



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**EFFECTIVIDAD DE LOS CEMENTOS BIOACTIVOS EN LA
REGENERACIÓN DE TEJIDOS DENTARIOS EN DIENTES PRIMARIOS.
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

Jorgeidy Arroyo – 28.509.399

Daniela Carrillo – 29.704.461

Urb. Poblado, Calle N° 3. Municipio San Diego.
Teléfono: (0241) 8714240 (máster) – Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PAEZ
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



**EFFECTOS DEL USO DE CEMENTOS BIOACTIVOS EN LA
REGENERACIÓN DE TEJIDOS DENTARIOS EN DIENTES PRIMARIOS.
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
ODONTÓLOGO

Autoras:

Br. Arroyo Cancines, Jorgeidy Johana
V- 28.509.399

Br. Carrillo Fernández, Daniela Alejandra
V- 29.704.461

Tutora:

Od. Janeth Rodríguez
V- 8.844.992

San Diego, Junio 2023



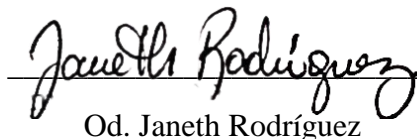
**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Mediante la presente hago constar que he leído el Proyecto de Trabajo de Grado, elaborado por las ciudadanas Jorgeidy Arroyo y Daniela Carrillo, titulares de la cédula de identidad N° 28.509.399 y 29.704.461 respectivamente, para optar al grado académico de Odontólogo, cuyo título es: **“EFECTIVIDAD DE LOS CEMENTOS BIOACTIVOS EN LA REGENERACIÓN DE TEJIDOS DENTARIOS EN DIENTES PRIMARIOS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA”**, adscrito a la línea de investigación: Odontología clínica y correctiva, y declaro que acepto la tutoría del mencionado Proyecto de Trabajo de Grado durante su etapa de desarrollo hasta su presentación y evaluación por el jurado evaluador que se designe; según las condiciones del Reglamento de Estudios de la Universidad José Antonio Páez.

En San Diego, a los siete días del mes de Noviembre del año dos mil veintidós.


Od. Janeth Rodríguez

V- 8.844.992



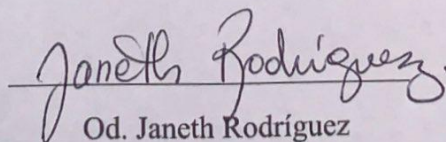
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Od. Janeth Rodríguez, portadora de la cédula de identidad N° V-8.844.992, en mi carácter de tutora del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Arroyo Jorgeidy y Carrillo Daniela, portadores de la cédula de identidad N° V-28.509.399 y V-29.704.461, titulado: **EFFECTIVIDAD DE LOS CEMENTOS BIOACTIVOS EN LA REGENERACIÓN DE TEJIDOS DENTARIOS EN DIENTES PRIMARIOS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA** presentado como requisito parcial para optar al título de Odontólogo, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los dos días del mes de junio del año dos mil veintitrés.


Od. Janeth Rodríguez

V- 8.844.992



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
 UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
 FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
 ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



ACTA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ciencias de la Salud para la evaluación del Trabajo de Grado titulado: **EFFECTIVIDAD DE LOS CEMENTOS BIOACTIVOS EN LA REGENERACIÓN DE TEJIDOS DENTARIOS EN DIENTES PRIMARIOS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA** realizado por las ciudadanas Jorgeidy Arroyo y Daniela Carrillo, titulares de la cédula de identidad N° V-28.509.399 y V-29.704.461, cursantes de la carrera de **Odontología**, hace constar que reúne los méritos suficientes para su aprobación.

En San Diego, a los veintiséis días del mes de junio del año dos mil veintitrés

Jurado <u>Luisana Ramos</u>		Jurado <u>María Angélica Romero</u>
Nombre: Od. Luisana Ramos		Nombre: Od. María Angélica Romero
C.I: 7103041		C.I: 7.121.893

Tutor Académico
 Nombre: Od. Janeth Rodríguez
 C.I: 8.844.992

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar le agradezco a Dios por acompañarme durante todo este camino, dándome la fortaleza, valentía y constancia para lograr mis objetivos y superar cada obstáculo que se presentó durante toda esta etapa.

A mis padres, Edith Cancines y Jorge Arroyo mis pilares fundamentales, quienes me enseñaron la responsabilidad, dedicación y que siempre puedo lograr todo aquello que me proponga en la vida. Gracias por siempre apoyarme y acompañarme desde el primer día que comenzó este camino ya que sin ustedes esto no sería posible, este logro es para ustedes. A mi hermana, Juliette Arroyo, quien me ha acompañado en mis noches de estudio y me ha brindado ese amor y apoyo incondicional. A mi familia, quienes me motivan siempre a dar lo mejor de mí, pero sobre todo a Ligia Cancines, Aura Cancines, Augusto Aparicio, José Piñango y Arianny Aparicio. A mi abuela, Bertha Andrades, quien me apoyó desde el inicio y siempre confío en que lo lograría, sé que físicamente no estás conmigo pero estoy segura que desde el cielo estás orgullosa, este logro es para ti.

A mis amigos y futuros colegas, Edmilson Vásquez, Mathias Pizzanelli, Daniel Calderón, Ana Karina Rodríguez y Armando Hernández gracias por brindarme la motivación, el apoyo y hacer de este viaje el mejor. A mis amigas, Anna Barbera, Génesis García y Cristina Aguiar, por su cariño y apoyo incondicional.

A Pastor Barbera, quien fue la persona que me impulso a comenzar mis estudios, gracias por la enseñanza de lo que es tener un gran corazón lleno de bondad.

A mi compañera de trabajo de grado, Daniela Carrillo, quien ha sido mi mano derecha, amiga y hermana, gracias por tu cariño, estoy feliz de compartir este logro junto a ti. A nuestra tutora y profesora, Od. Janeth Rodríguez, quien ha sido guía para lograr este objetivo, gracias por su dedicación y compromiso durante estos años.

- Jorgeidy Arroyo

Primeramente, le agradezco a Dios, por siempre acompañarme en cada paso de mi vida, dándome la fortaleza para continuar avanzando hacia el logro de mis metas incluso en los momentos más complicados.

A mis padres, Tatiana Fernández y Jorge Carrillo, mis pilares fundamentales, quienes me han formado como persona y me han apoyado en todo momento con mucho amor y esfuerzo en cada etapa de mi vida, sin ellos no hubiera llegado hasta aquí, por lo que este logro se lo dedico a ustedes. Gracias por siempre apostar por mí, por mis capacidades y darme ánimos cuando más lo he necesitado. A mi hermano y cuñada, Roberth Leal y Aura González, que han estado siempre presentes, me han apoyado y se han emocionado por cada uno de mis logros, gracias por motivarme y ofrecerme su amor y cariño. A mi familia y otras personas, que de múltiples maneras me han ayudado en momentos difíciles, y han creído en mí para lograr mis sueños.

A mis amigos y futuros colegas, la familia que me dio la universidad y que ahora son una parte importante en mi vida, con quienes he compartido momentos únicos en toda la carrera que nunca olvidaré, que me han acompañado, ayudado y apoyado, dándome ánimos cuando las situaciones me superaban para al final celebrar juntos al darnos cuenta de que pudimos con todo. Me siento muy agradecida igualmente con mis amigas, Verónica Hernández y Dubraska Gutiérrez, quienes sin saberlo, han hecho más por mí de lo que imaginan.

A mi compañera de trabajo de grado, amiga, mano derecha y futura colega, Jorgeidy Arroyo, que ha estado conmigo en todo momento, eres un gran apoyo y me siento muy feliz de compartir este logro contigo. A nuestra tutora y profesora, Od. Janeth Rodríguez, por su dedicación y compromiso a lo largo de estos años y durante la realización de este trabajo. Y por último, a los profesores que estuvieron conmigo y me impulsaron a ser mejor cada día, gracias por toda su paciencia y vocación.

- Daniela Carrillo

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	15
1.1 Planteamiento del Problema	15
1.1.2 Formulación del problema	17
1.2 Objetivos de la Investigación	17
1.2.1 Objetivo General	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 Justificación de la Investigación	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1 Antecedentes de la Investigación	19
2.2 Bases Teóricas	28
2.3 Bases Legales	39
2.4 Definición de Términos Básicos	40
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	46
3.1 Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación	46
3.2 Métodos de Búsqueda y/o Técnicas e Instrumentos	46
3.2.1 Métodos de Búsqueda de Información	47
3.2.2 Criterios de Inclusión o Exclusión	48
3.2.3 Instrumento de Recolección de Datos	48
3.3 Análisis de Contenido	49
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO	50
CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Mecanismos de la Regeneración del Complejo Dentino Pulpar en Dientes Primarios	67
Cuadro 2. Efectos del Uso de los Cementos Bioactivos de la Regeneración de los Tejidos Dentarios en Dientes Primarios	68
Cuadro 3. Eficacia clínica de los Cementos Bioactivos que se utilizan en Terapias Pulpares en Dientes Primarios	71



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



**EFFECTIVIDAD DE LOS CEMENTOS BIOACTIVOS EN LA
REGENERACIÓN DE TEJIDOS DENTARIOS EN DIENTES PRIMARIOS:
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

Autoras:

Arroyo C. Jorgeidy J.
Carrillo F. Daniela A.

Tutora:

Od. Janeth Rodríguez

Línea de investigación: Odontología clínica y correctiva.

Fecha: Junio, 2023

RESUMEN INFORMATIVO

Introducción: Los cementos bioactivos de uso odontológico son materiales que sustituyen tejidos perdidos principalmente por caries dental y que tienen un intercambio molecular entre las dos interfases, la vital y la sustituta, integrándose mutuamente. **Objetivo:** Analizar la efectividad de los cementos bioactivos en la regeneración de tejidos dentarios en dientes primarios. **Métodos:** El estudio está enmarcado dentro del tipo de investigación documental, analítica y con diseño de tipo bibliográfico, bajo un análisis crítico de la información obtenida de diferentes autores. Para la recolección de información se implementó una investigación electrónica utilizando las bases de datos PubMed, LILACS y SciELO, realizando una investigación exhaustiva de los artículos originalmente publicados. **Resultados:** Gracias al estudio se pudo detallar las diferentes pruebas especializadas y los mecanismos de regeneración del complejo dentino pulpar. **Conclusión:** Los cementos que demostraron una mejor biocompatibilidad y mayores tasas de éxito clínico y radiográfico según los estudios, fueron el Biodentine, BioRoot RCS y MTA, siendo altamente recomendados para todas las terapias pulpares ya que crean un entorno favorable para la producción de tejido dentinario reparativo.

Descriptores: Cementos Bioactivos, Regeneración, Terapias Pulpares.



**BOLIVARIAN REPUBLIC OF VENEZUELA
JOSE ANTONIO PAEZ UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES FACULTY
SCHOOL OF DENTISTRY**



EFFECTIVENESS OF BIOACTIVE CEMENTS IN THE REGENERATION OF DENTAL TISSUES IN PRIMARY TEETH: LITERATURE REVIEW.

Authors:

Arroyo C. Jorgeidy J.
Carrillo F. Daniela A.

Tutor:

Dr. Janeth Rodríguez

Research Line: Clinical and corrective dentistry.

Date: June, 2023

INFORMATIVE SUMMARY

Introduction: Bioactive cements for dental use are materials that replace tissues lost mainly due to dental caries and that have a molecular exchange between the two interfaces, the vital and the substitute, integrating each other. **Objective:** To analyze the effectiveness of bioactive cements in the regeneration of dental tissues in primary teeth. **Methods:** The study is framed within the type of documentary, analytic research and with a bibliographic design, under a critical analysis of the information obtained from different authors. For the collection of information, an electronic investigation was implemented using the PubMed, LILACS and SciELO databases, carrying out an exhaustive investigation of the originally published articles. **Results:** Thanks to the study, it was possible to detail the different specialized tests and the mechanisms of regeneration of the pulpal dentin complex. **Conclusion:** The cements that demonstrated better biocompatibility and higher clinical and radiographic success rates according to the studies were Biodentine, BioRoot RCS and MTA, being highly recommended for all pulp therapies since they create a favorable environment for the production of dentin tissue reparative.

Descriptors: Bioactive Cements, Regeneration, Pulp Therapies.

INTRODUCCIÓN

El uso actual de la tecnología en la odontología restauradora se basa en el desarrollo de materiales bioactivos, es decir, materiales que sustituyan tejidos perdidos principalmente por caries dental y que tengan un intercambio molecular entre las dos interfases, la vital y la sustituta, integrándose mutuamente. La pérdida del balance en el proceso fisiológico de desmineralización y remineralización es generalmente el paso inicial en el proceso de caries, en la cual hay pérdida de compuestos de minerales de apatita de la estructura del esmalte y puede llegar a afectar la dentina e incluso crear una exposición pulpar. Es por ello que se buscará preservar en todos los dientes cariados la mayor estructura posible y su potencial de remineralización. Los cementos bioactivos de uso odontológico adquieren relevancia en aquellos tratamientos con miras a la regeneración del complejo dentinopulpar. Ciertos estudios muestran que muchos factores influyen en esta interacción, al incluir la química de los materiales, la degradación de los productos y la manera en la que el tejido responde a estos agentes terapéuticos.

El objetivo de este trabajo es analizar la efectividad de los cementos bioactivos en la regeneración de tejidos dentarios en dientes primarios. Se encuentra organizado en cuatro capítulos, donde el capítulo I contiene el planteamiento y formulación del problema, el objetivo general y objetivos específicos junto con la justificación; el capítulo II estudia los antecedentes, las bases teóricas y legales y, además, una definición de los términos básicos más empleados dentro de la investigación, el

capítulo III consiste en el marco metodológico, detallando el tipo, nivel de profundidad y diseño de la investigación la cual es documental, analítica y bibliográfica, incluye de igual forma el método de búsqueda de información, criterios de inclusión y exclusión, instrumentos de recolección de datos y la técnica de análisis de contenido; el capítulo IV contiene el análisis crítico de la información donde se refleja los resultados obtenidos de los datos recolectados, dando respuesta a cada uno de los objetivos; el capítulo V hace énfasis en las conclusiones tomando en cuenta la información adquirida gracias a las investigaciones consultadas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La caries dental es una patología de etiología multifactorial, que afecta a las unidades dentarias, produciendo la destrucción de forma progresiva de los tejidos dentarios. Estudios reportados por la Organización Mundial de la Salud en el 2004, mostró un 60 a 90% en escolares, la Federation Dental International en el 2010, encontró un 44%, afectando casi la mitad de la población. Sin un abordaje terapéutico de la remoción de caries, ocurrirá una inflamación pulpar, progresando hacia una inflamación pulpar irreversible, y terminando con la vitalidad pulpar, considerando lo antes expuesto sobre la inflamación pulpar, adoptan el nombre de pulpitis reversible, pulpitis irreversible y necrosis pulpar, siendo estas consideradas como un diagnóstico clínico (1). Por consiguiente, la lesión por caries dental afectará de manera negativa perjudicando el entorno social y la calidad de vida del paciente pediátrico (2).

La inflamación de los tejidos dentarios o del complejo dentinopulpar, es el resultado de una agresión externa, en donde las principales causas que pueden originar las enfermedades pulpares son: los irritantes físicos, irritantes químicos, irritantes microbianos, lesiones por traumatismos y las enfermedades que afecten el tejido periodontal (3).

Resaltando lo mencionado en el anterior párrafo, el tratamiento pulpar en dentición primaria es de mucha importancia, ya que esto va a favorecer a mantener y conservar el espacio requerido para el recambio dentario o erupción dentaria, en la colaboración del desarrollo de la fonación, alimentación, respiración y armonía estética del paciente pediátrico. De este modo, en los últimos años las nuevas terapias pulpares dirigen sus esfuerzos a mantener la integridad de la estructura dentaria, con la finalidad de preservar su función óptima así como también mantener una estética aceptable ya que ésta cumple un rol importante en la odontología actual (4). La elección de la técnica pulpar apropiada es determinada por el juicio clínico y radiográfico del profesional de la salud, en donde las pulpotomías son el tratamiento más común en dientes primarios con caries extensas, y las pulpectomias tienen un indudable record clínico con reportes de tasa entre 83 y 100% (5).

Originalmente se consideró que los materiales biológicos inertes y biocompatibles eran los más adecuados o indicados, esto se debe, a que debían de tener una relación neutral en la infiltración fácil con el esmalte y la dentina, es decir, son sustancias que al estar en contacto con los tejidos dentales provocan un efecto positivo; además de minimizar la sensibilidad, la microfiltración marginal y las caries marginales (6).

En la actualidad, los cementos bioactivos utilizados en la clínica de odontopediatría, adquiere importancia en los tratamientos que tienen por objetivo favorecer o intervenir en la regeneración del complejo dentinopulpar, en dientes primarios y permanentes. Específicamente en la restauración de cavidades, no solo se necesitan materiales que replazan al tejido perdido, sino también que reparen o regeneren el tejido imitando

los mecanismos fisiológicos de remineralización duraderos en la clínica (7). Con el avance en los estudios de los materiales restauradores, ellos tienen como objetivo facilitar la garantía de un sellado positivo entre el tejido dentario y el material de restauración, en donde, se tiene como consideración ciertas características biológicas y fisicoquímicas en presencia de un medio húmedo como lo es la cavidad oral; es por ello, que se ha llevado a la generalización en el uso de estos materiales biocerámicos o bioactivos hacia el entorno odontológico, especialmente en el área de la odontopediatría (3).

1.1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la efectividad de los cementos bioactivos en la regeneración de tejidos dentarios en dientes primarios?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Analizar la efectividad de los cementos bioactivos en la regeneración de tejidos dentarios en dientes primarios.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar los mecanismos de la regeneración del complejo dentino pulpar en dientes primarios.
- Detallar los efectos del uso de los cementos bioactivos en la regeneración de los tejidos dentarios en dientes primarios.

- Evaluar la eficacia clínica de los cementos bioactivos que se utilizan en terapias pulpares en dientes primarios.

1.3 Justificación de la investigación

Actualmente, la regeneración del tejido dentario, radica primordialmente en formar un nuevo tejido vivo y funcional por medio de un soporte natural, sintético o una mezcla de ambos. Es por ello que este estudio profundiza el conocimiento sobre los avances y las indicaciones de este tipo de tratamiento siendo vital para los profesionales y estudiantes de Odontología. Los materiales bioactivos han progresado para mejorar los tratamientos dentino-pulpares debido a la presencia de calcio en forma de silicato tricálcico que favorece la diferenciación de las células odontoblásticas para la formación y mineralización de dentina reparativa. Por consiguiente, la evolución de los mismos se inspira primordialmente en su baja solubilidad y biocompatibilidad y a su vez permite la elección del material adecuado según el diagnóstico del paciente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

En los antecedentes que se presentan a continuación los cuales están asociados a la pregunta de investigación planteada se expresan en orden cronológico desde el más reciente hasta el más antiguo. Cabe mencionar que, en Venezuela no se encontraron artículos científicos de tipo metaanálisis o ensayos clínicos aleatorizados sobre la efectividad en cuanto a la regeneración de tejidos dentarios de los distintos materiales de obturación usados en terapias pulpares, es por ello que los siguientes antecedentes son de carácter internacional.

Retana en su tesis doctoral titulada “Análisis molecular y celular de la capacidad de regeneración del complejo dentinopulpar”, destaca que la bioactividad de estos materiales está relacionada con la habilidad que tienen de producir hidroxiapatita al entrar en contacto con el fluido tisular presente en los tejidos circundantes. Esta apatita mediante su interacción con las proteínas de la dentina estimula la dentinogénesis en un ambiente ex vivo. De este modo, se relaciona con la investigación ya que provee datos de interés en cuanto a los mecanismos de regeneración del complejo dentinopulpar mediante el uso de cementos bioactivos (8).

Eshghi et al. en su artículo titulado “Comparison of Clinical and Radiographic

Success between MTA and Biodentine in Pulpotomy of Primary Mandibular Second Molar with Irreversible Pulpitis: A Randomized Double-Blind Clinical Trial”, realizó una evaluación clínica a largo plazo en donde a los participantes del grupo A se cubrió la pulpa remanente con 2 mm de MTA y en el grupo B con 3 mm de Biodentine, concluyendo finalmente que ambos tienen propiedades similares, demostrando ambos materiales una alta eficacia clínica y tasas de éxito radiográfico en el seguimiento a largo plazo. De esta forma, la relación que posee con la investigación es debido a que aporta información de interés en cuanto a sus resultados y teorías aplicadas sobre el buen desempeño clínico y radiográfico del MTA y Biodentine (9).

Vilella-Pastor et al. en su artículo científico original titulado “Long-term evaluation of primary teeth molar pulpotomies with Biodentine and MTA: a CONSORT randomized clinical trial”, tuvo por objetivo evaluar y comparar clínica y radiográficamente el desempeño de MTA y Biodentine como materiales de obturación en pulpotomías de molares primarios a los 24 meses de seguimiento. Su diseño consistió en pacientes de 4-9 años a los cuales se les trató con MTA o Biodentine seguido de una corona de acero inoxidable. Se realizaron un total de 84 pulpotomías obteniendo como resultado una tasa de éxito total de 99,4 y 97,2% para Biodentine y MTA, respectivamente, sin mostrar diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, se concluyó que el Biodentine y MTA tienen una eficacia similar. El artículo se relaciona con la investigación debido a que provee análisis y resultados de interés sobre la evaluación a largo plazo del uso de Biodentine y MTA en pulpotomías (10).

Omidi et al. en el artículo original titulado “The effect of different pulp-capping materials on proliferation, migration and cytokine secretion of human dental pulp stem cells”, tuvo por objetivo evaluar los efectos del TheraCal LC, MTA Angelus, mezcla enriquecida con calcio (CEM) y Biodentine sobre la viabilidad de células madre de pulpa dental humana (hDPSCs) mediante el ensayo MTT. Se usó el ensayo de migración Transwell para determinar la capacidad de migración celular. La secreción de citocinas se evaluó utilizando un ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas. Como resultado, los biomateriales de MTA, CEM y Biodentine en diferentes diluciones no tuvieron efectos citotóxicos en las hDPSC en diferentes momentos; sin embargo, el extracto no diluido de TheraCal mostró efectos tóxicos después de 24, 48 y 72 horas. Mientras tanto, la mayor migración celular se observó en presencia de CEM y Biodentine. El artículo se relaciona con la investigación debido a que evalúa la citocompatibilidad de distintos cementos bioactivos para la regeneración de los tejidos dentarios (11).

Natividad en su tesis doctoral titulada “Manejo de pulpotomías con cemento de silicato tricálcico en una sola sesión en paciente niño en edad escolar. Reporte de un caso”, que tuvo por objetivo comparar el comportamiento clínico y radiográfico de la pulpa expuesta al silicato tricálcico (Biodentine) usado en pulpotomías en molares deciduos, realizando el control y evaluación de la pieza dental tratada con pulpotomía después de los 3 meses, concluyó que no hubo sintomatología clínica alguna ni radiográfica en la unidad dentaria, por lo tanto, es una buena alternativa para el tratamiento en diente temporales. Este estudio se relaciona con la investigación ya que demuestra la respuesta

positiva del complejo dentino pulpar frente al silicato tricálcico para la regeneración de tejidos dentales (12).

Ahuja et al. en el artículo titulado “Comparative Evaluation of Success of Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate with Formocresol as Pulpotomy Medicaments in Primary Molars: An In Vivo Study”, tuvo por objetivo evaluar y comparar el éxito del Biodentine y MTA en comparación con el formocresol como medicamentos para la pulpotomía durante 9 meses del período de seguimiento en una muestra de 60 molares de pacientes de 4 a 7 años. Obtuvo como resultado que el Biodentine tuvo una tasa de éxito clínico del 100%, el MTA del 95% y el Formocresol del 70%, y el éxito radiográfico alcanzado fue del 95% (Biodentine), 60% (MTA) y 25% (Formocresol). Como conclusión se puede decir que las propiedades biológicas, físicas, mecánicas y de buena manipulación favorables de Biodentine muestran que este material puede usarse eficientemente como medicamento para pulpotomía en la práctica clínica. Este artículo tiene una relación con el trabajo de investigación debido a que provee aportes de interés, como datos y resultados obtenidos sobre la utilización del Biodentine en dientes primarios (13).

Serra en su tesis doctoral titulada “Estudio clínico controlado, randomizado, duplo ciego de pulpectomias em dentes decíduos obturados com Bio-C Pulpecto e Vitapex”, evaluó los aspectos clínicos y radiográficos de sesenta y siete dientes primarios en 46 niños que fueron divididos aleatoriamente en dos grupos, grupo Bio-C Pulpecto (n=32 dientes) y grupo Vitapex® (n=35 dientes), siendo evaluados a los 7 días, 1, 3, 6 y 12 meses. Los criterios de éxito clínico son: diente libre de signos y síntomas como dolor

espontáneo, movilidad patológica, edema, absceso y fístula. Los criterios para el éxito radiográfico son: ausencia de reabsorción radicular interna y radiotransparencia furca/periapical de nueva formación. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los aspectos clínicos investigados, en ninguno de los tiempos evaluados. Se concluyó que en el aspecto clínico como radiográfico, Bio-C Pulpecto presentó resultados más favorables, indicando la posibilidad de uso como material de obturación para dientes temporales. El presente trabajo de investigación tiene relevancia debido a que provee información de interés acerca de la obturación de dientes primarios con la utilización de Bio-C Pulpecto y Vitapex® (14).

Çelik et al. en su artículo original titulado “The evaluation of MTA and Biodentine as a pulpotomy materials for carious exposures in primary teeth”, realizó un estudio con 44 molares primarios mandibulares que requerían pulpotomía. La dentina cariada que rodea el sitio de exposición se utilizó como criterio de inclusión para todos los dientes, que se dividieron aleatoriamente en dos grupos según el material de pulpotomía [grupo MTA (n = 24), grupo Biodentine (n = 20)]. El tratamiento fue seguido clínica y radiológicamente durante 24 meses. Obtuvieron como resultado que las tasas de éxito clínico y radiográfico al final de los 24 meses fueron del 100 % para el grupo MTA y del 89,4 % para el grupo Biodentine. En conclusión, se determinó que las tasas de éxito clínico y radiográfico a largo plazo obtenidas indican que tanto MTA como Biodentine son opciones apropiadas para el tratamiento de pulpotomía de dientes primarios con exposición cariosa en pacientes cuyos dientes deben conservarse por largos períodos

de tiempo. De este modo, tiene relación con la investigación ya que el estudio evalúa la efectividad de los materiales bioactivos aplicados en pulpotomías (15).

Dahake et al. en el artículo original titulado “Response of stem cells from human exfoliated deciduous teeth (SHED) to three bioinductive materials – An in vitro experimental study” tuvo por objetivo determinar el potencial de diferenciación funcional (osteogénico/odontogénico) de diversos biomateriales en SHED, que fueron tratados con EMD, MTA y Biodentine individualmente y su efecto sobre la viabilidad celular fue comparado y evaluado por MTT durante 7 días. Se usó tinción con rojo de alizarina para evaluar el potencial de mineralización de estos materiales mediante la tinción de depósitos de calcio durante 14 días. La secreción de citocinas se evaluó mediante ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas. Se puede concluir que todos los materiales probados son bioinductivos a SHED. Este artículo tiene relación con la investigación debido a que demuestra la eficacia clínica del Biodentine y MTA en las terapias pulpares con una tasa de éxito predecible (16).

Tran et al. en el artículo titulado “Reparative Mineralized Tissue Characterization after Direct Pulp Capping with Calcium-Silicate-Based Cements” expresó que además del estado inflamatorio inicial de la pulpa, la naturaleza y calidad del nuevo tejido mineralizado obtenido después del recubrimiento pulpar influye directamente en el éxito del tratamiento, por lo que se estudió la composición química y la microestructura del puente de dentina después del recubrimiento pulpar directo con Biodentine™ y agregado de trióxido mineral (MTA) mediante microespectroscopia Raman y microscopia electrónica de barrido, respectivamente. Los resultados mostraron que el

punte dentinario reparador observado en ambos grupos presentó túbulos dentinarios y composición química similar a la dentina primaria. El artículo se relaciona con la investigación ya que estudia la composición bioquímica de la dentina reparadora a partir de dos cementos bioactivos (17).

Erfanparast et al. en su artículo clínico titulado “Direct pulp capping in primary molars using a resin-modified Portland cement-based material (TheraCal) compared to MTA with 12-month follow-up: a randomised clinical trial”, seleccionaron a 46 sujetos de 5 a 7 años, donde se aplicó TheraCal y MTA aleatoriamente en 92 molares con pequeñas exposiciones de pulpa no contaminadas. Posterior a ello, los dientes fueron restaurados con amalgama y las evaluaciones clínicas y radiográficas se realizaron a los seguimientos de 6 y 12 meses; los datos se analizaron utilizando la prueba de Chi Square a un nivel de significación de 0.05. Teniendo así como resultado que, en la sesión de seguimiento final las tasas de éxito general fueron para MTA (94.5%) y TheraCal (91.8%). En conclusión, TheraCal exhibió un resultado comparable a MTA en DPC de molares primarios después de 12 meses. El presente artículo clínico tiene relación debido a que compara el éxito del cemento Portland (TheraCal) y el MTA en el recubrimiento pulpar directo de dientes primarios, es por ello que los resultados obtenidos en este estudio, será de relevancia para el desenlace del trabajo de investigación (18).

Giraud et al. en el artículo titulado “Pulp capping materials modulate the balance between inflammation and regeneration” indica que existe una interrelación entre la inflamación y la regeneración del tejido de la pulpa dental. Se han desarrollado

diferentes modelos de estudio in vitro e in vivo para investigar los pasos iniciales de la inflamación y regeneración de la pulpa. Estos incluyen la interacción de las células endoteliales con las células inflamatorias, la interacción de las células madre con los fibroblastos de la pulpa, las cámaras de migración para estudiar el reclutamiento de células y el modelo completo de cultivo de dientes humanos. Utilizando estos modelos, se ha demostrado que la pulpa posee un potencial antiinflamatorio inherente y una alta capacidad de regeneración en todos los dientes y en todas las edades. Se utilizaron los mismos modelos para investigar los efectos de los materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato tricálcico, que se descubrió que modulan el potencial antiinflamatorio y la capacidad de regeneración de la pulpa. Este artículo tiene relación con la investigación ya que plasma como las respuestas inflamatorias de la pulpa modulan su capacidad de regeneración (19).

Fernández et al. en el artículo titulado “Comparación entre diferentes agentes pulpares en pulpotomías de piezas dentarias temporarias” que tuvo por objetivo estudiar los resultados entre distintos materiales utilizados en los tratamientos pulpares de piezas dentarias temporarias, donde se trataron molares temporarios con diagnóstico de pulpitis o necrosis en pacientes niños de 5 a 9 años de edad. Se seleccionaron 20 casos clínicos para cada material a evaluar y se aplicó el protocolo de trabajo preestablecido para cada técnica. Se concluyó finalmente que los materiales biocerámicos presentan resultados satisfactorios en pulpotomías, relacionándose con la investigación ya que demuestra las ventajas y eficacia clínica de dichos cementos en terapias pulpares de dientes temporales (20).

Para concluir, los artículos científicos, tesis doctorales y tesis de especialización citados poseen un vínculo con la investigación, debido a que aportan la información necesaria sobre los mecanismos de regeneración del complejo dentino-pulpar, y la biocompatibilidad que existe entre el tejido dentario y el material bioactivo, además de también hacer énfasis en que, la dentina coronal y radicular posee características diferentes, no obstante, es posible que los avances en la investigación de la remineralización en dentina coronal no sean del todo extrapolables a la dentina radicular. Aunado a esto, actualmente hay pocos reportes publicados que analicen el proceso de remineralización en dentina radicular, lo cual deja un vacío importante en la literatura con información que podría ser determinante para los procesos regenerativos. Por consiguiente, dichos proyectos de investigación previamente citados, aportan la información necesaria para exponer las diferentes características de cada material de obturación seleccionado permitiendo evaluar el éxito de cada uno de ellos en las distintas terapias pulpares, esto se logra mediante una revisión a la literatura de distintas fuentes para conocer así la efectividad. Cabe destacar, que en cuanto a las pulpectomías no hay aprobación sobre la mejor pasta de relleno o cemento obturador radicular para los dientes primarios. Por ende, este tema no ha sido completamente esclarecido por ser una de las mayores dudas en la práctica clínica de la odontopediatría, esto se debe a la falta de estudios científicos calificados que produzcan información útil para discusiones clínicas basadas en evidencias. A diferencia de las pulpotomías, en las cuales hay una variada cantidad de artículos que incluyen reportes

de casos y ensayos clínicos de primera línea, arrojando resultados positivos en la aplicación de cementos bioactivos en los dientes primarios.

2.2 Bases Teóricas

Células madres de dientes deciduos exfoliados humanos (SHED)

Pertenecen a la familia más amplia de células madre mesenquimales (MSC) de origen dental. Los dientes deciduos humanos representan una fuente fácilmente accesible de células madre. SHED se ha caracterizado como una población altamente proliferativa con capacidad de diferenciación en una variedad de tipos de células que incluyen células neurales, adipocitos y odontoblastos. Estas células han demostrado que podría estar involucrado en la dentina, así como en la formación de hueso (21).

Células progenitoras de la pulpa (DPSC)

Son conocidos por su alto potencial para regenerar y reparar la matriz de dentina. Por lo tanto, el éxito de la regeneración de la pulpa se basa en la presencia de dichas células que son responsables de la regeneración pulpar y el control de la inflamación (22).

Complejo dentino pulpar

Es responsable de mantener la vitalidad del diente, responder frente a estímulos y mantener su funcionalidad. Las patologías pulpares causadas por traumatismos o caries, generan la pérdida de sensibilidad y vitalidad del diente afectando severamente los tejidos periapicales (23). El interior del diente está formado por un tejido parcialmente mineralizado de origen mesenquimal, el cual está recubierto por el esmalte y el cemento (24). A su vez, la pulpa dental es un tejido dinámico capaz de

cicatrizarse tras una lesión en condiciones inflamatorias moderadas. La dentina y la pulpa comparten un origen embrionario común, ya que ambas derivan del ectomesénquima que forma la papila del germen dentario (25).

Caries Dental

Es una patología multifactorial que cuenta con unos factores causales, patogénesis, manifestaciones clínicas y una serie de factores de riesgo predisponentes. Se considera una infección bacteriana caracterizada por la destrucción de los tejidos calcificados del diente, debido a la acción de los microorganismos que integran la placa dental. La infección se inicia con la acumulación de bacterias específicas (*Streptococcus mutans*) sobre la superficie del esmalte, que elaboran productos ácidos que desmineralizan y disgregan el diente (1, 26).

Hidroxiapatita

La hidroxiapatita es un biocristal, formado por átomos de calcio, fósforo, e hidrógeno, está presente en dientes y huesos confiriéndoles su dureza característica, pertenece a la familia de las apatitas. Los principales componentes químicos de la hidroxiapatita son el calcio y el fosfato, sin embargo, la hidroxiapatita natural contiene porcentajes mínimos de sodio, cloro, carbonatos y magnesio, los cuales juegan un papel preponderante en la función remodeladora del hueso (27).

Fosfato de calcio

El fosfato de calcio ayuda a remineralizar los dientes suministrándole iones de calcio y fosfato fortaleciendo el esmalte, neutralizando la acidez de la placa bacteriana,

combatiendo así la desmineralización del esmalte, previniendo de esta manera las caries y favoreciendo el mecanismo natural de reparación de los dientes (28).

Recubrimiento pulpar directo (RPD)

Es un procedimiento aceptado y comúnmente empleado para preservar la vitalidad pulpar, manteniendo así la integridad, salud y función de un diente en el arco dental. Este procedimiento es realizado luego de que un diente haya tenido una exposición pulpar causada por la remoción por caries dental o un trauma. El RPD es un tratamiento alternativo, que permite conservar la vitalidad pulpar a pesar de que hay una exposición de la pulpa de 1mm, evitando tener que realizar pulpotomías, disminuyendo así el tiempo y el costo de la consulta en odontología pediátrica. (29).

Recubrimiento pulpar indirecto (RPI)

Procedimiento en el cual se retiene una cantidad mínima de dentina cariada en la zona de la preparación, evitando así la exposición pulpar. El RPI es una conducta clínica específica para el tratamiento de lesiones cariosas profunda y aguda, la mayoría de las veces se presenta en pacientes jóvenes, con sintomatología que corresponde a una pulpa en estado reversible y que no presente exposición pulpar visible. Es una técnica de mínima intervención en donde se realiza la remoción parcial de la dentina cariada en una única sesión (30).

Pulpotomía

Se realiza una pulpotomía en un diente primario cuando la remoción de caries resulta en una exposición pulpar en un diente con una pulpa normal o pulpitis reversible o

después de una exposición pulpar por iatrogenia y no hay signos radiográficos de infección o reabsorción patológica. La pulpa coronal está amputada, la hemorragia pulpar controlada, y la pulpa radicular vital remanente en la superficie del tejido se trata con un medicamento clínicamente exitoso. Después de colocar una base adecuada en la cámara pulpar, el diente se restaura con un material que sella la microfiltración. Si hay suficiente apoyo en los restos de esmalte, la amalgama o la resina compuesta pueden proporcionar una alternativa funcional cuando el diente temporal tiene una vida útil de dos años o menos. Sin embargo, para lesiones multisuperficiales, la corona de acero inoxidable es la restauración preferida. Cuando el tejido coronario es amputado, el tejido radicular remanente no debe presentar supuración, purulencia, necrosis o hemorragia excesiva que no se puede controlar con un algodón después de varios minutos. El objetivo es que la pulpa radicular permanezca asintomática sin signos clínicos adversos ni síntomas como sensibilidad, dolor o tumefacción. No debe haber evidencia radiográfica postoperatoria de reabsorción radicular externa patológica. La reabsorción radicular interna puede ser autolimitada y estable, debiendo ser monitoreada, eliminando el diente afectado si la perforación causa pérdida de inserción en el hueso y/o signos clínicos de infección e inflamación. No debe haber daño al germen dentario (31).

Pulpectomía

Se refiere a la eliminación total de la pulpa, tanto de la pulpa cameral como de la pulpa radicular y la posterior obturación de los conductos radiculares con materiales

reabsorbibles, bacteriostáticos y bactericidas; éste tratamiento se da únicamente a partir de la pulpitis clínica y estadios terminales de la pulpa. El tratamiento debe permitir la reabsorción de la raíz y del material de obturación en el momento oportuno para permitir la erupción normal de la pieza sucedánea. Después del tratamiento, los síntomas deben desaparecer, el proceso infeccioso debe resolverse, y radiográficamente se debe evidenciar disminución del área radiolúcida. Las contraindicaciones que se deben de tener en cuenta son dientes que presentan perforación del piso cameral por caries o iatrogenia, en dientes con reabsorción interna, reabsorción ósea patológica sobre el germen del diente permanente o ante la presencia de un quiste dentígero (32).

Material de obturación

Es un material empleado para aislar a la pulpa radicular de bacterias e irritantes. No obstante, elegir un material de obturación endodóntico para el uso clínico es una decisión que contribuye al éxito a largo plazo de la pulpotomía. Si el material de obturación no cumple su función, se pueden ocasionar fallas, tales como la microfiltración indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre el diente y el material de restauración. Es por eso que, es fundamental conocer las cualidades y características de un sellador endodóntico para determinar la mejor selección y aplicación para cada caso clínico. Es importante mencionar que, dentro de las características de los materiales de obturación en pulpotomía deben ser biocompatibles, de fácil manipulación, antibacteriano, tener dimensiones estables, radiopaco, no debe interferir con la resorción fisiológica de las raíces, debe ser libre de efectos secundarios

mientras que promueve el proceso de curación, y no ser citotóxico, asimismo, un material de obturación ideal debe ser eficaz (2).

Óxido de zinc y eugenol (Zinquenol)

Este material ha sido empleado de muchas maneras en la odontología, especialmente en procedimientos de endodoncia (33) debido a su fácil manipulación, disponibilidad, costo y efectividad en dentición primaria. Aunque no es considerado un material ideal, ha mostrado una tasa de éxito según evaluación clínica y radiográfica en dientes primarios infectados de 65%- 93.4% (34).

Generalmente se considera que los cementos de óxido de zinc y eugenol producen una respuesta pulpar leve (sin inflamación) cuando se colocan en la cavidad profunda y se ha informado ampliamente una inflamación crónica persistente con falta de reparación calcificada cuando estos materiales se colocan directamente sobre la pulpa expuesta. Cuando ZOE se pone en contacto con tejidos blandos, la liberación de eugenol en altas concentraciones puede causar la muerte celular local (35).

Por su actividad antimicrobiana puede ser empleada en tratamientos de pulpectomía para dientes con necrosis y pulpitis irreversible. Sus desventajas son: baja tasa de reabsorción lo que produce irritación del área periapical, necrosis del hueso y cemento radicular; la reabsorción del material extruido puede tardar meses o años desviando la erupción del germen permanente; y limitada acción antibacteriana (36).

Materiales biocerámicos

Los biocerámicos, son materiales cerámicos biocompatibles u óxidos metálicos con una capacidad de sellado mejorada, actividad antimicrobiana y antimicótica aplicada.

Asimismo, los materiales biocompatibles tienen la capacidad de funcionar como tejidos humanos o de reabsorberse, del mismo modo, estimulan la regeneración de tejidos, entre los componentes de un material biocerámico se pueden encontrar la alúmina y zirconio, vidrio bioactivo, cerámica de vidrio, silicatos de calcio, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles (2).

Cementos a base de silicato tricálcico (TCS)

Son materiales hidráulicos bioactivos ampliamente utilizados como cementos endodónticos en odontología y como sustitutos óseos en ortopedia. Existen varios cementos comerciales a base de silicato tricálcico con sutiles proceso de fabricación y en la composición como: ProRoot White MTA y Biodentine. Las amplias indicaciones clínicas de los cementos a base de silicato tricálcico se basan principalmente en su capacidad para formar hidróxido de calcio como subproducto de la hidratación (36).

MTA

El trióxido de mineral agregado (Mineral Trioxide Aggregate, MTA), fue desarrollado y reportado por primera vez en 1993 por Lee, y asociados en la Universidad de Loma Linda, Estados Unidos, a partir del Cemento Portland, aprovechando la presencia del silicato de calcio y recibió su aprobación por la Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos (USA Food and Drug Administration) en 1998 año en que comenzó a comercializarse. Este ha sido estudiado ampliamente como material para sellar las vías de comunicación entre el sistema de conductos radiculares y los tejidos perirradiculares (35).

Está compuesto por un polvo que consta de partículas finas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad. La hidratación del polvo genera un gel coloidal que forma una estructura dura; compuesto principalmente por partículas de silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato férrico tetracálcico, óxido de bismuto, y sulfato de calcio dihidratado. Su tiempo de fraguado del material está entre tres y cuatro horas. Este es un cemento muy alcalino, con un pH de 12,51; el cual es muy similar al del Hidróxido de Calcio, en donde puede posibilitar efectos antibacterianos. Otras características son su baja solubilidad y una radiopacidad mayor que la dentina. Además de demostrar una buena biocompatibilidad, un excelente sellado a la microfiltración, una buena adaptación marginal y reduce la microfiltración de bacterias (35).

Cabe mencionar que el MTA es utilizado principalmente en obturaciones retrogradas en la realización de apicectomías y como una barrera aislante que permite la restauración de un diente cuando se ha hecho una comunicación con el periodonto ante tratamientos estomatológicos. De hecho, algunas investigaciones lo señalan como un material ideal en diferentes procedimientos odontológicos (35).

BioRoot RCS

Recientemente se ha comercializado un nuevo cemento hidráulico, BioRoot RCS (BR), como sellador mineral de conductos radiculares. Es un nuevo cemento a base de silicato de calcio de composición similar a Biodentine, está diseñado para colocarse en contacto permanente y estrecho con el tejido periodontal (37).

Biodentine®

Es un material con base de silicato cálcico que empezó a comercializarse en el año 2009. Es un sustituto bioactivo de la dentina que se presenta con una fase en polvo y otra en líquido (33). El grupo de investigación de Septodont lo desarrolló como un nuevo tipo de material dental con altas propiedades mecánicas y una excelente biocompatibilidad, además de un comportamiento bioactivo. Clínicamente, es un material fácil de manejar y que supera algunas de las limitaciones del Agregado Trióxido Mineral (MTA) como son el tiempo de endurecimiento o la decoloración posterior de los tejidos coronales remanentes que son menores. Por un lado, el polvo incluye silicato tricálcico (3CaOSiO_2) que actúa como material principal, silicato dicálcico (2CaOSiO_2), carbonato cálcico (CaCO_3) que actúa como relleno, óxido de hierro que actúa como colorante y el dióxido de zirconio (ZrO_2) que actúa como material de contraste. Por otro lado, la parte líquida está compuesta por el cloruro cálcico ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) que actúa como acelerador del fraguado y un polímero hidrosoluble que actúa como agente reductor de agua (37).

TheraCal LC

Esta nueva presentación del silicato de calcio conocida como “silicato de calcio modificado con resina” (SCMR) o por su nombre comercial TheraCal™ LC de la compañía Bisco, ofrece ciertas ventajas clínicas con respecto a los otros productos similares que existen. Dentro de las indicaciones del SCMR se encuentran las de recubrimiento pulpar directo e indirecto; así como base para restauraciones, incluyendo resinas, amalgamas y otros cementos (38).

La formulación de este material consiste en un 45% de partículas de silicato tricálcico (cemento Portland tipo III), 10% de un componente que lo provee de radiopacidad (estroncio), 5% de un agente que le otorga características hidrofílicas (sílica pirogénica) y un contenido de 45% de resina. Dentro del componente de resina se encuentran monómeros hidrofóbicos como dimetacrilato de uretano (UDMA), Bisfenol A-Glycidil metacrilato (Bis-GMA), Trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA); también contiene monómeros hidrofílicos como hidroxietil metacrilato (HEMA) y polietilenglicol dimetacrilato (PEGDMA). Gracias a estos componentes, se logra estimular la formación de un puente de dentina secundaria y de hidroxiapatita. Los materiales que contienen calcio generan un aumento en la biodisponibilidad del mismo; y esto estimula de diferentes maneras la formación del puente dentinario (38).

TheraCal PT

Se introdujo como material fotopolimerizable, que combina las propiedades del silicato y el manejo superior de la resina. Es un silicato de calcio biocompatible, modificado con resina, de curado dual que se utiliza para tratar la dentina o pulpa expuesta. La colocación precisa permite su uso en preparaciones de cavidades profundas. El fraguado dual permite la colocación inmediata del material de restauración. Su formulación patentada permite un fraguado inicial con una lámpara de fotopolimerización, al tiempo que mantiene su facilidad de colocación debido a sus propiedades (39).

Está compuesta por óxido de calcio, partículas de silicato de calcio, vidrio de estroncio, sílice, sulfato de bario, zirconato de bario y resina (BisGMA y PEGDMA). Esta

indicado principalmente en pulpotomía y como indicaciones secundarias en recubrimiento pulpar directo e indirecto (2).

Vitapex®

Es una pasta de obturación compuesta al 40.4% de yodoformo como agente bacteriostático, 30.3% de hidróxido de calcio y 22.4% de aceite de silicona como vehículo y otros excipientes 6.9%. Ha mostrado una tasa de éxito clínico de 96- 100%. Su presentación premezclada en jeringa, facilita tanto su colocación como remoción del interior de los conductos. Es radiopaca, no fragua a un cemento duro, es antibacteriana, y tiene una rápida tasa de reabsorción si es extruida fuera del conducto radicular. Muestra una temprana resolución de la radiolucidez de la furca comparada con pasta ZOE y ZOE + yodoformo. No afecta el patrón de erupción de los dientes permanentes. Puede ser empleado en tratamientos de pulpectomía para dientes con necrosis y pulpitis irreversible. Se reabsorbe a una tasa más rápida que las raíces lo cual afecta la tasa de éxito clínico y radiográfico (14).

Pastas a base de hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio es un material que fue introducido por Hermann en 1930 y ha sido empleado en endodoncia como material de obturación y agente antimicrobiano. Es una base fuerte y tiene un pH de 12.5. Es biocompatible, tiene baja solubilidad al agua, elevado potencial antibacteriano, radiopaco, tiene baja toxicidad y se mantiene químicamente activo hasta que es reabsorbido. Tiene potencial para estimular la reparación mineralizada de la pulpa y los tejidos periapicales. Puede ser usado con varios vehículos como agua destilada, glicerina, clorhexidina, etc. La principal

desventaja del producto es que se reabsorbe más temprano que la reabsorción fisiológica de las raíces (34).

2.3 Bases Legales

A continuación, se presentan los postulados legales que sustentan, desde el punto de vista jurídico, el desarrollo de este trabajo investigativo:

En primer lugar, se encuentra el Artículo 83 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, el cual establece que la salud es un derecho fundamental que debe brindar el Estado (40). Con esta premisa constitucional, el Estado venezolano presenta un compromiso hacia los ciudadanos en velar por la salud y bienestar de los mismos sin importar la condición en la que se encuentren inmersos.

Del mismo modo, en la Ley Orgánica de Salud, en su Artículo 25, establece que la promoción y conservación de la salud tendrá por objeto crear una cultura sanitaria que sirva de base para el logro de la salud de las personas, la familia y de la comunidad (41), indicando que es un instrumento necesario para su evolución y desarrollo.

En la Ley de Ejercicio de la Odontología, es importante destacar el Artículo 17, que señala que al ofrecer sus servicios profesionales el Odontólogo, debe acatar las disposiciones sobre los servicios que brinda (42), lo cual insta a la prosecución laboral de forma honesta y ajustada a los requerimientos de los pacientes que acuden por soluciones a sus problemas de salud.

Igualmente, en el Código Deontológico de Odontología, en su Artículo 25, señala que el ejercicio de la odontología debe regirse siempre, por encima de toda consideración,

por normas morales, de justicia, probidad y dignidad (43), lo que indica la actuación ética del profesional con imparcialidad, rectitud y seriedad en lo que compete a materia de salud.

Por último, en la Ley Sobre el Derecho de Autor de la República Bolivariana de Venezuela (44), se destacan los artículos: 1, 3, 5, 6, 10, 11 y 19; los cuales establecen que el hecho de realizar una obra, al hacerse pública debe mantener todos los derechos expuestos por esta ley. Es importante resaltar que al realizar una investigación exhaustiva se extraen artículos clínicos, ensayos, trabajos de investigación, entre otros y, que por tal motivo, se debe respetar la idea original del autor o coautores, para que de esta manera puedan ser citadas adecuadamente; asimismo, se debe de constatar de que no se está cometiendo plagio, de tal manera de que se vea expuesto que es un análisis de la idea original con la finalidad de que el trabajo de investigación presente una buena información para el lector.

2.4 Definición de Términos Básicos

Apatita carbonatada: Es conocida como apatita biológica y se trata de la fase mineral del tejido duro (dentina, cemento, hueso) (8).

Biocompatibilidad: Hace referencia a la ausencia de respuesta negativa por parte de un tejido vivo puesto en contacto con un Biomaterial (45).

Bio-C Pulpecto: Fue desarrollado recientemente como el primer material de obturación radicular biocerámico para dientes primarios (14).

Biom mineralización: Implica una compleja señalización molecular en de los sitios de unión de las proteínas para los iones de calcio y la precipitación de minerales en el proceso de remineralización (46).

CEM (Calcium-Enriched Mixture): Cemento a base de silicato de calcio compuesto por un polvo y un líquido constituido por agua destilada. El tamaño de partículas es más pequeño que las de MTA, lo que puede justificar su buena capacidad de sellado. También se ha demostrado que CEM es biocompatible e induce la proliferación y diferenciación de DPSC (11).

Cementos bioactivos: Son capaces de funcionar como tejidos humanos o de reabsorberse, estimulando la regeneración de tejidos naturales, actualmente se encuentra en el auge de su aplicación en odontología y la endodoncia debido a sus propiedades fisicoquímicas y su perfil hidrofílico, biocompatibilidad y capacidad osteoinductiva (47).

Conductos radiculares: Se encuentra ubicado en el interior de las raíces, y se estrecha hasta llegar al ápice. También aquí tiene lugar las obliteraciones producidas por dentina secundaria (48).

Dentina: Es el principal tejido en el diente, ya que comprende la mayor porción de éste. Es una estructura sólida, que rodea a la pulpa y la protege (49).

Dentinogénesis reparativa: Para generar la dentinogénesis, el factor de crecimiento TGF- β 1 puede inducir la modulación de las células del linaje odontoblástico provocando la estimulación directa de los odontoblastos y producir matriz extracelular (50).

Desmineralización: Es un proceso provocado por la ingesta de alimentos, específicamente carbohidratos que, al metabolizarse por las bacterias presentes en la placa dental, forman ácidos que reaccionan en la superficie del esmalte (51).

Dycal: Material rígido de auto-fraguado a base de hidróxido de calcio. Dentro de su composición consta de: pasta base y una pasta catalizadora (32).

Edema: Es una hinchazón causada por el exceso de líquido atrapado en los tejidos del cuerpo (52).

EMD (Enamel Matrix Derivative): Es un extracto de proteína extraído diente porcino no erupcionado que contiene aproximadamente 90% de amelogenina y cantidades más pequeñas de tufelina, ameloblastina, esmalteína y otras proteínas no amelogeninas (16).

Endodoncia: Es el tratamiento de elección para la mayoría de los pacientes con evidencia de daño pulpar y perirradicular, permitiéndonos la eliminación del proceso inflamatorio o infeccioso, conservando así el diente en función (50).

Esmalte: es la capa que cubre la dentina de la porción coronaria de los dientes, protegiendo del ambiente bucal al sistema pulpo dentinario (51).

Fístula dental: Es una patología bucal causada por los microorganismos presentes en la pulpa necrótica y en infecciones periodontales (53).

Fluido tisular: Es el líquido que se encuentra en los espacios que rodean las células. Se origina en sustancias que se fugan de los capilares sanguíneos. Ayuda a traer oxígeno y nutrientes a las células y a extraer desperdicios de ellas (54).

Formocresol: Introduce el uso de una combinación de formalina y tricresol a partes iguales para tratar dientes permanentes no vitales. A su vez, es un fijador de tejido sin capacidad de reparación (53).

Hidróxido de calcio: Es un polvo blanco de fórmula $\text{Ca}(\text{OH})_2$, tiene baja solubilidad en agua y libera iones de calcio e hidroxilos lentamente (51).

Hidróxido de zinc: Es un cemento dental considerado como protector pulpodentinario, con el que se aísla la pulpa dental y dentina de las agresiones que podrían sufrir si se dejaran expuestas después de la preparación de una cavidad (55).

Necrosis pulpar: Es la descomposición séptica o aséptica, del tejido conjuntivo pulpar que cursa con la destrucción del sistema micro-vascular y linfático de las células y, en última instancia, de las fibras nerviosas. Se observa un drenaje insuficiente de los líquidos inflamatorios debido a la falta de circulación colateral y la rigidez de las paredes de la dentina, originando un aumento de la presión de los tejidos y dando lugar a una destrucción progresiva hasta que toda la pulpa se necrosa (56).

Odontoblastos: Son células posmitóticas de origen mesenquimal dispuestas en forma de palizada en la periferia de la pulpa dental y responsables de la formación de la dentina (57).

Periápice: La Asociación Americana de Endodoncia define el periápice como un complejo de tejidos que circunda la porción apical de la raíz de un diente: cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar (58).

Periodontitis apical crónica: Es una masa localizada de tejido inflamatorio crónico, con infiltrado agudo que contiene macrófagos y células polimorfonucleares, e infiltrado inflamatorio crónico que contiene linfocitos B y T (59).

PNCs: Son proteínas no colágenas que se encuentran en la matriz extracelular de la dentina (46).

Proteínas WNT: Son glicolipoproteínas secretadas ricas en cisteína que regulan el desarrollo, la proliferación y la motilidad celulares, la determinación del destino celular y la generación de células madres (60).

Pulpa: Es un tejido conectivo especializado, delicado, que contiene vasos sanguíneos de pared delgada, nervios y terminaciones nerviosas encerradas dentro de la dentina. Posee células especializadas como los odontoblastos, los cuales se encuentran dispuestos periféricamente en contacto directo con la matriz de la dentina (61).

Pulpitis irreversible: Son procesos inflamatorios que provienen de la pulpa, la cual no se recupera aun retirado el estímulo (61).

Pulpitis reversible: Es un proceso inflamatorio que presenta una respuesta exagerada pero no prolongada al estímulo frío (50).

Radiopacidad: Es la capacidad que tiene un determinado material de impedir el paso de rayos X a la película radiográfica, visualizándose en la radiografía como un área blanca (62).

Reabsorción radicular: Es una pérdida de tejido dentinario y cementario de las raíces dentarias que se origina a nivel del ligamento periodontal, ocasionada por presiones prolongadas y mantenidas sobre la raíz (63).

Remineralización: Es la acumulación de sustancia que se produce por los depósitos de minerales dentro de los tejidos desmineralizados del diente (64).

Silicato de calcio (CSC): Tienen propiedades ventajosas como bioactividad, biocompatibilidad, menor tiempo de fraguado, capacidad de sellado y resistencia, por lo que son usados en una variedad de procedimientos endodónticos (64).

Tejidos dentarios: Está constituido por cuatro tejidos bien diferenciados: esmalte, dentina, cemento y pulpa. Los tres primeros son tejidos duros, calcificados y el cuarto es un tejido blando muy especializado (65).

TGF- β 1: Factor de crecimiento transformante Beta1, este es uno de los elementos indispensables para la diferenciación de odontoblastos y responsable de la dentinogénesis reparativa (12).

Túbulos dentinarios: Son espacios tubulares ubicados dentro de la dentina, llenos de líquidos tisulares y ocupados en parte de toda su longitud por las prolongaciones de los Odontoblastos (65).

Terapias pulpares: También conocido como tratamiento de conducto, pulpotomía, pulpectomía. El objetivo principal de la terapia pulpar es tratar, restaurar y salvar la pieza dental afectada (66).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación

La presente investigación se caracteriza por ser una investigación de tipo documental. La UPEL (2008) expresa que la investigación documental, es el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos (67).

De acuerdo al nivel y diseño de la investigación, el trabajo es de tipo analítico y bibliográfico porque se buscó obtener información de forma independiente o conjunta acerca de las definiciones o variables que pretende analizar, mediante una revisión a la literatura de distintas bases de datos electrónicas consultadas, cumpliendo así con el objetivo de analizar la efectividad de los cementos bioactivos en la regeneración de tejidos en dientes primarios.

3.2 Métodos de búsqueda y/o técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para la búsqueda exhaustiva de información en las fuentes electrónicas, se utilizaron técnicas de análisis documental y de contenido, para posteriormente interpretar los documentos y poder sintetizarlos. (68).

3.2.1 Método de búsqueda de información

Para la obtención de los artículos seleccionados se recurrió a Google y a su extensión Google Académico; y se indagó en las bases de datos electrónicas como PubMed, LILACS, ScienceDirect y SciELO, haciendo un seguimiento de localización y obteniendo como resultado la adquisición de los artículos originales publicados, revistas especializadas en el área odontológica y artículos clínicos aprobados sobre la regeneración del complejo dentinopulpar mediante los diferentes materiales bioactivos empleados en dientes primarios, para ello fue necesario una búsqueda de información seleccionada en revistas científicas, trabajos de grados y trabajos doctorales de índole nacional e internacional, que tenían secciones fijas tituladas: Caso Clínico, estudio in vitro y ensayo clínico aleatorizado. Igualmente, se realizó una búsqueda inicial electrónica utilizando el filtro entre los últimos 5 años, para obtener artículos enmarcados entre las fechas de 2018 – 2022 con los siguientes descriptores: *“Biodentine MTA Theracal Bio C Repair Pulpotomía Pulpectomía” “Biodentine MTA pulpotomy pulpectomy efficacy” “Theracal LC pulpectomy pulpotomy efficacy” “Theracal PT pulpotomy efficacy” “Regeneración del complejo dentinopulpar”, “Regeneración células SHED con cementos bioactivos” “Biodentine regeneración” “Regeneración del complejo dentinopulpar en dientes primarios”* arrojando 1.269 resultados. En virtud de que el total de publicaciones mencionadas no eran necesariamente fuentes confiables de información y/o no contenían la información de interés para el logro de los objetivos propuestos, se procedió a emplear unos criterios de inclusión y exclusión para la selección de las publicaciones que fueron útiles para

la ejecución de la investigación y, por medio de la lectura de resumen, los filtros y las palabras claves, se seleccionaron un total de 25 artículos.

3.2.2 Criterios de inclusión y exclusión

- Se consideraron artículos en repositorios académicos digitales y artículos en revistas especializadas completas en las bases de datos más conocidas en el área de la salud.
- Se consideraron varios idiomas tales como el español, inglés y portugués.
- Se seleccionaron aquellos que evidenciaron estudios de tipo caso clínico, estudio in vitro o ensayos clínicos aleatorizados sobre los diversos cementos bioactivos usados en las pulpotomías y pulpectomías de dientes primarios que favorezcan la regeneración de los tejidos dentarios.
- Se excluyeron artículos en revistas con una publicación mayor a 5 años.
- No se consideraron artículos que no se encuentren concluidos.
- Se excluyeron artículos que no estén disponibles.
- No se seleccionaron aquellos artículos cuya información no se encuentra en relación directa con el tema de investigación.

3.2.3 Instrumentos de Recolección de Datos o Información

Para la recolección de datos o información inicialmente se realizó una revisión profunda del tema para seguidamente seleccionar como instrumento la recolección de datos mediante la elaboración de una matriz de contenido que incluya cada artículo

seleccionado y así de esta forma adoptar la información y habilitar el manejo referente de toda la búsqueda, por tal motivo, esto permitió presentar de manera íntegra el análisis e interpretación de los resultados los cuales se relacionaron con cada objetivo formulado en esta investigación para poder elaborar las conclusiones respectivas del presente estudio.

3.3 Análisis de Contenido

Se realizó un análisis de contenido dirigido a dar respuesta a los objetivos de la investigación acerca de los cementos bioactivos que ofrecen las características ideales para promover la regeneración de los tejidos dentarios en dientes primarios, logrando identificar los materiales obturadores que presenten biocompatibilidad y una alta efectividad a lo largo del tiempo, cuyas conclusiones fueron analizadas e interpretadas.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS CRÍTICO

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la recolección de información que analizaba la efectividad de los cementos bioactivos en la regeneración de tejidos dentarios en dientes primarios, de esta manera, dando respuesta a los objetivos de la investigación planteados.

Desde las primeras etapas del desarrollo de las piezas dentales, los procesos fisiológicos de formación son dirigidos por múltiples interacciones dentro de los tejidos regulados por moléculas de señalización. Estas moléculas son proteínas que guían y estimulan la diferenciación celular, la síntesis y secreción de tejidos mineralizados a través de la unión específica con receptores en la membrana celular (8). Gracias a la investigación detallada mediante diferentes pruebas especializadas los mecanismos de regeneración del complejo dentino pulpar, se pueden describir los resultados a continuación:

Mecanismos de la regeneración del complejo dentino pulpar en dientes primarios

Tras una lesión cariosa y/o física de la pulpa dental, se inicia una defensa de primera línea, los odontoblastos que se encuentran debajo de la barrera de dentina y los fibroblastos pulpares expresan receptores de reconocimiento de patrones (PRR) que pueden detectar invasores bacterianos mediante el reconocimiento de moléculas

comunes en su superficie, que son los patrones moleculares asociados a patógenos (PAMP). Luego de este reconocimiento, estas células inician una respuesta inflamatoria al iniciar la producción de citocinas proinflamatorias. Estos establecerán un gradiente quimiotáctico para guiar la migración de células inflamatorias hacia el sitio de inflamación.

Durante este proceso, las células inflamatorias se adhieren al endotelio vascular activado, luego migran a través de la capa de células endoteliales y alcanzan los sitios inflamatorios guiados por las citocinas proinflamatorias. Luego, se activarán en células similares a macrófagos en el sitio inflamatorio donde eliminarán los patógenos y los desechos celulares. Aunque la inflamación es un requisito previo para la cicatrización y la regeneración, también puede ser perjudicial si se vuelve severa o crónica ya que puede conducir a una necrosis pulpar (19, 21).

Los macrófagos son importantes células inmunitarias innatas que se asocian con dos tipos distintos: un proinflamatorio subconjunto M1 con funciones prototípicas de macrófagos como producción de citocinas inflamatorias y actividad bactericida y un subconjunto antiinflamatorio M2 relacionado con heridas, procesos de cicatrización y reparación de tejidos (23). Los macrófagos producen TGF- β y es liberado de la matriz de la dentina, siendo un potente regulador para el inicio y la resolución de las respuestas inflamatorias ya que puede inducir la diferenciación de células progenitoras/ madre en células similares a odontoblastos, la cual es regulada por la vía de señalización Wnt. (11, 60)

Después del primer paso de la inflamación, las células progenitoras como las células madre de la pulpa dental (DPSC) se requieren para comenzar la regeneración del complejo dentino pulpar debido a su capacidad de migración a la zona afectada y diferenciación en odontoblastos secundarios, seguida de la dentinogénesis y la formación de un puente dentinario sellado sobre la pulpa expuesta. (22, 60, 11)

En los últimos años, con el progreso de la regeneración y enfoques moleculares, se sabe que la reparación de complejo dentino pulpar después de la terapia pulpar vital podría verse afectada por las propiedades biológicas de los biomateriales utilizados, siendo los más destacados recientemente los silicatos tricálcicos. (25)

La razón principal por la que estos cementos a base de silicato tricálcico se recomiendan ampliamente en la práctica clínica es que son capaces de formar hidróxido de calcio, un subproducto del proceso de hidratación. La posterior disolución del hidróxido de calcio libera iones de hidróxido (OH^-) que crean un ambiente alcalino que tiene un efecto antimicrobiano y antiinflamatorio, e iones de calcio (Ca^{2+}) que juegan un papel importante como mensajeros intracelulares al regular una amplia gama de procesos celulares, incluida la transcripción de genes; expresión de proteínas; proliferación, diferenciación y apoptosis celular; y activación de la excitación celular, creando un entorno favorable para la cicatrización y reparación de tejidos blandos y duros. (25)

Los iones de hidróxido liberados tras la hidratación aumentan el pH en el tejido subyacente que conduce a una fina capa necrótica entre el tejido vital restante y el agente de recubrimiento pulpar. La presencia de una zona necrótica protege las células

pulpares vitales subyacentes del pH alcalino del material, permitiendo que participen en los procesos de reparación y regeneración. Posteriormente, se produce la calcificación de esta superficie necrótica, seguida de formación de dentina terciaria a partir de células madre estimuladas y diferenciadas de la pulpa dental, dando lugar a un puente protector de dentina. (25)

Las proteínas no colágenas (PNCs) presentes en la matriz extracelular se unen a los iones calcio del medio, de tal manera que estas moléculas actúan como iniciadoras y moduladoras del proceso de biomineralización. Dentro de las principales PNCs está la fosfoproteína ácida de matriz de dentina 1 (DMP1) y la sialofosfoproteína de la dentina (DSPP), ambas han sido reportadas como inductoras de la nucleación de cristales de fosfato de calcio y como reguladoras del crecimiento y maduración de estos cristales que posteriormente se transforman en apatita carbonatada (46).

La deposición de cristales se produce principalmente en la superficie previamente desmineralizada de la zona intratubular de la dentina radicular debido a que la matriz colágena dentinaria es un reservorio de PNCs que funciona como una plantilla para la nucleación mineral, siendo necesaria la exposición y activación de sus sitios altamente fosforilados para que se dé la unión específica con los precipitados minerales, seguida de la formación de conglomerados y posteriormente la remineralización completa. Por lo que la remineralización de la dentina radicular puede lograrse con la ayuda de materiales bioactivos y un procedimiento de desmineralización estandarizado de la matriz dentinaria. (46)

Efectos del uso de los cementos bioactivos en la regeneración de los tejidos dentarios en dientes primarios

Siguiendo con el orden de ideas, para la elección del material de obturación en terapias pulpares en dientes deciduos, debemos tener en cuenta ciertas características importantes, como la biocompatibilidad, las propiedades mecánicas y antibacterianas, el potencial de reparación del tejido pulpar, manipulación, estabilidad, el grado de toxicidad (12). Se espera que no solo exprese una citocompatibilidad, sino también propiedades bioactivas y una influencia favorable en la plasticidad celular (39).

Las células madre que se encuentran en la pulpa dental tienen una capacidad y un potencial de regeneración inigualables y pueden diferenciarse en cualquier célula madura. Estas tienen un potencial incomparable para la regeneración y se utilizan con frecuencia en combinación con andamios para reemplazar o reparar células dañadas (16). Dichas células corren el riesgo de muerte celular provocada por una variedad de circunstancias tales como caries dental, trauma y procedimientos dentales operativos, esto se debe a que inducen la dentinogénesis terciaria necesaria para mantener la vitalidad de la pulpa, iniciando así un complejo proceso regenerativo que permite la formación de dentina reparadora después del reclutamiento de células progenitoras y su diferenciación en células similares a odontoblastos (37). Por lo tanto, para evaluar la idoneidad de un material específico para terapia pulpar, se debe interpretar previamente su citocompatibilidad hacia hDPSC. (39)

Ahora bien, gracias a la investigación detallada se pudo organizar los cementos bioactivos según su efectividad en la regeneración de los tejidos dentarios.

MTA:

Se ha demostrado que MTA induce la proliferación de células pulpares murinas indiferenciadas a células similares a odontoblastos y apoya la adhesión y migración de células madre mesenquimatosas humanas o células madre pulpares (16). Además, produce tejido dentinario, inducción de regeneración y proliferación de células pulpares (9). Destacando también que posee un alto potencial de mineralización con relativamente pocas reacciones inflamatorias en el uso clínico, lo que lo convierte en el material de elección para las terapias pulpares. A su vez, incrementa la vitalidad celular diferenciando las células progenitoras en odontoblastos.

El MTA promueve la formación de nódulos calcificados, mostrando una diferenciación funcional en células formadoras de tejido calcificado, y una composición química similar a la dentina primaria (16, 17), obteniendo como resultado un 59% de proliferación. Posee un potencial de inducción positivo y un inmunofenotipado para la expresión genética de los marcadores odontogénicos demostrando un papel positivo como material bioinductivo para la diferenciación odontogénica en hDPSC (16). El MTA, al fraguar produce hidróxido de calcio favoreciendo a la formación de tejidos duros (10).

Biodentine:

Incita al desarrollo de dentina reparativa y logra el mantenimiento de la vitalidad y función del tejido, una de las características es su capacidad para formar una capa de hidroxiapatita o similar a la apatita, la formación de puentes dentinarios y un porcentaje mayor de calcio y fósforo (12, 69). También, estimula la regeneración tisular

induciendo la diferenciación de odontoblastos (13). La dinámica de Ca^{2+} (Calcio) específica del biomaterial en hDPSC determina los resultados de diferenciación y mineralización, con una mayor liberación de Ca^{2+} que mejora la mineralización, debido a que tiene un tamaño de partícula más pequeño (36).

La expresión de las moléculas IL-1 β (Interleucina 1 Beta) y MMP-9 (Matriz Metalopeptidasa 9), generalmente está asociadas con la inflamación del tejido conectivo. Lo cual, promueve la formación de nódulos calcificados, mostrando una diferenciación funcional en células formadoras de tejido calcificado, obteniendo como resultado un 66% de proliferación. (16). El Biodentine interrumpe los principales andamios de proteínas del citoesqueleto de DPSC, aumentando el pH del agua destilada a niveles alcalinos, pero teniendo en cuenta que una vez estando en contacto con las células, los valores de pH alcalinos vuelven a la normalidad (37).

Por otro lado, los análisis realizados por MEB-EDS (Microscopio de Barrido Electrónico - Espectroscopia de rayos X de energía dispersiva) indicaron que contienen calcio y fósforo, con una relación Ca/P que varía en cada zona, teniendo como resultado un mayor porcentaje de calcio y fósforo. Usándolo como un agente de recubrimiento pulpar con una compatibilidad favorable, desencadenando niveles similares de respuesta inflamatoria pero diferenciación odontoblástica posterior en comparación con MTA en hDPSC (16).

Vitapex:

La pasta Vitapex está formado por hidróxido de calcio, yodoformo y un aceite de silicón. La mezcla de los dos primeros favorece la estimulación en el proceso de curación, causa un estímulo en los efectos cicatrízales y ayuda a prevenir la contaminación bacteriana del conducto radicular. Ambos ingredientes incrementan la inducción y reposición de tejido duro, mediante la diferenciación de las células del ligamento periodontal en osteoblastos y cementoblastos.

Estimula las células blásticas que ayudan a la apexogénesis. El pH alto neutraliza las endotoxinas producidas por bacterias anaeróbicas. Se cree que su acción benéfica sobre la reparación de extensas lesiones periapicales, puede ser debido a la liberación del yodo en contacto con el tejido periapical, a la estimulación de la formación de nuevo tejido de granulación que contribuye posteriormente a la reparación ósea, y porque actúa en mejores condiciones cuando es privado de oxígeno y en medio alcalino (70).

BioRoot RCS:

Es un cemento bioactivo, que presenta una mayor fluidez, siendo más práctico en estas aplicaciones. El cual es capaz de formar apatita carbonatada que libera iones calcio y mantiene un ambiente alcalino (8). Permitiendo la proliferación, migración y adhesión celular adecuada y la mineralización es una cualidad esencial para un biomaterial en aplicaciones de curación de dentina, aumentando a su vez el pH del agua destilada a niveles alcalinos, sin embargo, cuando entran en contacto con las células, los valores de pH altamente alcalinos vuelven a la normalidad, debido al sistema tampón (37).

Óxido de Zinc y Eugenol:

El óxido de zinc es un material antimicrobiano que forma un oxígeno reactivo e interfiere con las proteínas de la membrana bacteriana. Induce la formación de dentina secundaria y tejido de reparación con alto nivel de protección pulpar, liberando mayor cantidad de hidróxido de calcio (34). Por otro lado, el eugenol activa la prostaglandina endoperoxido sintasa (PTGS2, también conocida como ciclooxigenasa 2- COX2), una proteína implicada tanto en la proliferación como en la apoptosis, se sugiere que es responsable de los productos de prostaglandina implicados en la inflamación y la mitogénesis.

Mientras que concentraciones bajas de eugenol ejercen efectos antiinflamatorios y anestésicos locales en el tejido de la pulpa dental, una concentración elevada de eugenol es citotóxica. Actualmente está contraindicado para pulpotomías y recubrimientos pulpares directos, debido a que no induce una respuesta regenerativa del complejo dentinopulpar, siendo más empleado para medicación y restauraciones provisionales. (34)

Hidróxido de calcio:

Cuando el medicamento baja el nivel de oxígeno en la zona, provoca la osteoformación debido a que actúa sobre la fosfatasa alcalina, formando así los puentes dentinarios o reparándolos. El hidróxido de calcio posee un pH alto de 12,5, lo que ayuda a inhibir el crecimiento y división celular de bacterias anaerobias y, en tejidos inflamados estimulará la liberación de prostaglandinas las cuales tendrán efectividad sobre la presión sanguínea de la zona, obteniendo un efecto antiinflamatorio en la pulpa dental (71).

TheraCal PT y TheraCal LC:

El TheraCal PT es un nuevo material basado en silicato de calcio modificado con resina. Por otro lado el TheraCal LC es un silicato de calcio conocida como “silicato de calcio modificado con resina” (39). Ambos cementos, exhiben una regulación positiva significativa de al menos un marcador odontogénico, proceso denominado dentinogénesis reparadora que implica una intercomunicación compleja de una serie de vías de transducción de señalización celular, que culminan en la sobreexpresión de marcadores específicos de proliferación celular, diferenciación, actividad secretora o respuesta inflamatoria, donde presentan una influencia favorable en la diferenciación odontogénica de hDPSC (39).

Por lo tanto, ambos permiten la liberación de calcio siendo potencialmente estimulante para los odontoblastos y estimula la hidroxiapatita (18, 11). A su vez, presentan potencial de mineralización destacando sus propiedades bioactivas y, en consecuencia, su capacidad para favorecer potencialmente el desarrollo de una capa mineralizada en su superficie cuando está en contacto directo con el tejido pulpar. (39)

Bio-C Pulpecto:

Es un material biocompatible, que tiene la capacidad de inducir biomineralización y marcaje inmunológico para marcadores osteogénicos como osteopontina, osteocalcina y sialoproteína ósea. La osteocalcina es una proteína importante que se encuentra en el hueso y la dentina y desempeña un papel importante en la regulación de la biomineralización y la homeostasis del ion calcio, la osteopontina es una proteína estructural extracelular y está relacionada con la formación y reabsorción ósea.

Mientras que la sialoproteína ósea es altamente específica para la biomineralización tisular, incluidos hueso, cartílago, dentina y cemento (14).

Eficacia clínica de los cementos bioactivos que se utilizan en terapias pulpares en dientes primarios

En las terapias pulpares de dientes temporales el desbridamiento de la pulpa dental por sí solo no reduce la población microbiana, por lo que requiere el uso combinado de un material de relleno con buenas propiedades fisicoquímicas (14). Por lo tanto, el análisis de las investigaciones publicadas actualmente permite obtener evidencia sobre el desempeño clínico y radiográfico de estos materiales, siendo propiedades deseables: ser reabsorbible a una tasa similar a la reabsorción fisiológica de la raíz para no dañar los tejidos periapicales ni el germen permanente, tener propiedades antimicrobianas, promover un adecuado sellado y adherencia a las paredes de la cámara pulpar y conductos radiculares, ser fácilmente removido si es necesario, radiopaco, no causar cambio de color en el diente y ser reabsorbido en caso de extravasación hacia el periápice, además para considerar el tratamiento exitoso el paciente debe encontrarse asintomático clínica y radiográficamente después del tratamiento, por lo que no debe haber dolor, sensibilidad, inflamación ni presencia de reabsorciones radiculares (20).

MTA:

El agregado de trióxido mineral (MTA) presenta un alto éxito clínico, radiográfico e histológico (9). Ofrece propiedades como excelente biocompatibilidad, promueve la regeneración, y proporciona una gran capacidad de sellado sin microfiltración. Es

radiopaco y permite el control radiográfico, posee un nivel de resistencia a la compresión suficiente para ser material de relleno de la cámara pulpar siempre que se selle con otro material y una baja solubilidad, lo que permitiría su permanencia en el tiempo de forma estable en la cámara pulpar (20).

El fraguado de los cementos a base de silicato de calcio como el MTA ocurre en presencia de humedad, mientras que las propiedades mecánicas mejoran en condiciones húmedas (18). Sin embargo, existen algunas desventajas, como la manipulación difícil, el tiempo de fraguado prolongado, el pH alto, la vida útil breve y la decoloración significativa de la estructura dental (13, 10, 20). La aplicación de MTA debe realizarse en dos sesiones, especialmente en tratamientos de pulpa dental expuesta, que requieren la aplicación de un cemento de fraguado rápido en el sitio expuesto, o con una segunda capa de cementos como el ionómero de vidrio en una sola sesión (18). Las tasas de éxito clínico y radiológico de las terapias pulpares con MTA oscilan entre el 66,6 y el 100% (15).

Biodentine:

Es un material altamente biocompatible que presenta una mejor manipulación, rápido fraguado, mayor resistencia a la compresión, excelente adaptación marginal, es radiopaco, no es citotóxico, posee efecto antibacteriano, porosidad disminuida y densidad aumentada debido al tamaño de sus partículas y también estimula de forma temprana la producción de dentina reparativa. Este material penetra en los túbulos dentinarios aumentando una retención micromecánica, haciéndolo autoadhesivo.

La evaluación de la estabilidad del color de Biodentine a lo largo del tiempo ha demostrado que es adecuado para su uso en áreas estéticamente sensibles (15, 10). Los casos reportados sobre el uso de este material en tratamientos pulpares son muy exitosos, los pacientes no presentan ningún tipo de sintomatología espontánea ni provocada, radiográficamente tampoco se observa ninguna alteración y el germen dentario se encuentra bien. Lo que si se logra observar en las radiografías es la formación del puente dentinario en la cámara pulpar. Diversos estudios han demostrado que la tasa de éxito clínico es de aproximadamente 100% y a nivel radiográfico de aproximadamente 95% (13).

Vitapex:

Es una combinación de hidróxido de calcio y yodoformo lista para su uso y presenta resultados clínicos y radiográficos satisfactorios entre 96-100%, buena tasa de reabsorción y fácil aplicación. Es una pasta biocompatible que no provoca reacción corporal especialmente en casos de extravasación de pasta de relleno en áreas de bifurcación y/o apical, que se reabsorbe en poco tiempo (1-2 semanas). Sin embargo, presenta una reabsorción temprana dentro del conducto radicular, haciéndolo susceptible a la reinfección (14).

Dentro de sus ventajas están que permanece en forma de pasta y nunca se convierte en una masa dura, haciendo fácil su remoción en caso de ser necesario, es radiopaco lo que permite corroborar el tratamiento mediante la ayuda de radiografías y, no produce pigmentación en el diente. Como material a base de yodoformo muestra una actividad

inhibitoria bacteriana, puede indicarse clínicamente para tratar dientes infectados en donde se ha demostrado o se sospecha resistencia a la penicilina (70).

BioRoot RCS:

Es una nueva base de silicato de calcio similar al Biodentine, que está diseñado para ser colocado en dientes permanentes y deciduos. En general, estos cementos hidráulicos han dado buenos resultados en terapias conservadoras. Presenta fluidez, por lo que podría aplicarse como material de recubrimiento pulpar cuando se requiere un cemento más fluido que Biodentine (37).

Óxido de Zinc – Eugenol:

La toxicidad de los cementos de óxido de zinc-eugenol se ha atribuido generalmente al componente eugenol; concentraciones muy bajas de eugenol producen una elevada toxicidad en los fibroblastos de la pulpa dental humana. El óxido de zinc – Eugenol (ZOE) fue uno de los primeros agentes utilizados para la preservación del tejido pulpar. Los estudios que informan sobre los aspectos negativos de las pulpotomías con ZOE revelaron que el eugenol posee propiedades destructivas y no puede colocarse directamente sobre la pulpa.

Según el fabricante, ejerce una influencia de tipo sedante sobre la pulpa dental hipersensible, pero el material está contraindicado para la aplicación directa sobre el tejido pulpar dental, es decir, el recubrimiento pulpar directo, ya que hay estudios que comprueban que causa irritación e inflamación de los mismos provocando necrosis pulpar. A pesar de todo esto, diversos reportes indican que durante el seguimiento de los casos tratados con ZOE en terapias pulpares vitales demostraron una tasa de éxito

clínico y radiográfico del 84,5%. Igualmente, otros reportes afirmaron que ZOE era un material menos que ideal para la pulpotomía (con una tasa de éxito de alrededor del 55%) en comparación con otros agentes experimentales (34).

Hidróxido de Calcio:

Tiene un efecto bactericida potente, por lo que muchos estudios comprobaron que era el material más adecuado ya que lograba un proceso de curación en la película biológica de la pulpa, liberando mayor cantidad de hidróxido de calcio, induciendo la formación de dentina secundaria. Se realizaron estudios donde se empleaba el hidróxido de calcio en forma de pasta en dientes temporales con la pulpa expuesta, los resultados que se obtuvieron fueron que el medicamento necrosó la parte de la pulpa cerca al medicamento, pero debajo de esta necrosis se observaron odontoblastos que formaban el puente dentinario (70).

Sin embargo, al mismo tiempo otros autores demostraron que el hidróxido de calcio producía reabsorciones internas, aunado a su solubilidad a largo plazo y su desintegración gradual conducen a la formación de puentes dentinarios con defectos en forma de túnel, lo que compromete el sellado bacteriano a largo plazo, por lo que actualmente ya no es usado en pulpotomías (18).

TheraCal:

El cemento Portland modificado con resina (TheraCal) con polimerización inmediata como resultado de su formulación fotocurable, reduce el tiempo de tratamiento, lo que puede influir en la cooperación de los pacientes pediátricos. Tiene otras ventajas, como un manejo más fácil, una colocación precisa, propiedades físicas mejoradas, menos

solubilidad y propiedades antibacterianas. El mecanismo de TheraCal mostró resultados menos favorables, ya que el fraguado y liberación de calcio de este material se ve modificado por la presencia de matriz resinosa en su formulación. A pesar de ello, después de su fraguado inicial dentro de los 20 segundos de fotocurado, sus propiedades mecánicas continúan mejorando debido a un mayor fraguado como resultado de la penetración del agua en la matriz de resina hidrófila.

Un grado de polimerización reducido podría causar monómeros de resina sin curar elevados, lo que eventualmente podría disminuir la biocompatibilidad del cemento. Los estudios que han evaluado su aplicación clínica en el tiempo indican que tiene una tasa de éxito del 91,9% (18). Sin embargo, algunos autores difieren en si está contraindicado su uso en recubrimientos pulpares directos y pulpotomías.

Bio-C Pulpecto:

Es un nuevo cemento a base de silicato de calcio (biocerámico), desarrollado recientemente en Brasil con indicación para obturación radicular de dientes deciduos. De lo anterior, podemos inferir que la pasta Bio-C Pulpecto tiene un desempeño clínico con tasas de éxito elevadas observadas a lo largo del tiempo, que lo califica como una opción para el tratamiento de la pulpectomía en dientes temporales. Se concluye que tanto clínica como radiográficamente, el material ensayado mostró resultados favorables, indicando la posibilidad para su uso como material de obturación para dientes deciduos. No promueve alteraciones en los tejidos odontogénicos, por lo que no interfiere en las respuestas de señalización de los tejidos y la diferenciación celular,

como la actividad de los osteoclastos, permitiendo la reabsorción fisiológica de la raíz del diente caduco siendo solubilizados (14).

Cuadro 1. Mecanismos de la regeneración del complejo dentino pulpar en dientes primarios.

Autores	Año	Título	Mecanismos bioquímicos/ histológicos
Retana C (8)	2022	Análisis molecular y celular de la capacidad de regeneración del complejo dentino-pulpar.	Los componentes del complejo dentino-pulpar son capaces de inducir la señalización para la regeneración de dentina mineralizada.
Abuarqoub D, Aslam N, Zaza R et al. (22)	2022	The Immunomodulatory and Regenerative Effect of Biodentine™ on Human THP-1 Cells and Dental Pulp Stem Cells: In Vitro Study.	Influye en la activación del complemento mediante la modulación de la polarización de los macrófagos, inicia la respuesta antiinflamatoria para mantener la homeostasis del tejido y mejora el potencial de migración de las DPSC como un determinante exitoso de la regeneración de la dentina y la pulpa.
Minic S, Florimond M, Sadoine J et al. (25)	2021	Evaluation of Pulp Repair after Biodentine™ Full Pulpotomy in a Rat Molar Model of Pulpitis	Biodentine permite la síntesis en el sitio de la lesión de un puente mineralizado secretado por células que muestran características odontoblásticas.
Omidi S, Bagheri M, Fazli M et al. (11)	2020	The effect of different pulp-capping materials on proliferation, migration and cytokine secretion of human dental pulp stem cells	Inducen la migración y diferenciación de las células madre de la pulpa dental (DPSC) a odontoblastos secundarios, seguido de la dentinogénesis y la formación de un puente dentinario sellado sobre la pulpa expuesta.
Retana C, Guerreiro J, Reyes-Carmona J et al. (46)	2020	Non-Collagenous Dentin Protein Binding Sites Control Mineral Formation during the Biomineralisation Process in Radicular Dentin	La remineralización de la dentina radicular se puede lograr con materiales bioactivos y un procedimiento de desmineralización estandarizado para exponer las NCP en la matriz de dentina.
Yaemkleebbua K, Osathanon T, Nowwarote N et al. (60)	2019	Analysis of hard tissue regeneration and Wnt signalling in dental pulp tissues after direct pulp capping with different materials	Las pulpas dentales expuestas tratadas con Ca (OH), MTA y Biodentine promovieron la formación de puentes de dentina y estimularon la expresión de ciclina D1.
Giraud T, Jeanneau C, Rombouts C et al. (19)	2018	Pulp capping materials modulate the balance between inflammation and regeneration	Los silicatos tricálcicos modulan el potencial antiinflamatorio y la capacidad de regeneración de la pulpa.

Fuente: Recopilación de los artículos tomados para el estudio, Arroyo y Carrillo, 2023.

Cuadro 2. Efectos del uso de los cementos bioactivos en la regeneración de los tejidos dentarios en dientes primarios.

Autores	Año	Título	Cemento bioactivo	Efectos regenerativos
Eshghi A, Hajiahmadi M, Nikbakht MH et al. (9)	2022	Comparison of Clinical and Radiographic Success between MTA and Biodentine in Pulpotomy of Primary Mandibular Second Molars with Irreversible Pulpitis: A Randomized Double-Blind Clinical Trial	MTA Biodentine	Producción de tejido dentinario, inducción de regeneración y proliferación de células pulpares.
Retana C (8)	2022	Análisis molecular y celular de la capacidad de regeneración del complejo dentino-pulpar	BioRoot RCS	Es capaz de formar apatita carbonatada debido a que libera iones calcio y mantiene un ambiente alcalino.
Vilella-Pastor S, Sáez S, Veloso A et al. (10)	2021	Long-term evaluation of primary teeth molar pulpotomies with Biodentine and MTA: a CONSORT randomized clinical trial	Biodentine MTA	Al fraguar, producen hidróxido de calcio favoreciendo la formación de tejidos duros.
Sanz J, Soler-Doria A, Lozano A et al. (39)	2021	Comparative Biological Properties and Mineralization Potential of 3 Endodontic Materials for Vital Pulp Therapy: Theracal PT, Theracal LC, and Biodentine on Human Dental Pulp Stem Cells	TheraCal PT TheraCal LC Biodentine	TheraCal PT ofrece citocompatibilidad in vitro y potencial de mineralización mejorados en las hDPSC y propiedades biológicas comparables a las de Biodentine.
Rathinam, E., Govindarajan, S., Rajasekharan, S. et al. (36)	2021	The calcium dynamics of human dental pulp stem cells stimulated with tricalcium silicate-based cements determine their differentiation and mineralization outcome	Biodentine	Promovió la expresión de ARNm de BGLAP, TGF- β , y BMP2, indicando que el aumento de Ca ²⁺ mejora la expresión de genes para la regeneración dentinopulpar.
Ahuja S, Surabhi K, Gandhi K et al. (13)	2020	Comparative Evaluation of success of Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate with formocresol as Pulpotomy Medicaments in Primary Molars: An In Vivo Study	Biodentine	Biodentine estimula la regeneración tisular induciendo la diferenciación de odontoblastos.

Fuente: Recopilación de los artículos tomados para el estudio, Arroyo y Carrillo, 2023.

Cuadro 2. Continuación.

Autores	Año	Título	Cemento bioactivo	Efectos regenerativos
Omidi S, Bagheri M, Fazli M et al. (11)	2020	The effect of different pulp-capping materials on proliferation, migration and cytokine secretion of human dental pulp stem cells	TheraCal MTA Biodentine	TheraCal estimula la hidroxiapatita, MTA induce a las hDPSC a secretar TGF-β1 y proteínas morfogenéticas óseas y Biodentine induce la liberación de TGF-β1 de las células pulpares humanas.
Natividad F (12)	2020	Manejo de pulpotomías con cemento de silicato tricálcico en una sola sesión en paciente niño en edad escolar. Reporte de un caso.	Biodentine	Biodentine presenta potencial de reparación en el tejido pulpar y no causa reacción citotóxica sobre las células pulpares y del ligamento periodontal.
Tran X, Salehi H, Truong M, et al. (17)	2019	Reparative Mineralized Tissue Characterization after Direct Pulp Capping with Calcium-Silicate-Based Cements	MTA Biodentine	Inducen la dentinogénesis reparadora donde el puente dentinario mineralizado presenta túbulos dentinarios y composición química similar a la dentina primaria.
Dahake PT, Panpaliya N, Kale YJ et al. (16)	2019	Response of stem cells from human exfoliated deciduous teeth (SHED) to three bioinductive materials – An in vitro experimental study	MTA Biodentine	MTA induce la proliferación de células pulpares murinas indiferenciadas a células similares a odontoblastos y favorece la adhesión, la proliferación y la migración de células madre mesenquimales humanas, y Biodentine estimula la formación de dentina terciaria.
Morales D (71)	2019	Eficacia del quitosano en comparación al hidróxido de Calcio sobre enterococcus faecalis, Arequipa-Perú 2019	Hidróxido de Calcio	Cuando el medicamento baja el nivel de oxígeno en la zona, provoca la osteo – formación, formando así los puentes dentinarios o reparándolos.

Fuente: Recopilación de los artículos tomados para el estudio, Arroyo y Carrillo, 2023.

Cuadro 2. Continuación.

Autores	Año	Título	Cemento bioactivo	Efectos regenerativos
Erfanparast L, Iranparvar P, Vafaei A (18)	2019	Direct pulp capping in primary molars using a resin-modified Portland cement-based material (TheraCal) compared to MTA with 12-month follow-up: a randomised clinical trial	TheraCal	Permite una liberación significativa de calcio siendo potencialmente estimulante para los odontoblastos.
Trujillo M, Flores R, Suárez A et al. (69)	2019	Estudio comparativo de la bioactividad de dos materiales biocerámicos	Biodentine MTA	En su superficie se forma un precipitado de fosfato de calcio, que actúa como precursor en la formación de apatita carbonatada.
Athanasiadou E, Paschalidou M, Theocharidou A et al. (21)	2018	Biological interactions of a calcium silicate based cement (Biodentine™) with Stem Cells from Human Exfoliated Deciduous teeth	Biodentine	Interactúa a través de la captación con el microambiente celular, desencadenando la diferenciación odontogénica y biomineralización.
Loison-Robert L, Tassin M, Bonte E, Berbar T, Isaac J, Berdal A, et al. (37)	2018	In vitro effects of two silicate-based materials, Biodentine and BioRoot RCS, on dental pulp stem cells in models of reactionary and reparative dentinogenesis	Biodentine BioRoot RCS	Preservan la proliferación, migración y adhesión de DPSC, provocando la formación completa del puente dentinario y la ausencia de una respuesta pulpar inflamatoria.
Hernández J (70)	2018	Manejo odontopediátrico y tratamiento pulpar con Vitapex en un paciente con síndrome de Sotos	Vitapex	Es usado como medicamento para el tratamiento de infecciones en canales radiculares auxiliares, en el proceso de inducción y reposición del tejido duro, ayudando a que la cicatrización sea más rápida y completa.

Fuente: Recopilación de los artículos tomados para el estudio, Arroyo y Carrillo, 2023.

Cuadro 3. Eficacia clínica de los cementos bioactivos que se utilizan en terapias pulpares en dientes primarios.

Autores	Año	Título	Terapia pulpar	Cemento bioactivo
Eshghi A, Hajiahmadi M, Nikbakht MH et al. (9)	2022	Comparison of Clinical and Radiographic Success between MTA and Biodentine in Pulpotomy of Primary Mandibular Second Molars with Irreversible Pulpitis: A Randomized Double-Blind Clinical Trial	Pulpotomía	MTA Biodentine
Vilella-Pastor S, Sáez S, Veloso A et al. (10)	2021	Long-term evaluation of primary teeth molar pulpotomies with Biodentine and MTA: a CONSORT randomized clinical trial	Pulpotomía	Biodentine MTA
Moskovitz M, Tickotsky N, Dassa M et al. (34)	2021	Zinc oxide zinc sulfate versus zinc oxide eugenol as pulp chamber filling materials in primary molar pulpotomies	Pulpotomía	Sulfato de zinc con óxido de zinc Eugenol con óxido de zinc
Ahuja S, Surabhi K, Gandhi K et al. (13)	2020	Comparative Evaluation of success of Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate with formocresol as Pulpotomy Medicaments in Primary Molars: An In Vivo Study	Pulpotomía	Biodentine MTA
Erfanparast L, Iranparvar P, Vafaei A (18)	2019	Direct pulp capping in primary molars using a resin-modified Portland cement-based material (TheraCal) compared to MTA with 12-month follow-up: a randomised clinical trial	Recubrimiento pulpar directo	TheraCal MTA

Fuente: Recopilación de los artículos tomados para el estudio, Arroyo y Carrillo, 2023.

Cuadro 3. Continuación.

Autores	Año	Título	Terapia pulpar	Cemento bioactivo
Çelik BN, Mutluay MS, Arıkan V et al. (15)	2019	The evaluation of MTA and Biodentine as a pulpotomy materials for carious exposures in primary teeth	Pulpotomía	MTA Biodentine
Morales D (71)	2019	Eficacia del quitosano en comparación al hidróxido de Calcio sobre enterococcus faecalis, Arequipa-Perú 2019	No aplico terapia pulpar	Hidróxido de Calcio
Fernandez R, Rimoldi M, Mendes C et al. (20)	2018	Comparación entre diferentes agentes pulpaes en pulpotomías de piezas dentarias temporarias.	Pulpotomía	MTA Biodentine
Hernández J (70)	2018	Manejo odontopediátrico y tratamiento pulpar con Vitapex en un paciente con síndrome de Sotos	Pulpotomía Pulpectomía	Vitapex

Fuente: Recopilación de los artículos tomados para el estudio, Arroyo y Carrillo, 2023

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

En la presente investigación se analizaron los mecanismos de regeneración del complejo dentino pulpar estimulados por cada uno de los cementos biocerámicos más empleados en las terapias pulpares de acuerdo con los últimos avances científicos mediante una revisión a la literatura, esto con la finalidad de obtener y crear un criterio adecuado acerca de la efectividad de los cementos bioactivos en la regeneración de tejidos dentarios en dientes primarios que permitan la conservación del diente hasta el recambio fisiológico.

En efecto, los cementos que demostraron una mejor biocompatibilidad y mayores tasas de éxito clínico y radiográfico según los estudios, fueron el Biodentine, BioRoot RCS y MTA, siendo altamente recomendados para todas las terapias pulpares ya que crean un entorno favorable para la producción de tejido dentinario reparativo, inducción de regeneración y, proliferación, migración y adhesión adecuada de las células pulpares siendo citocompatibles con las hDPSC. Además, presentan pocas desventajas a lo largo del tiempo, lo que los hace idóneos para la preservación del diente primario en boca hasta que se produzca el proceso de reabsorción para la erupción de los dientes permanentes. Del mismo modo, en cuanto a pulpectomías específicamente, el Bio C Pulpecto demostró resultados clínicos óptimos y cualidades ideales para la regeneración de la dentina radicular ya que no interfiere en las

respuestas de señalización de los tejidos y la diferenciación celular, permitiendo la reabsorción fisiológica de la raíz del diente primario.

Ahora bien, en segundo lugar tenemos a los cementos bioactivos que presentan una buena respuesta clínica y regenerativa en algunos tratamientos pulpares realizados en pacientes pediátricos, teniendo indicaciones específicas debido a sus características bioquímicas y resultados en tiempos prolongados, siendo el TheraCal LC, TheraCal PT y el Óxido de Zinc/ Eugenol no recomendados para pulpotomías o recubrimientos pulpares directos, ya que pueden provocar una reducción de la biocompatibilidad debido a su matriz resinosa y un mayor grado de citotoxicidad en las células pulpares debido al componente eugenol, respectivamente.

Por otra parte, también tenemos el Vitapex que presenta una reabsorción temprana dentro del conducto radicular y, el Hidróxido de Calcio que se desintegra gradualmente y conduce a la formación de puentes dentinarios con defectos en forma de túnel, comprometiendo ambos el sellado bacteriano a largo plazo, por lo que el Hidróxido de Calcio ya no es usado en pulpotomías y el Vitapex se recomienda en pulpectomías de dientes primarios que su tiempo de exfoliación sea relativamente corto.

Por último, es importante que el clínico sepa cómo interaccionan bioquímicamente los materiales empleados en terapias pulpares con los tejidos dentarios, ya que eso permitirá la elección adecuada según el diagnóstico para lograr resultados favorables a largo plazo y el éxito del tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Morales Miranda Liz, Gómez Gonzáles Walter. Caries dental y sus consecuencias clínicas relacionadas al impacto en la calidad de vida de preescolares de una escuela estatal. Rev. Estomatol. Herediana. 2019 [citado el 25 de Enero de 2023]; 29 (1): 17-29.
2. Moffa F, Angulo, Y. Comparación de Materiales de Obturación en Pulpotomías de Dientes Primarios: Revisión Bibliográfica. [Trabajo de grado] San Diego. (Carabobo): Universidad José Antonio Páez; 2022.
3. Salinas D. Cementos bioactivos utilizados en la regeneración de tejidos dentarios en odontopediatría. [Trabajo académico de especialidad]. Argentina: Universidad de Cuyo; 2020.
4. Facchin C. Efecto de los cementos biocerámicos como barrera cervical en la estabilidad del color coronal. Estudio in vitro. [Tesis doctoral]. (Venezuela – Carabobo): Universidad de Carabobo; 2018.
5. Orellana-Centeno J, Hernández G. Pulpotomía o Pulpectomía: Éxito clínico y radiográfico en dientes temporales. Revista de salud pública. 2020; 24(3): 8-15. Disponible en: <https://doi.org/10.31052/1853.1180.v24.n3.28559>
6. Narciandi Ameneiros O, Gamboa Sosa J, Soto Rico A, Martínez Betancourt A, Ruiz Candina H. El uso de materiales bioactivos en la estomatología conservadora

- contemporánea. Biodentine®. Management of bioactive dental materials in conservative dentistry. Biodentine®. Invest. Medicoquir 2019; 11 (3): 1-14.
7. Cedillo J, Domínguez A, Espinosa R. Materiales bioactivos en odontología restauradora. Bioactive materials in restorative dentistry. RODYB 2021; 10 (3): 1-11.
 8. Retana C. Análisis molecular y celular de la capacidad de regeneración del complejo dentino-pulpar. [Tesis Doctoral]. Costa Rica: Universidad de Costa Rica; 2022. Disponible de: <https://hdl.handle.net/10669/87280>
 9. Eshghi A, Haiahmadi M, Nikbakht MH, Esmaeili M. Comparison of clinical and radiographic success between MTA and Biodentine in pulpotomy of primary mandibular second molars with irreversible pulpitis: A randomized double-blind clinical trial [Internet]. Int J Dent. 2022 [Citado 14 mayo 2023]; 6963944: 1-6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2022/696394>
 10. Vilella-Pastor S, Sáez S, Veloso A, Guinot-Jimeno F, Mercadé 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):92-685. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40368-021-00616-3>
 11. Omidi S, Bagheri M, Fazli M, Ahmadiankia IN. The effect of different pulp-capping materials on proliferation, migration and cytokine secretion of human dental pulp stem cells [Internet]. Iran J Basic Med Sci. 2020 [citado 14 mayo 2023]; 23:1-8. Disponible de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32695293/>

12. Natividad F. Manejo de pulpotomías con cemento de silicato tricálcico en una sola sesión en paciente niño en edad escolar. Reporte de un caso. [Trabajo académico de especialidad] Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2021. Disponible de: <https://hdl.handle.net/20.500.13032/20036>
13. Ahuja S, Surabhi K, Gandhi K, Kapoor R, Malhotra R, Kumar D. Comparative Evaluation of success of Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate with formocresol as Pulpotomy Medicaments in Primary Molars: An In Vivo Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2020; 13(2): 73-167. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1740>
14. Serra S. Estudio clínico controlado, randomizado, duplo ciego de pulpectomias em dentes decíduos obturados com Bio-C Pulpecto e Vitapex. Universidad Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP; 2020. Disponible de: <http://hdl.handle.net/11449/194421>
15. Çelik BN, Mutluay MS, Arıkan V, Sarı Ş. The evaluation of MTA and Biodentine as a pulpotomy materials for carious exposures in primary teeth. *Clin Oral Investig.* 2019; 23(2): 6-661. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-018-2472-4>
16. Dahake P, Panpaliya N, Kale Y, Dadpe M, Kendre S, Bogar C. Response of stem cells from human exfoliated deciduous teeth (SHED) to three bioinductive materials - An in vitro experimental study. *Saudi Dent J.* 2020; 32(1): 43-51. Disponible de: <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2019.05.005>
17. Tran X, Salehi H, Truong M, Minic S, Sadoine J, Jacquot Bet al. Reparative Mineralized Tissue Characterization after Direct Pulp Capping with Calcium-

- Silicate-Based Cements [Internet]. *Materials*. 2019 [citado 14 mayo 2023]; 12 (2102): 1-11. Disponible de: <http://dx.doi.org/10.3390/ma12132102>
18. Erfanparast L, Iranparvar P, Vafaei A. Direct pulp capping in primary molars using a resin-modified Portland cement-based material (TheraCal) compared to MTA with 12-month follow-up: a randomised clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2018; 19(3):197–203. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40368-018-0348-6>
19. Giraud T, Jeanneau C, Rombouts C, Bakhtiar H, Laurent P, About I. Pulp capping materials modulate the balance between inflammation and regeneration [Internet]. *Dent Mat*. 2019 [citado 14 mayo 2023]; 35: 24-35. Disponible de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30269862/>
20. Fernández R, Rimoldi M, Mendes C, Mazzeo D, Oviedo A, Lancon C et al. Comparación entre diferentes agentes pulpares en pulpotomias de piezas dentarias temporarias [Internet]. *Pub Info y Cient*. 2018 [citado 14 mayo 2023]; 19-23. Disponible de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/89547>
21. Athanasiadou E, Paschalidou M, Theochatidou A, Kontoudakis N, Arapostathis K, Bakopoulou A. Biological interactions of a calcium silicate based cement (Biodentine™) with Ster Cells from Human Exfoliated Deciduous teeth (internet). *Dent Mater*. 2018 [citado 15 de mayo 2023]; 3235 (30): 1-17. Disponible de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0109564118305402>
22. Aburgoub D, Aslam N, Zaza R, Jafar H, Zalloum S, Atoom R et al. The Immunomodulatory and Regenerative Effect of Biodentine on Human THP-1 Cells

- and Destal Pulp Ster Cells: In Vitro Study. BioMed Research International 2022; 2022 (2656784): 1-12. Disponible de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36093401>
23. Carmona J. Tejidos dentarios: Desarrollo embriológico. Morfovirtual. 2020; 1:13.
24. Rodríguez F. Biocompatibilidad y bioactividad de nuevos materiales para Odontología regenerativa. [Internet]; Vniversitat de Valencia; 2021. Disponible de: <https://hdl.handle.net/10550/80850>
25. Minic S, Florimond M, Sadoine J, Valot Salengro A, Chaussain C, Renard E et al. Evaluation of Pulp Repair after Biodentine™ Full Pulpotomy in a Rat Molar Model of Pulpitis (Internet). Biomedicines, 2021 [citado 14 mayo 2023]; 9 (784): 1-17. Disponible de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34356848/>
26. Catalá Pizarro M, Cortés Lillo O. La caries dental: una enfermedad que se puede prevenir. An Pediatr Contin. 2014; 12(3): 51-147. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-anales-pediatria-continuada-51-articulo-la-caries-dental-una-enfermedad-S1696281814701842>
27. García M, Reyes J. La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas. 2006; 9(2): 90-95.
28. Fosfato de calcio en la clínica dental – World's Hygienist. Colegiohigienistasmadrid.org. 2020 [citado el 25 de enero de 2023]. Disponible en: <https://colegiohigienistasmadrid.org/blog/?p=515>
29. Mejía, A. Nuevos materiales utilizados para el recubrimiento pulpar directo en dientes temporales y permanentes jóvenes: revisión sistemática- Evaluación por

- evidencia- Actualización. [Internet]. Bogotá (Colombia): Universidad El Bosque; 2021. [citado: 27 mayo 2023] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12495/6504>.
30. Pineda C, Castro S. Capacidad de neo formación del tejido mineralizado en lesiones cariosas profundas en dientes deciduos y permanentes jóvenes, utilizando TheraCal LC y el hidróxido de calcio (Dycal), en el área de Odontopediatría de la clínica Dr. René Puig Bentz durante el periodo de mayo - diciembre del 2017 [Trabajo de grado]. República Dominicana: Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, 2018. [Citado 15 mayo 2023]. 78 p. Disponible de: <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/1101>
31. Advíncula E, Elizabeth C. Pulpectomía y materiales de obturación. Pulpectomy and filling materials. *Odontol Pediatr (Perú)*. Julio-diciembre. 2009; 8(2):31–35.
32. Ramírez W. Materiales de Obturación para Pulpectomía Instrumentada y No Instrumentada en Dentición Primaria: Revisión de la Literatura. [Lima - Perú]: Universidad Científica Del Sur; 2019. [Trabajo de grado]. [Citado 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12805/872>
33. Delgado M. Estudio comparativo del tratamiento de pulpotomías realizadas con óxido de zinc - eugenol y biodentine en molares primarios [Trabajo de grado]. Ecuador: Universidad San Francisco de Quito USFQ, 2019. [Citado 15 de mayo 2023]. 39 p. Disponible de: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/8571>
34. Moskovitz M, Tickotsky N, Dassa M, Fux-Noy A, Shmueli A, Halperson E, et al. Zinc oxide zinc sulfate versus zinc oxide eugenol as pulp chamber filling materials

- in primary molar pulpotomies. *Children (Basel)*. 2021; 8(9):776. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/children8090776>
35. Wyssenbach E, Leyda A, González F, Galván M. Biodentine® y su uso en dentición temporal. Revisión de la literatura. *Revista Odontología Pediátrica*. [Valencia - España]: Universidad CEU Cardenal Herrera.; 2020. 19 (1): 49–63. <https://doi.org/10.33738/spo.v19i1.121>
36. Rathinam E, Govindarajan S, Rajasekharan S, Declercg H, Elewaut D, De Coster P et al. The calcium dynamics of human dental pulp stem cells stimulated with tricalcium silicate based cements determine their differentiation and mineralization outcome [Internet]. *Nature Research*. 2021 [Citado 15 mayo 2023]; 11 (645): 1-13. Disponible de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33436827/>
37. Loison-Robert L, Tassin M, Bonte E, Berbar T, Isaac J, Berdal A, et al. (2018) In vitro effects of two silicate-based materials, Biodentine and BioRoot RCS, on dental pulp stem cells in models of reactionary and reparative dentinogenesis. *PLoS ONE* 13(1): e0190014. Disponible de: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190014>
38. Campos A. Evaluación clínica y radiográfica del TheraCal™ LC en recubrimientos pulpares indirectos. [Tijuana - Baja California]: Universidad Autónoma de Baja California; [Tesis de Grado]. 2016.
39. Sanz J, Soler A, López S, Garcia D, Rodriguez F, Lozano A et al. Comparative Biological Properties and Mineralization Potential of 3 Endodontic Materials for

- Vital Pulp Therapy: Theracal PT, Theracal Lc, and Biodentine on Human Dental Pulp Stem Cells. Disponible de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/89547>
40. Venezuela, Caracas. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860 de fecha 30 de diciembre de 1999.
 41. Venezuela. Ley Orgánica de la Salud. Ministerio de Salud. Decreto de la Gaceta Oficial N° 36.579, Noviembre 11, en el cual se expide la Ley Orgánica de la Salud. Caracas: Ministerio; 1998.
 42. Venezuela. Ley del Ejercicio de la Odontología de 1970. Congreso de la República de Venezuela, en el cual se expide la Ley del Ejercicio de la Odontología. Pub. Gaceta oficial N° 29.288. 10 de agosto, 1970.
 43. Venezuela. Código de Deontología Odontológica. Aprobado en la XXXIX Convención Nacional del Colegio de Odontólogos de Venezuela, en el cual se expide el Código de Deontología Odontológica; 1992.
 44. Venezuela. Ley sobre el Derecho de Autor. Firmada y sellada en el Palacio Federal Legislativo, el cual se expide la Ley sobre el Derecho de Autor. 14 de agosto de 1993.
 45. Sanz J. Análisis de la citocompatibilidad, la bioactividad y la activación de vías de señalización celular inducida por nuevos biosilicatos hidráulicos de uso en Endodoncia Regenerativa. [Valencia - España]: Vniversitat de Valencia; 2022.
 46. Retana C, Guerreiro J, Tanomaru M, Mendes de Souza B, Reyes J. Non-Collagenous Dentin Protein Binding Sites Control Mineral Formation during the Biomineralisation Process in Radicular Dentin [Internet]. Materials. 2020 [citado

- 14 mayo 2023]: 13 (1053): 1-18. Disponible de: <https://www.mdpi.com/1996-1944/13/5/1053>
47. Llanos-Carazas M. Evolución de los cementos biocerámicos en endodoncia. Revista Conocimiento para el Desarrollo, 2019; 10 (1): 151–62. Disponible de: <https://doi.org/10.17268/CpD.2019.01.24>
48. Otoy M. Anatomía Topográfica del Sistema de Conductos Radiculares. [Trabajo académico de especialidad]; Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2019.
49. Martínez M, Olin M. Caracterización microscópica de la dentina de dientes temporales. Rev ADM. 2021; 78(6):314-331. Disponible de: doi: 10.35366/102973.
50. Sánchez L. Citotoxicidad de la neurotóxica botulínica Btxa sobre células madre de papila apical In Vitro. [Tesis de Maestría] Universidad de Nuevo León; 2019.
51. Medina C, Robles-Bermeo N, Scougall R, González B, Patiño N, Maupomé G, editor. Revisiones en Odontología: de la teoría a la acción. 2022; 1
52. Edema. Mayo clinic.org. 2021. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/edema/symptoms-causes/syc-20366493>
53. Egoavil P. Tratamiento de Pulpotomía con Formocresol. Reporte de un Caso Clínico. [Tesis de grado]; Universidad Peruana Los Andes; 2020.
54. Controversia del formocresol. Unam.mx. Disponible en: <https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas14Infantil/pedpulcontroversia.html>

55. López J. Clasificación y patogenia de la patología pulpar y periapical. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2004; 9: 52-62.
56. Spanó J, Pécora J, Guerisoldi D, Barbin E. PERIAPICOPATÍAS Endodontics - Endodoncia. Departamento de Webmaster: Departamento de Odontología restaurativa. Programa Incentivo SIAE; 2005 [citado el 26 de Enero del 2023].
57. Simancas-Escorcia V. Fisiopatología de los odontoblastos: una revisión. *Duazary*. [Internet] 2019; 16 (3):87-103.
58. García-Rubio A. Bujaldón-Daza A. Rodríguez-Archilla A. Lesiones periapicales. Diagnóstico y tratamiento Periapical lesions. Diagnosis and treatment. *Avances en Odontoestomatología*. 2015; 31(1).
59. Castillo D. *Pulpa dental*. Ecuador: Universidad de Cuenca; 2015.
60. Yaemkleebbua K, Osathanon T, Nowwarote N, Limjeerajarus C. Sukarawan W. Analysis of hard tissue regeneration and Wnt signalling in dental pulp tissues after direct pulp capping with different materials. *International Endodontic Journal*. 2019; 1605–16.
61. Murillo S. Bustamante G. Pulpitis Irreversible. *Revista de Actualización Clínica*. 2012; 21:6.
62. Consideraciones clínicas sobre la resorción radicular externa por impactación dentaria. *Avances en Odontoestomatología*. 2003; 19(1).
63. Carrillo C. *Práctica Clínica*. Desmineralización y remineralización. El proceso en balance y la caries dental. *Revista ADM* 2010; 67 (1): 2-30.

64. Granados S, Alcalde C, Guzmán J, Meléndez D, Torres C, Velásquez Z. Cementos a base de silicato de calcio: factor clave en el éxito del recubrimiento pulpar directo. Revisión de la literatura. Rev. Estomatol. Herediana. 2022 Ene [citado 2022 Dic 17]; 32(1): 52-60.
65. Betancourt J, Martínez J. Tejidos Dentarios: desarrollo embriológico. Sld.cu. Disponible:<http://www.morfovirtual2020.sld.cu/index.php/morfovirtual/morfovirtual2020/paper/viewFile/728/611>
66. Figueroa M. Órgano Dentino-Pulpar. Sensibilidad Dentinaria. Cátedra de Odontología Operatoria. (Caracas – Venezuela): Universidad Central de Venezuela; 2013.
67. UPEL. Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales. Caracas (Venezuela): FEDEUPEL; 2008.
68. Hernández-Sampieri R, Fernández-Collado C, Baptista-Lucio P. Metodología de la Investigación. 3ra. Edición. Distrito Federal (México): Mc Graw-Hill Interamericana; 2003.
69. Trujillo M, Flores R, Suarez A, García L, Hernández J, Zamora Let al. Estudio comparativo de la bioactividad de dos materiales biocerámicos [Internet]. ODOVTOS-Int. J. Dental Sc. 2019 [citado 14 mayo 2023]; 21 (2): 73-81. Disponible de: <http://dx.doi.org/10.15517/ijds.v21i2.37061>
70. Hernández J. Manejo odontopediátrico y tratamiento pulpar con Vitapex en un paciente con síndrome de Sotos. [Trabajo académico de Segunda Especialidad]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología

/Unidad de Posgrado; 2018. Disponible de:

<https://hdl.handle.net/20.500.12672/9037>

71. Morales D. Eficacia del quitosano en comparación al hidróxido de calcio sobre enterococcus faecalis, Arequipa - Perú 2019. [Tesis doctoral]. Perú: Universidad

Católica de Santa María; 2019. Disponible de:

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9806>