and MTA).

With all the averages found in the studies analyzed, we made an overall average in order to obtain more representative and global results to be able to draw our conclusions. Depending on the type of variable to be studied: clinical or radiographic success rate, the percentages are added up and divided by the number of teeth studied.

Within these two categories, we detail the outcome variables that make them up so that we can explain precisely why we obtain these conclusions.

## RESULTS

#### Study selection:

A total of 250 articles were obtained from the initial search process: Medline - PubMed (n=97), SCOPUS (n=44) and the Web of Science (n=109). In addition, 1 additional study was obtained through manual search (reference list and primary sources). Of these publications, 81 articles were identified as potentially eligible articles by title screening and 44 were selected from the abstracts.

#### Results obtained for clinical and radiological success rate:

**Table 6:** Descriptive results of clinical and radiological success rate in treatments performed with MTA and biodentine.

	Dientes tratados	Tasa de éxito clínico (%)	Tasa de éxito radiológico (%)	Periodo de seguimiento (meses)
<b>Resultados MTA</b>				
Celik BN y cols. 2019 (3)	22	100	100	24
Olatosi OO y cols. 2015 (4)	25	100	96	12
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (18)	39	97,4	97,4	12
Bani M y cols. 2017 (19)	31	96,8	87,1	24
Juneja P y cols. 2017 (16)	9	100	100	18
Carti O y cols. 2017 (5)	25	96	80	12

Stringhini E y cols. 2019 (15)	49	98,45	95,3	18
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (20)	35	100	97,3	24
Rajasekharan S y cols. 2017 (21)	29	100	91	18
Celik BN y cols. 2016 (8)	22	100	100	18
Yai-Tin L y cols. 2020 (13)	27	100	100	24
Alnassar I y cols. 2022 (14)	20	95	95	12
Marghalani AA y cols. 2014 (17)	156	100	96,2	24
<b>TOTAL MEDIA PONDERADA (%) :</b>		98,74	95,02	-
<b>Resultados Biodentine</b>				
Celik BN y cols. 2019 (3)	19	100	89,4	24
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (18)	39	100	94,9	12
Bani M y cols. 2017 (19)	31	96,8	93,6	24
Juneja P y cols. 2017 (16)	9	100	86,7	18
Carti O y cols. 2017 (5)	25	96	60	12
Stringhini E y cols. 2019 (15)	128	97,3	91,5	18
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (20)	36	100	97,2	24
Rajasekharan S y cols. 2017 (21)	25	95	94	18
Rubanenko M y cols. 2019 (12)	37	100	97,3	48
<b>TOTAL MEDIA PONDERADA (%) :</b>		98,34	89,4	-
<b>TOTAL DE MTA Y BIODENTINE (%) :</b>		98,54	92,21	-

### Results obtained with clinical parameters for treatment failures

**Table 7:** Descriptive results of clinical failure of teeth treated with MTA and biodentine.

	PARÁMETROS CLÍNICOS			
	Dientes tratados	sensibilidad / dolor	presencia de fístula y/o movilidad	Momento de aparición (meses)
<b>Resultados MTA</b>				
Celik BN y cols. 2019 (3)	22	*	*	*
Olatosi OO y cols. 2015 (4)	25	*	*	*
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (18)	39	*	*	*
Bani M y cols. 2017 (19)	31	1	*	12
Juneja P y cols. 2017 (16)	9	*	*	*
Carti O y cols. 2017 (5)	25	*	1	12
Stringhini E y cols. 2019 (15)	49	—	—	*

Vilella-Pastor S y cols. 2021 (20)	35	*	*	*
Rajasekharan S y cols. 2017 (21)	29	1	*	6
Celik BN y cols. 2016 (8)	22	*	*	*
Yai-Tin L y cols. 2020 (13)	27	*	*	*
Alnassar I y cols. 2022 (14)	20	1	*	3
Marghalani AA y cols. 2014 (17)	156	*	*	*
<b>TOTAL :</b>	<b>489</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	
<b>Resultados Biodentine</b>				
Celik BN y cols. 2019 (3)	19	*	*	*
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (18)	39	*	*	*
Bani M y cols. 2017 (19)	31	1	*	12
Juneja P y cols. 2017 (16)	9	*	*	*
Carti O y cols. 2017 (5)	25	*	1	12
Stringhini E y cols. 2019 (15)	128	—		*
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (20)	36	*	*	*
Rajasekharan S y cols. 2017 (21)	25	*	3	6, 12, 18
Rubanenko M y cols. 2019 (12)	37	*	*	*
<b>TOTAL:</b>	<b>349</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	
<b>TOTAL DE MTA Y BIODENTINE :</b>	<b>838</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>*</b>

### Results obtained with the radiological parameters for treatment failures

**Table 8:** Descriptive results of radiological failure of teeth treated with MTA and biodentine.

PARAMETROS RADIOLOGICOS				
	Dientes tratados	reabsorción interna	reabsorción externa	Momento de aparición (meses)
<b>Resultados MTA</b>				
Celik BN y cols. 2019 (3)	22	*	*	*
Olatosi OO y cols. 2015 (4)	25	*	*	*
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (18)	39	1	*	12
Bani M y cols. 2017 (19)	31	1	1	18 (n=1 int) / 24 (n=1 ext)
Juneja P y cols. 2017 (16)	9	*	*	*
Carti O y cols. 2017 (5)	25		3	6 (n=2) / 12 (n=1)

Stringhini E y cols. 2019 (15)	49	—		*
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (20)	35	1	2	18 (n=2), 24 (n=1 ext)
Rajasekharan S y cols. 2017 (21)	29	1	2	6 (n=1 int), 12 (n=1), 18(n=1)
Celik BN y cols. 2016 (8)	22	*	*	*
Yai-Tin L y cols. 2020 (13)	27	*	*	*
Alnassar I y cols. 2022 (14)	20	*	*	*
Marghalani AA y cols. 2014 (17)	156		—	
<b>TOTAL :</b>	<b>489</b>	4	8	
<b>Resultados Biodentine</b>				
Celik BN y cols. 2019 (3)	19	*	*	*
Cuadros-Fernández C y cols. 2016 (18)	39	1	*	12
Bani M y cols. 2017 (19)	31	1	*	18
Juneja P y cols. 2017 (16)	9	3	*	6(n=1)/ 12(n=1)/ 18(n=1)
Carti O y cols. 2017 (5)	25	*	3	3 (n=1)/ 12 (n=2)
Stringhini E y cols. 2019 (15)	128		—	*
Vilella-Pastor S y cols. 2021 (20)	36	2	*	24
Rajasekharan S y cols. 2017 (21)	25	3	*	6(n=2), 12(n=1)
Rubanenko M y cols. 2019 (12)	37	1	*	24
<b>TOTAL :</b>	<b>349</b>	11	3	
<b>TOTAL DE MTA Y BIODENTINE :</b>	<b>838</b>	15	11	*

## DISCUSSION

### Success rates between MTA and Biodentine

We observed relatively high success rates in the set of selected articles, including both biomaterials. However, we can distinguish some differences, although they are not significant, taking into account that we do not have the same number of teeth treated with MTA (489) and Biodentine (349). Moreover, the follow-up periods are not equal, although the minimum required was 12 months.

Regarding the weighted mean overall clinical success rate, a slightly higher result is obtained with MTA. The most notable difference is found in the number of articles presenting 100% clinical success: with MTA we have 8 articles reported while with biodentine we have 5. This parameter could be due to the difference in the number of teeth studied but we cannot affirm that we obtain a significant difference between both materials. These high levels of success can be explained by the biocompatible character of the

materials and the fact that they lead to the formation of a non-porous dentine bridge, as demonstrated in vivo and in the clinic (18,19). Furthermore, it exhibits antibacterial activity that inhibits the growth of oral bacterial strains, including *Streptococcus mutans* and *Enterococcus faecalis*. This antibacterial property is very important for the clinical success of the restoration (14,18).

On the other hand, the average total radiological success rate obtains better results with MTA, we have 4 articles with 100% results and we do not have any articles that have these results with biodentine. Thus we can state a significant difference of MTA over biodentine on the issue of radiological success. We can explain this by the use of stainless steel crowns on all teeth; therefore, conferring high sealing capabilities. The vast majority of the included studies then require the use of rubber dam, knowing that absolute isolation increases success (19). Guelmann et al. found that preformed metal crowns provided more success (86 %) compared to MRI alone (61 %) or MRI and Ketac molar combined (77 %) (16). Their failures could also be due to iatrogenic errors such as poorly adapted stainless steel crowns, a thin cavity base, voids in the cementum, areas of residual caries and/or residual coronal pulp tissue (18).

The results as mentioned above have very high success rates but if we compare clinical and radiological success they are usually lower at the radiological level. It is plausible to conclude that radiographic changes may be more sensitive (22). The interpretation of clinical-radiographic results which, in the primary dentition, is always complicated by the presence of the permanent successor and the surrounding follicle, could explain this difference with the clinical results (15).

#### Clinical parameters and treatment failure

To begin with, one can note the small number of clinical failures analysed in relation to the total number of teeth treated 838 and only 9 failures. The likelihood of tooth sensitivity or pain after pulpotomy treatment with MTA or biodentine is irrelevant compared to the occurrence of infection or tooth mobility. Furthermore, the same number of clinical failures is observed for biodentine and MTA of 4 respectively. Knowing that 140 more cases were studied with MTA. In addition we found more cases of infection or mobility with biodentine and a higher proportion of cases of sensitivity or pain with MTA but always with a low number of cases.

With regard to the large number of teeth studied, the results are encouraging. The few failures found can be explained by iatrogenic errors on the part of the dentist, together with his or her skill or experience and the cooperation of the child (24). Some studies used general anaesthesia to increase the success rate of the treatment therefore, pulpotomy procedures are facilitated and allow a better prognosis. In addition, all treated teeth were

restored with preformed steel crowns, thus eliminating the possibility of restoration failure (21). Finally, we can observe a similar time of onset at 6 and 12 months. Especially as these are usually the most frequently evaluated periods, we can also comment that in some cases a high rate of recovery can appear in the second evaluation (93%) (18).

#### Radiological parameters and treatment failures:

Regarding the numbers of clinical failures, much more cases are recorded at the radiological level, although when compared to the number of teeth treated the success is a very acceptable rate. This result can be interpreted as meaning that a tooth considered as a radiological failure does not mean that it is also a clinical failure. For example Holan et al, when following up pulpotomised teeth with internal resorption, the teeth are asymptomatic and do not show any signs of clinical failure (25). Furthermore, the radiolucency observed in one tooth may be attributed to a misdiagnosis of inflammation in the root pulp prior to treatment (4).

Far more failures were collected with biodentine (26 teeth) than MTA (12 teeth), a more striking difference. In obtaining these results we have to take into account that periapical radiographic procedures are laborious using film-holding devices in young patients with fear and/or anxiety. This resulted in some cases where preoperative and follow-up radiographs could not be taken with the same angulation and therefore we have error in the results (21). With MTA much more cases of external than internal resorption can be observed and with biodentine it is usually the other way around although the difference is not as significant as with the first material. Many pulpotomy studies with MTA show that internal resorption was the most frequent radiographic failure (19). The most frequent period of occurrence with both materials was at 12 months. It shows the possibility that the difference between the success rates could vary due to the lengthening of the follow-up period. This is particularly true as many clinical studies have suggested that success rates change with changes in the length of follow-up (3).

We can conclude that the observed success rates are relatively high for both biomaterials, either clinically or radiologically. We can note a slightly higher clinical success rate with MTA and a significant difference of that material compared to biodentine in the radiological success. We studied a small number of clinical failures in relation to the number of teeth treated, it can be deduced that the probability of tooth sensitivity or pain after pulpotomy treatment with MTA or biodentine is very low. We found more cases of infection or mobility with biodentine and a higher proportion of cases of sensitivity or pain with MTA but always with a low number of cases. In addition, there are more failures at the radiological level, although the radiological success is very acceptable. Overall, there are more radiological failures with biodentine than with MTA, with a significant difference. With MTA we can highlight a higher proportion of cases of external resorption and with

biodentine internal resorption tends to predominate. Furthermore, according to our study, the material with the best success rate for pulpotomy treatment in primary molars is MTA. Although we did not observe a significant overall difference with biodentine, the results obtained are also promising. Thus, we can conclude that biodentine is also an indicated material and its use is widely acceptable.

Conflicts of interest: The authors declare that there are no conflicts of interest that could influence their work.

## BIBLIOGRAPHY

1. Wong BJ, Fu E, Mathu-Muju KR. Thirty-Month Outcomes of Biodentine Pulpotomies in Primary Molars: A Retrospective Review. *Pediatr Dent* 2020;42(4):293-299. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32847669/>
2. Carrillo Dato L, Guzmán Pina S, Cortés Lillo O. Evaluación in vitro de la eficacia antimicrobiana de tres materiales de obturación de conductos en dientes temporales. *Odontol Pediatr* 2020;28(1):3-13. <https://www.odontologiapediatrica.com/wp-content/uploads/2020/06/3-13-Evaluacion-in-vitro-Laura-Carrillo-ODP-V28N1-WEB.pdf>
3. Celik BN, Mutluay MS, Arikan V, Sari S. The evaluation of MTA and Biodentine as a pulpotomy materials for carious exposures in primary teeth. *Clin Oral Investig*. 2019;23(2):661–666. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29744721/>
4. Olatosi OO, Sote EO, Orenuga OO. Effect of mineral trioxide aggregate and formocresol pulpotomy on vital primary teeth: A clinical and radiographic study. *Niger J Clin Pract*. 2015;18(2):292–296. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25666010/>
5. Carti O, Oznurhan F. Evaluation and comparison of mineral trioxide aggregate and biodentine in primary tooth pulpotomy: Clinical and radiographic study. *Niger J Clin Pract*. 2017;20(12):1604–1609. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29378994/>
6. American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*. Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry. 2022; 415-423. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30444704/>
7. SP Lima, G SANTOS, A Ferelle, S RAMOS, J Pessan, C Dezan-Garbelini. Clinical and radiographic evaluation of a new stain-free tricalcium silicate cement in pulpotomies. *Braz Oral Res*. 2020;34(1): 1-10. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32876119/>
8. Bingqing S, Yuming Z, Xiaojing Y. Effects of MTA and Brazilian propolis on the biological properties of dental pulp cells. *Braz Oral Res*. 2019;1-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31939498/>
9. Chawan Manaspon , Chavin Jongwannasiri y cols. Human dental pulp stem cell responses to different dental pulp capping materials. *BMC Oral Health*. 2021; 1-13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33902558/>
10. Pedano M, Xin L, Yoshihara K, Van Landuyt K, Van Meerbeek B. Cytotoxicity and Bioactivity of Dental Pulp-Capping Agents towards Human Tooth-Pulp Cells: A Systematic Review of In-Vitro Studies and Meta-Analysis of Randomized and Controlled Clinical Trials. *Materials*. 2020;13(12):1-42. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32545425/>

11. Kyung-San M, Hyo-Jin P, Sun-Kyung L, Sang-Hyuk P, Chan-Ui H, Hae-Won K, Hae-Hyoung L, Eun-Cheol K. Effect of mineral trioxide aggregate on dentin bridge formation and expression of dentin sialoprotein and heme oxygenase-1 in human dental pulp. *J Endod.* 2008 Jun;34(6):666-670. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18498885/>
12. Leye Benoist F, Gaye Ndiaye F, Wakhabe A, Benoist H, Farge P. Evaluation of mineral trioxide aggregate (MTA) versus calcium hydroxide cement (Dycal<sup>®</sup>) in the formation of a dentine bridge: a randomised controlled trial. *Int Dent J.* 2012;62(1):33-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22251035/>
13. Amin L, Montaser M. Comparative evaluation of pulpal repair after direct pulp capping using stem cell therapy and biodentine: An animal study. *Aust Endod J.* 2021;47(1):11-19. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33179382/>
14. Alnassar I, Altinawi M, Salem Rekab M, Alzoubi H, Abdo A. Evaluation of the efficacy of mineral trioxide aggregate and bioceramic putty in primary molar pulpotomy with symptoms of irreversible pulpitis (a randomized-controlled trial). *Clin Exp Dent Res.* 2022;1-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36464977/>
15. Stringhini E, dos Santos MGC, Oliveira LB, Mercade M. MTA and biodentine for primary teeth pulpotomy: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Clin Oral Investig.* 2019;23(4):1967-1976. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30238414/>
16. Juneja P, Kulkarni S. Clinical and radiographic comparison of biodentine, mineral trioxide aggregate and formocresol as pulpotomy agents in primary molars. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2017;18(4):271-278. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28780718/>
17. Narváez S, Rodríguez A. Biodentine: Un nuevo material en terapia pulpar. *Univ Odontol.* 2015;34(73):69-76. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revUnivOdontologica/article/view/16040>
18. Cuadros-Fernández C, Rodríguez AIL, Saez-Martinez S, Garcia-Binimelis J, About I, Mercade M. Short-term treatment outcome of pulpotomies in primary molars using mineral trioxide aggregate and Biodentine: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2016;20(7):1639-1645. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26578117/>
19. Bani M, Aktas N, Cinar C, Odabas ME. The Clinical and Radiographic Success of Primary Molar Pulpotomy Using Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate: A 24-Month Randomized Clinical Trial. *Pediatr Dent.* 2017;39(4):284-288. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29122067/>
20. Vilella-Pastor S, Saez S, Veloso A, Guinot-Jimeno F, Mercade M. Long-term evaluation of primary teeth molar pulpotomies with Biodentine and MTA: a consort randomized clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2021;22(4):685-692. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33683572/>
21. Rajasekharan S, Martens LC, Vandenbulcke J, Jacquet W, Bottenberg P, Cauwels R. Efficacy of three different pulpotomy agents in primary molars: a randomized control trial. *Int Endod J.* 2017;50(3):215-228. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26863893/>
22. Shirvani A, Asgary S. Mineral trioxide aggregate versus formocresol pulpotomy: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Clin Oral Invest.* 2014; 18:1023-1030. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24452827/>
23. Moretti A, Sakai v, Oliveira T, Fornetti A, Santos C, Machado M, Abdo R. The effectiveness of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide and formocresol for pulpotomies in primary teeth. *Int Endod J.* 2008;41(7):547-555. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18479381/>

24. Zealand C, Briskie D, Botero T, Boynton J, Hu J. Comparing gray mineral trioxide aggregate and diluted formocresol in pulpotomized human primary molars. *Pediatr Dent*. 2010;32(5):393-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21070705/>
25. Holan G, Eidelman E, Fuks AB. Long-term evaluation of pulpotomy in primary molars using mineral trioxide aggregate and formocresol. *Pediatr Dent* 2005;27(2):129-136. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15926290/>
26. Simancas Escorcía V , Diaz Caballero A. Biodentine: a dentine substitute? *Salud, Barranquilla*. 2020;(36):587-605. [https://www.researchgate.net/publication/357173257\\_Biodentine\\_a\\_dentine\\_substitute](https://www.researchgate.net/publication/357173257_Biodentine_a_dentine_substitute)