



**UADY**

CIENCIAS DE LA SALUD

FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DEL ÉXITO DEL NEOMTA CONTRA EL  
FORMOCRESOL EN TRATAMIENTOS DE PULPOTOMÍA  
DE ÓRGANOS DENTARIOS TEMPORALES

Tesis presentada por:

SHARON KRISTEL ARTEAGA YÁÑEZ

En opción al Grado de:

MAESTRA EN ODONTOLOGÍA INFANTIL

Directores:

DR. MARCO ANTONIO RAMÍREZ SALOMÓN

DR. DAVID ALEJANDRO AGUILAR PÉREZ

Mérida, Yucatán, Noviembre 2020





**UADY**

CIENCIAS DE LA SALUD

FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DEL ÉXITO DEL NEOMTA CONTRA EL  
FORMOCRESOL EN TRATAMIENTOS DE PULPOTOMÍA  
DE ÓRGANOS DENTARIOS TEMPORALES

Tesis presentada por:

SHARON KRISTEL ARTEAGA YÁÑEZ

En opción al Grado de:

MAESTRA EN ODONTOLOGÍA INFANTIL

Directores:

DR. MARCO ANTONIO RAMÍREZ SALOMÓN

DR. DAVID ALEJANDRO AGUILAR PÉREZ

Mérida, Yucatán, Noviembre 2020

Mérida, Yucatán, 4 de noviembre de 2020

**C. SHARON KRISTEL ARTEAGA YAÑEZ**

Con base en el dictamen emitido por sus Directores y revisores, le informo que la Tesis titulada "Evaluación del éxito del NeoMTA contra el Formocresol en tratamientos de pulpotomía de órganos dentarios temporales", presentada como cumplimiento de uno de los requisitos establecidos para optar al Título de la Maestría en Odontología Infantil, ha sido aprobada en su contenido científico, por lo tanto, se le otorga la autorización para que una vez concluidos los trámites administrativos necesarios, se le asigne la fecha y hora en la que deberá realizar su presentación y defensa.



**Dr. José Rubén Herrera Atoche**  
Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación



M. en Inv. En S. David Alejandro Aguilar Pérez  
Director



Dr. Marco Antonio Ramírez Salomón  
Director



Dr. Rodrigo Serrano Piffa  
Revisor



M. en O. Gabriel Alvarado Cárdenas  
Revisor

## REGLAMENTO

Artículo 78 del reglamento  
interno de la facultad de  
Odontología de la Universidad  
Autónoma de Yucatán

Aunque una tesis hubiera servido para el examen profesional y hubiera sido aprobada por el sínodo, solo su autor o autores son responsables de las doctrinas en ella emitidas.

Este trabajo fue realizado en la Maestría de Odontología Infantil de la Facultad Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán, haciendo uso de sus instalaciones, material y equipos. Bajo la dirección del Dr. Marco Antonio Ramírez Salomón y el Dr. David Alejandro Aguilar Pérez. Esta tesis se origina del proyecto de investigación “Terapia endodóntica en dientes permanentes en diferentes estadios de formación radicular”. Con registro FODO 2017-0002 ante el SISTPROY.

## AGRADECIMIENTOS

A mi director el Dr. Marco Antonio Ramírez Salomón por su paciencia, su apoyo incondicional y por siempre confiar en mí durante estos dos años del posgrado para poder llevar a cabo el proyecto con éxito, por el apoyo con los pacientes para poder conseguir la muestra, por no dejarme nunca sola, por las llamadas de atención cuando fueron necesarias y por todos los conocimientos transmitidos a lo largo de la investigación cuando surgían dudas.

A mi director el Dr. David Alejandro Aguilar Pérez por su apoyo incondicional, su paciencia y todo el conocimiento transmitido durante los dos años de maestría, por apoyarme cuando existía algún problema durante la práctica, por siempre confiar en mí y en todo lo que realizaba, por confiar en mí para llevar a cabo éste proyecto, por todas las llamadas de atención cuando fueron necesarias y apoyar siempre mis ideas cuando podían llevarse a cabo.

A coordinadora y tutora la Dra. Alicia Leonor Pinzón Te por darme la oportunidad de cumplir uno de mis sueños al creer en mí y permitirme pertenecer al programa de la Maestría de Odontología Infantil, por todos los conocimientos transmitidos durante estos dos años, por su apoyo incondicional ante cada duda sobre algún tratamiento o enfermedad de los pacientes, por su paciencia y confianza.

A mi revisor el Dr. Rodrigo Serrano Piña por todo su apoyo y conocimiento durante toda la maestría, por apoyarme siempre y nunca dejarme rendirme a pesar de las adversidades, por siempre motivarme y enseñarme a realizar bien los tratamientos del proyecto, por confiar en mí y siempre decirme la verdad, por todas las llamadas de atención y todo el cariño.

A mi revisor el Dr. Gabriel Alvarado Cárdenas por todo su apoyo, por confiar en mí, su paciencia y compromiso durante el proyecto, por todas las correcciones y aportes para realizar mi proyecto de tesis durante estos dos años, por toda su ayuda y el conocimiento transmitido.

A mis maestros por todo su apoyo incondicional, por nunca desconfiar de mí y siempre apoyarme durante estos dos años, porque a pesar de mis deficiencias al iniciar el posgrado siempre me apoyaron y me alentaron a seguir adelante, por todo el cariño, por siempre hacerme sentir en casa, por todos los conocimientos transmitidos y por todas las llamadas de atención cuando fueron necesarias.

A mi familia por siempre confiar en mí y nunca dejarme sola a pesar de la distancia, por todo el apoyo incondicional siempre a pesar de todas las adversidades que vivimos durante estos dos años, por escucharme y siempre alentarme a seguir adelante. Por ser la luz y motivación más grande en mi vida. Por permitirme vivir esta experiencia única para llegar a cumplir uno de mis más grandes sueños.

A mis compañeros por siempre apoyarme durante estos dos años difíciles pero hermosos, por siempre escucharme, por darme ese abrazo cuando lo necesitaba, por su amistad y cariño sincero todo el tiempo, por siempre impulsarme a seguir adelante, por esa mano de ayuda cuando era necesaria, por permitirme formar parte de sus vidas y permitirme hacerme sentir como en casa.

A CONACYT por todo su apoyo y financiamiento para poder estudiar la maestría durante estos dos años.

Pero, sobre todo, agradecer a Dios por que sin él esto no se hubiera logrado.

## DEDICTORIA

A Dios por regalarme la oportunidad de estudiar la maestría, porque a pesar de todas las adversidades que había vivido me hizo recordar que sus planes son perfectos. Gracias por todas las bendiciones recibidas durante todo este tiempo, como mi familia de la maestría, mis profesores, mis pacientes y todos aquellos que formaron parte de esta experiencia. Por darme fuerzas y fortaleza para salir adelante ante las adversidades. Eternamente mil gracias, ¡te amo!

A mis papás Javier y Rosario porque son mi principal motor de vida, porque su ayuda y su apoyo fue fundamental, porque sin ustedes no habría logrado nada. Porque gracias a ustedes y todo el amor y comprensión que me dieron soy lo que soy. Porque son mi mayor ejemplo de superación y esfuerzo en la vida. Todos mis logros se los dedico a ustedes siempre. ¡Los amo!

A mi hermana Michelle porque fuiste un apoyo incondicional siempre, porque cuando yo llegué a dudar de mí, tu jamás lo hiciste. Porque siempre estuviste presente a pesar de la distancia y porque gracias a ti encontré este camino de la odontología, me enseñaste amarla y a conocer lo noble que es. Porque eres un ejemplo para mí. ¡Te amo!

A mi hermano Javier porque fuiste siempre esa voz de aliento aun cuando me sentía triste y decaída. Porque esos mensajes de cariño siempre me hacían sentir feliz y no sentir la distancia. Porque eres un ejemplo y me has enseñado a jamás rendirme a pesar de las adversidades. ¡Te amo!

A mi prima Laura y su esposo Polo porque fueron parte fundamental de esto, por su hospitalidad y hacerme sentir siempre como en casa todo el tiempo. Por todo el apoyo incondicional y por todas las veces que me alentaron a seguir. ¡Los amo!

A mi niño José María mi angelito en estos dos años y por el resto de mi vida. Porque fuiste una pieza fundamental en este rompecabezas, porque esas sonrisas regresando a casa, esos besos, a abrazos, juegos y momentos juntos me llenaban de felicidad y me llenaban de motivación y energía para seguir adelante. ¡Te amo!

Gracias a la familia Canto Castro porque en todos ellos encontré una gran familia para mí, porque me apoyaron siempre y me impulsaron a ser mejor cada día. Los quiero mucho.

## INDICE

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
JUSTIFICACIÓN	33
OBJETIVOS	34
MATERIAL Y MÉTODOS	35
RESULTADOS	43
DISCUSIÓN	50
CONCLUSIÓN	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	66

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.		
Prevalencia de molares superiores e inferiores de acuerdo al sexo del paciente		43
Tabla 2.		
Resultados de éxito clínico de pulpotomías realizadas con NeoMTA		45
Tabla 3.		
Resultados de éxito radiográfico de pulpotomías realizadas con NeoMTA		46
Tabla 4.		
Resultados de éxito clínico de pulpotomías realizadas con Formocresol		47
Tabla 5.		
Resultados de éxito radiográfico de pulpotomías realizadas con Formocresol		48

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.		
Prevalencia de sexo		43
Figura 2 a.		
Pacientes iniciales		44
Figura 2 b.		
Pacientes al mes 1		44

## INDICE DE ANEXOS

Anexo I.	
Carta de consentimiento informado	66
Anexo II.	
Carta de asentimiento	70
Anexo III.	
Instrumento de evaluación de seguimiento	71
Anexo IV.	
Instrumento de medición clínica y radiográfica	72

## RESUMEN

La caries dental es la enfermedad no transmisible más prevalente a nivel mundial y nuestro país no es la excepción. Es una de las enfermedades más comunes en la población infantil. Una lesión cariosa puede abarcar desde el esmalte dental hasta llegar a dañar la pulpa o raíces dentales. Cuando una lesión cariosa llega a profundizarse a tal grado que puede estar afectando la pulpa dental es necesario realizar un tratamiento pulpar. Éste dependerá del diagnóstico que tenga el paciente. Según la Academia Americana de Odontología Pediátrica, la enfermedad pulpar se clasifica en pulpitis reversible e irreversible y se determina como un objetivo principal para mantener la integridad y salud de los órganos dentarios y sus tejidos de soporte. Los tratamientos recomendados para la pulpitis reversible son el recubrimiento pulpar indirecto y la pulpotomía y en la pulpitis irreversible la pulpectomía o extracción para órganos dentarios temporales de igual manera, se define como objetivo de la pulpotomía mantener la vitalidad pulpar radicular del órgano dentario afectado por la lesión cariosa y consiste en la extirpación de la pulpa cameral. Para realizar este tratamiento es necesario utilizar un medicamento que cumpla con las características necesarias para la preservación del tejido sano.

Entre los medicamentos que se han utilizado a lo largo de los años se encuentran el formocresol, el glutaraldehído, sulfato ferroso, óxido de zinc y el hidróxido de calcio, siendo considerado el formocresol como el estándar de oro para la dentición decidua, ya que su característica bacteriostática le permite seguir dando éxito en los tratamientos de pulpotomía.

Sin embargo, a pesar de su principal característica se ha registrado que llega a causar calcificaciones, reabsorciones internas hasta necrosis, lo cual lleva a la búsqueda de un nuevo biomaterial que permita cumplir con características similares al formocresol, pero sin causar alguna consecuencia.

Ante esta necesidad, se comienzan a utilizar los biocerámicos; estos son materiales sintéticos basados en productos naturales con estructuras cristalinas que se forman al calentar sales minerales no metálicas a altas temperaturas. Son materiales biocompatibles, no tóxicos, tienen una actividad antibacteriana y una mejor capacidad de sellado.

Su reciente introducción en la endodoncia ha traído éxito gracias a su biocompatibilidad con los tejidos.

El biocerámico considerado como estándar de oro es el Trióxido Mineral Agregado (MTA) y fue creado por Torabinejad en la década de los 90, está compuesto por cemento Portland, óxido de bismuto y yeso. Su uso en la endodoncia ha tenido éxito gracias a sus ventajas como la capacidad de regeneración, liberación de iones de calcio y formación de apatita y pared dentinal, pH de 12.5 y una capacidad compresiva de 70 MPa. Entre sus desventajas se encuentra el tiempo de fraguado de 3 a 4 horas y su manipulación complicada y pigmenta los órganos dentarios.

Debido a estas desventajas se creó un nuevo cemento bioactivo similar al MTA utilizado también para tratamientos pulpares. Su objetivo era tener igual biocompatibilidad y bioactividad, resistencia a la compresión, pero que presente fraguado rápido y fácil manipulación. Este objetivo fue alcanzado por el Biodentine (Septodont, Francia) entre sus desventajas se mencionan la unidósis y los altos costos.

La necesidad de crear un material que cumpliera con todas las características y superara las desventajas del biodentine derivó en la creación del Neo MTA, polvo fino de silicato tricálcico y óxido de tantalio, creado por la Dra. Carolyn Primus. Está indicado para diversas terapias como recubrimientos pulpares directos e indirectos, pulpotomía, apexogénesis, perforaciones, tapones apicales, etc. Su tiempo de fraguado es de 10 a 15 minutos a una temperatura de 37°C. Su manipulación es sencilla y su presentación es polvo-líquido, lo cual permite utilizar el material necesario. Gracias a estas características y su prometedor éxito en los tratamientos pulpares surge la necesidad de estudiar su éxito en tratamientos de pulpotomías en molares temporales, comparándolo con el estándar de oro, el formocresol; ya que no existe suficiente literatura acerca del Neo MTA y no existe ningún estudio que lo compare con el estándar de oro se realizó esta investigación.

Este estudio tiene como objetivo determinar el éxito clínico y radiográfico de pulpotomías con Neo MTA y formocresol en molares temporales. Fue un estudio longitudinal, prospectivo, experimental *In vivo*. Se incluyeron 30 pacientes en un periodo de octubre de 2019 a febrero de 2020. Se realizaron 57 pulpotomías y se dividieron en dos grupos: Grupo 1 Formocresol con 26 molares temporales y Grupo 2 Neo MTA con

31 molares temporales para estudiar su éxito clínico y radiográfico de acuerdo a los criterios de Strindberg y Strange.

El protocolo para el tratamiento consistió en 3 fases: 1: seleccionar al paciente que cumpliera con los criterios de inclusión, dar al padre o tutor el consentimiento informado y obtener del paciente el asentimiento informado.

Fase 2: realizar el tratamiento de pulpotomía, llenar la hoja de seguimiento y tomar radiografía final para su posterior cita de seguimiento al mes.

Fase 3: tomar radiografía y realizar exploración clínica y si el paciente no presentaba ningún signo o síntoma y colocar la corona de acero cromo.

El resultado de la investigación de los dos materiales fue de 100% de éxito clínico y radiográfico al mes de evaluación.

De acuerdo a estos resultados se concluye que el Neo MTA es un nuevo biocerámico introducido actualmente a la odontología que puede ser utilizado ventajosamente en los procedimientos endodónticos pediátricos tales como las intervenciones en pulpa viva y es un material que puede utilizarse como alternativa al formocresol.

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La preservación de los órganos dentarios deciduos en un estado óptimo de salud bucal es uno de los principales objetivos de la odontología pediátrica; sin embargo, suele verse afectado debido a la presencia de lesiones cariosas, a causa de múltiples factores como lo son: la mala higiene, dieta cariogénica, pH ácido y factores genéticos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta que la caries dental es una de las patologías con mayor prevalencia a nivel mundial. En México, para el 2018 el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucles (SIVEPAB), reporta que el 90% de la población presenta caries dental (1).

El diagnóstico temprano de la lesión cariosa permite prevenir la propagación de ésta hacia la pulpa dental. Al verse afectada, los tratamientos pulpares como la pulpotomía, son inminentes debido a que, en este procedimiento, se remueve la porción de la pulpa cameral, preservando la vitalidad de la porción radicular de acuerdo a la Asociación Americana de Endodoncia.

Los biomateriales de obturación para la pulpotomía, deben permitir la cicatrización de la porción expuesta de la pulpa radicular, tales como, el formocresol y el glutaraldehído. Sin embargo, diversos estudios, han demostrado que poseen efectos secundarios, como la obliteración de los conductos, reabsorción radicular acelerada, necrosis e incluso poseer propiedades potencialmente cancerígenas. Es por ello, que ha surgido el interés por desarrollar biomateriales con mejores características y propiedades, como lo son los biocerámicos. El NeoMta ha tenido una reciente introducción al ámbito clínico y ha otorgado grandes beneficios por su alta biocompatibilidad y buena habilidad de sellado ante injurias pulpares.

Actualmente, se ha decidido estudiar si por sus propiedades el NeoMta pueden ofrecer ventajas al utilizarse en el tratamiento de pulpotomías órganos dentarios temporales; por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿El éxito de

las pulpotomías de órganos dentarios temporales tratados con NeoMta es mayor o igual al formocresol?

# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1. CARIES DENTAL

La caries dental es catalogada como una de las enfermedades de mayor prevalencia en el mundo y en nuestro país (2). Históricamente, la población se había centrado en “restaurar” estas lesiones o daños de la enfermedad mediante métodos como extracciones, olvidándonos de la prevención (3,4), convirtiéndose esta patología en una de las principales causas de pérdidas de órganos dentarios. A pesar de los avances a lo largo de los años sobre su prevención se sigue registrando alta incidencia (2,3).

Es una enfermedad de etiología multifactorial e infecciosa debido a una desmineralización de la estructura dental, causada por factores, como la estructura del órgano dentario, la biopelícula y azúcares que se forma en la superficie, la saliva, bacterias como el *Streptococcus Mutans* y el *Lactobacilli acidophilus* y la influencia genética (2,5). Comienza como una desmineralización y progresa hasta que se presenta una cavitación, seguida de un daño pulpar e incluso un absceso (6). Este tipo de lesiones puede causar la pérdida prematura de los órganos dentales; pudiendo ocasionar, afecciones como mal oclusiones, problemas de fonética, estética y de función, pérdida de espacios, arcadas colapsadas, erupción ectópica o retrasada de los dientes (3,7,8).

Esta enfermedad es común en los niños, lo que hace referencia a poner atención para su diagnóstico temprano y su prevención. El avance de una lesión cariosa en órganos dentarios temporales es normalmente rápido (9–11) y cuando ya están cercanas a la pulpa pueden ser el indicador para realizar un tratamiento pulpar, ya sea un recubrimiento indirecto o pulpotomía (12). El tratamiento pulpar en órganos dentarios temporales es una de las opciones que puede recibir un paciente pediátrico cuando presenta alguna sintomatología, ya que evita la extracción y ayuda a preservar los órganos dentarios y los espacios correspondientes para la futura dentición permanente (7–9).

Por más de un siglo se realizaron terapias pulpares de manera empírica, sin ninguna evidencia científica. Alrededor de 1970 se empezaron a realizar diversos estudios sobre

los tratamientos pulpares basados en técnicas experimentales (13). Es importante que el odontólogo conozca los signos y síntomas de la caries dental, además de entender las secuelas y el impacto de la salud general cuando el órgano dentario dañado no es rehabilitado. Una lesión no tratada puede conducir a una infección en el hueso a través de la raíz causando linfadenopatía submandibular o cervical profunda (6).

## 2. TERAPIA PULPAR EN ORGANOS DENTARIOS TEMPORALES

### 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PULPA PRIMARIA

La pulpa dental de los órganos dentarios temporales tiene un periodo de vida mucho más corto que la pulpa de los órganos dentarios permanentes. Histológicamente la pulpa de un órgano dentario temporal es parecida a la de un órgano dentario permanente. Tiene un tejido conectivo especializado de origen mesenquimático rodeada de paredes de túbulos dentinarios contenida entre paredes rígidas de tejidos mineralizados, dentina, cemento, esmalte (7,13). Se distinguen zonas topográficas parecidas a las de los órganos dentarios permanentes, sin embargo, no se encuentran claramente diferenciadas. Existe una capa odontoblástica donde los odontoblastos se encuentran dispersos, dan una apariencia pseudoestratificada en la región coronaria y se observa un espesor de cinco a siete células y en la región radicular se observa un espesor de dos células (14). Los odontoblastos tienen una morfología columnar o cilíndrica en el área coronaria. Son los responsables de la síntesis y depósito de la matriz orgánica de dentina rica en colágeno, que es mineralizado alrededor de la pulpa. Está la zona oligocelular de Weil que en órganos dentarios primarios es poco evidente y la zona rica en células se observa solo en la pulpa coronaria. La zona de la pulpa central ofrece un aspecto de tejido laxo con abundantes células, vasos y nervios. La pulpa y la dentina tienen una estrecha relación durante todo el desarrollo del órgano dentario formando el complejo dentino-pulpar y a través de sus diferentes mecanismos; representa un sistema de defensa ante agentes agresores. A pesar de que la vida de los órganos dentarios temporales es corta y la dentina es delgada comparándola con los órganos dentarios

permanentes la respuesta de protección ante la caries dental del complejo dentino-pulpar es la misma tanto en temporales como en permanentes. Los factores que causan normalmente inflamación pulpar en dentición primaria son las lesiones cariosas y traumatismos (7,14).

## 2.2 DIAGNÓSTICO PULPAR

Para poder realizar el diagnóstico pulpar de uno o varios órganos dentarios es importante tomar en cuenta varias consideraciones (15); La primera es la historia clínica, la cual comprende todo lo que debemos de conocer del paciente. La segunda es el examen dental, incluyendo los síntomas presentes. El tercero es la exploración intraoral y extraoral; en este examen podremos evaluar si existe alguna inflamación o abscesos como signos de infección, de igual manera toman las radiografías correspondientes. El cuarto punto y uno de las más importantes son las características del dolor; hablando de dentición temporal es importante que se pregunte a los padres acerca de las características del dolor en el niño, ya que los pacientes pueden dar información errónea. En este paso normalmente se decide el tipo de tratamiento a realizar (8,15,16).

### 2.2.1. SIGNOS Y SÍNTOMAS AGUDOS (8)

Entre los signos y síntomas a valorar se tiene el tipo de dolor, éste nos dice de qué manera se presenta, movilidad, abscesos periapicales o celulitis facial, que incluye la diseminación de la infección en los tejidos circundantes.

### 2.2.2. SIGNOS Y SÍNTOMAS CRÓNICOS (8)

Los signos y síntomas crónicos nos hacen referencia a que la infección ha sido persistente, a una presencia de quiste folicular, fenestración apical, tracto sinuoso u órganos dentarios permanentes ectópicos

### 2.2.3. SIGNOS CLÍNICOS (8)

Pueden presentar decoloramiento de la corona, cuando esto sucede puede ser debido a una pulpa necrótica, movilidad clínica la cual comúnmente está asociado a la pérdida de hueso, por una lesión cariosa afectando a la pulpa o fractura de las crestas triangulares oclusales.

#### 2.2.4. EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

La radiografía es un estudio de diagnóstico complementario para la toma de decisiones acerca del tratamiento a realizar. Permite observar la extensión, la proximidad y posición hacia la pulpa de la lesión cariosa, la presencia de un órgano dentario permanente, el estado de los conductos radiculares, del hueso alveolar, presencia de lesión en furca, resorción interna o externa; entre otras. Entre las pruebas complementarias también se encuentran las pruebas de sensibilidad térmicas, las cuales son de utilidad para el diagnóstico pulpar, aunque en pacientes pediátricos muchas veces no llegan a funcionar (7,16).

### 3. TERAPIA PULPAR

Uno de los problemas a los que se enfrenta el odontólogo al momento de realizar el diagnóstico pulpar es definir si la pulpa se encuentra sana o no y si es necesario realizar algún tratamiento pulpar. Las diferentes opciones están clasificados en tratamiento pulpar indirecto y pulpotomía, estos son para órganos dentarios con pulpa vital o pulpitis reversible y para órganos dentarios con pulpa no vital se encuentra la pulpectomía en órganos dentarios temporales (17).

#### 3.1. TERAPIA PULPAR PARA ÓRGANOS DENTARIOS VITALES/PULPITIS REVERSIBLE

##### 3.1.1. ANTECEDENTES

El primero en describir un tratamiento pulpar fue Philip Pfaff en 1756, quien realizó un tratamiento pulpar intentando obturar una exposición pulpar con un pequeño pedazo de oro perfectamente adaptado para la cavidad (18).

En 1826 Leonard Koecker cauterizó la porción expuesta de la pulpa usando un cable de acero al rojo vivo, seguido de esto cubrió el tejido con un pedazo de lámina de plomo (18).

Sweet utilizó como primer medicamento para realizar un tratamiento pulpar al formaldehído desde 1874, conocido ahora como el formocresol (19).

En 1899 Gysi introdujo el primer compuesto para combinar con formaldehído y creosota para sanar la pulpa bajo condiciones estériles (18).

En 1904 empieza a utilizarse el formocresol en odontología Buckley establece que la pulpa necrótica podía fijarse con formaldehído y volverse inocua, agregando tricresol, glicerina y agua para aumentar solubilidad y difusión del compuesto (20).

En 1975 Gravenmade propone al glutaraldehído como una alternativa al formocresol en los tratamientos endodónticos (13).

En 1980 Kopel introduce el glutaraldehído para pulpotomías de órganos dentarios temporales, atribuyendo que es menos tóxico que el formocresol preservando la cámara pulpar (13).

La Academia Americana de Odontología Pediátrica define como objetivo principal de las terapias pulpares mantener la integridad y salud de los órganos dentarios y sus tejidos de soporte para mantener la vitalidad pulpar del órgano dentario afectado por caries, preservar la pulpa radicular y retener el órgano dentario hasta su periodo de exfoliación (16,19). Un tratamiento pulpar implica además de una buena técnica, una combinación con un buen medicamento para un mejor efecto (21).

### 3.2. PULPOTOMÍA

Es un tratamiento que se realiza principalmente en órganos dentarios temporales; consiste en la extirpación de la pulpa cameral infectada sin involucrar a la pulpa radicular.(7,16,19–23). Es la eliminación completa o parcial de la pulpa cameral para preservar la pulpa radicular sana y libre de inflamación (23,24). Seguido de la extirpación se debe de colocar un medicamento en el tejido sano para estimular a la reparación de la pulpa remanente (18). Está indicado en órganos dentarios vitales temporales y en órganos dentarios vitales permanentes inmaduros, con ápices abiertos y en formación, con capacidad de poder repararse después de la amputación de la pulpa cameral afectada o infectada; si este tratamiento llega a fallar, el siguiente tratamiento indicado a realizar en órganos dentarios vitales temporales es la pulpectomía (7,24).

Ranly menciona que la pulpotomía se ha desarrollado en tres líneas (22):

- Desvitalización (cauterización/momificación)
- Preservación (mínima desvitalización, no inductiva)
- Regeneración (inductiva/reparativa)

Existen diferentes medicamentos que comúnmente se utilizan en las pulpotomías; los cuales han sido estudiados a lo largo de la historia (18,25). El éxito o fracaso de estos medicamentos está relacionado con la biocompatibilidad, la capacidad de aliviar la lesión y citotoxicidad en el órgano dentario. El éxito del tratamiento dependerá de un diagnóstico adecuado al principio del tratamiento y uno de los requisitos principales es la presencia de una pulpa radicular sana (18).

### 3.2.1. OBJETIVO DE LA PULPOTOMÍA

Existen diferentes objetivos que deben cumplirse al realizar la pulpotomía; el principal es preservar el órgano dentario con su remanente pulpar sano. Una vez realizado el tratamiento no debe existir dolor, sensibilidad o inflamación. Preservar el órgano dentario temporal nos permitirá preservar el espacio para el órgano dentario permanente. Radiográficamente no se debe observar ninguna evidencia patológica, no debe haber reabsorción radicular interna acelerada ni externa (13,16,26).

### 3.2.2. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

#### Indicaciones

Cuando la lesión cariosa es removida y ocurre una exposición pulpar accidental, cuando hay sintomatología de pulpitis reversible (16)(26). Por alguna una exposición pulpar traumática o bien si la cámara es retirada y tejido radicular se observa sano, sin supuración, necrosis o hemorragia (16). Está indicada de igual manera cuando la lesión cariosa se limita solamente a la pulpa y no a tejido pulpar radicular(26,27).

#### Contraindicaciones

En presencia de inflamación de los tejidos blandos adyacentes, que sean de origen pulpar, presencia de fístula, de movilidad patológica, existencia de reabsorción externa o interna radicular, lesiones radiográficas periapicales o interradiculares. Presencia de calcificaciones pulpares o ausencia de sangrado de pulpa o excesivo sangrado tras la amputación pulpar sin posibilidad de que la hemorragia sea controlada mediante presión (28). Cuando la pulpa presenta drenaje seroso purulento, existe una historia de dolor nocturno o espontáneo, sensibilidad a la palpación o percusión o es un órgano dentario no restaurable (27)(28). En pacientes con problemas cardíacos, ya que son más propensos a una endocarditis infecciosa o inmunosuprimidos, ya que tienen un potencial de cicatrización menor, cuando se comparan con pacientes sin compromiso sistémico (8).

### 3.2.3. TÉCNICA

Después de administrar la anestesia local y cerciorarse de un correcto bloqueo anestésico se debe realizar un aislamiento absoluto del campo operatorio del órgano dentario a tratar. Se realiza la remoción de toda la lesión cariosa superficial antes de eliminar la cámara pulpar para minimizar la introducción de bacterias. Una vez eliminada toda la lesión cariosa se debe remover la pulpa cameral, amputándola de una sola intención. Se crea hemostasia con una torunda de algodón estéril por 5 minutos y posteriormente se administra sobre el tejido pulpar remanente un medicamento:

formocresol, sulfato férrico, hidróxido de calcio, MTA o bien utilizar láser o electrocirugía y si la hemorragia no cede se debe proceder a la pulpectomía.

Posterior a esto se debe de colocar material de restauración, puede ser óxido de zinc y eugenol, IRM o cualquier otro material adaptable para la cavidad como ionómero de vidrio para evitar que exista alguna microfiltración, para después colocar una corona de acero en caso de ser necesario. Se toma la radiografía final del tratamiento para verificar haber realizado un buen trabajo (8,13,16,21). Es importante tomar en cuenta diferentes criterios para poder evaluar el éxito o fracaso de los tratamientos pulpares que se realizan en la población pediátrica, entre estos criterios se encuentran los criterios de Strindberg este incluye dos escalas de evaluación, la clínica y la radiográfica. En los criterios menciona que será éxito clínico cuando no existe sintomatología clínica y éxito radiográfico cuando el ligamento periodontal se encuentra sano y la lámina dura intacta (29,30), de igual manera se pueden utilizar los criterios del Dr. Strange el cuál determinó una escala radiográfica en órganos dentarios temporales para determinar como se encuentra el tratamiento donde se considera como éxito una pulpotomía que no presenta datos patológicos y como fracasocuando existe reabsorción interna o externa de la raíz, destrucción radicular, metamorfosis calcificada o exfoliación prematura (31).

#### 4. MATERIALES PARA OBTURACIÓN DE PULPOTOMÍA EN ÓRGANOS DENTARIOS TEMPORALES

##### 4.1. MEDICAMENTOSOS

##### 4.1.1. FORMOCRESOL

Introducido en 1904 por Buckley (20,22,32), se ha utilizado en odontología por más de 100 años y en órganos dentarios temporales vitales alrededor de 80 años. Su eficacia ha sido evaluada y su tasa de éxito está entre un 70% a un 100% (8,32), por lo tanto, es considerado el estándar de oro en los tratamientos de pulpotomías permitiendo la exfoliación de manera natural del órgano dentario temporal (22,33). La fórmula

comercial que consiste en 19% de formaldehído, 35% de tricresol, 15% glicerina y 31% de agua destilada (32).

1930 Sweet sugiere utilizar el formocresol en tratamientos pulpares en dentición primaria con pulpa expuesta (34).

1985 Barefield reporta que el formocresol colocado como sub-base ejerció el mismo efecto sobre la pulpa 5 minutos después al inicial (31).

Autores como Tobón, Morawa, Fur, García Godoy, Loos entre otros decían que el formocresol puede reducir su toxicidad al diluirlo, cuando se aplica por 5 minutos en una pulpa vital de un órgano dentario temporal, previniendo el daño en las siguientes capas más profundas del órgano dentario (20).

El objetivo del formocresol en las pulpotomías de órganos dentarios temporales es el mantener asintomático el órgano dentario hasta su exfoliación natural, evitando llegar a la pulpectomía (20,35). Entre sus propiedades, el material se considera un excelente bactericida con propiedades de fijación para los tejidos (22).

El formocresol es un componente del grupo de los aldehídos que tiene una capacidad bactericida y actúa como un agente desvitalizador, esta capacidad ha reportado resultados de reabsorciones internas, inflamación pulpar, calcificaciones o necrosis en órganos dentarios temporales. Pruhs *et al.* encontró una estrecha relación de tratamientos pulpares realizados con formocresol, que pueden llegar a causar defectos del esmalte en los órganos dentarios permanentes (36). Entre sus contraindicaciones se encuentran: reabsorción radicular, reabsorción interna y compromiso de furca en órgano dentario temporales (20)

Se ha estudiado a lo largo de los años el formocresol y sus efectos tanto positivos como negativos en los órganos dentarios temporales; sin embargo, en el 2004 el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) clasificó al formaldehído como un agente cancerígeno (36).

La mayoría de los estudios realizados sobre este material han sido principalmente en ratas y a partir de esto se ha reportado que en altas dosis de entre 43.2 y 50.4 mg/kg de

peso pueden llegar a causar mutaciones genéticas, cáncer nasofaríngeo, alteraciones en el plasma y enzimas urinarias, histológicamente se han observado cambios en el riñón, hígado, corazón y pulmones (32,36–38)

Se ha encontrado que el material tiene un alto potencial citotóxico mutagénico especialmente en niños y su uso ha sido disminuido y remplazado por otros materiales (33). Su forma de uso es colocar sobre el órgano dentario una torunda de algodón estéril humedecida con formocresol sin exceso de material, dejarse por 5 minutos y retirarse; solo debe de colocarse una vez que se haya logrado la hemostasia; antes de haber colocado el medicamento, jamás debe de colocarse si el tejido sigue sangrando (8).

#### 4.1.2 HIDRÓXIDO DE CALCIO ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )

El hidróxido de calcio fue introducido en la endodoncia por Hermann en 1920 (39). En 1938 Teuscher and Zander reportaron que el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  forma un puente dentinario y mantiene la pulpa radicular sana. Zander reportó en un estudio histológico al usarlo como recubrimiento pulpar en órganos dentarios temporales y permanentes se formaba una capa amorfa calcificada en la zona donde se había dañado la pulpa, la cual convertía en un puente dentinario y que entre desventajas se encuentra la frecuente resorción interna en órganos dentarios temporales (18). Se ha utilizado ampliamente, especialmente en los países Escandinavos, donde estudios reportan que existe mayor número de resorciones internas y menor tasa de éxito a lo largo del tiempo (18,33).

Es un polvo de color blanco con un peso molecular de 74.08 (Farhad *et al* 2005), tiene una baja solubilidad en el agua, éste disminuye al aumentar la temperatura, es insoluble en alcohol y se ha demostrado en diferentes estudios que es capaz de inducir la producción de iones calcio; tiene un pH de aproximadamente 12.5 – 12.8, por lo que se considera tiene actividad bactericida. Al estar en contacto con fluidos acuosos se disocian en iones de hidroxilo y de calcio promoviendo una alta solubilidad de manera que son más fáciles de ser reabsorbidos por los macrófagos. Cuando es mezclado con un medio viscoso la disociación es más lenta y mantiene la pasta en el lugar por mayor tiempo (39–41).

A lo largo de los años el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  se ha utilizado para diversos tratamientos odontológicos como base para las cavidades, tratamientos directos e indirectos, pulpotomías, para obturación de conductos, para tratamientos intraconductos en infecciones radiculares e inducción al cierre de ápices. En el tratamiento de pulpotomía se utiliza para la fijación de los tejidos al momento de la amputación de la pulpa (41,42). Al ser utilizado como un material para recubrimiento pulpar en órganos dentarios permanentes tiene mayor éxito que en órganos dentarios temporales (40,41).

#### 4.1.3 ÓXIDO DE ZINC Y EUGENOL (ZOE)

Material utilizado mayormente en Estados Unidos (7). Se utilizaba primeramente como cemento; es un material suave utilizado para el control de cavidades profundas (43). Se utiliza para el relleno de la cavidad después de haber causado o inducido la hemostasia (18). En 1968 Stanley y en 1974 Dickey *et al.* reportan una respuesta favorable al tener contacto con el ZOE (43). Es uno de los materiales más utilizados en odontología gracias a sus propiedades sedantes y paliativas ante el dolor pulpar. Se utiliza como aislante térmico, como restaurador, obturador y como antimicrobiano (44).

En un estudio realizado con 52 dientes, 35 recibieron tratamiento de pulpotomía con formocresol y 17 con óxido de zinc y eugenol, se evaluaron los resultados histológicos. Éstos estudios iniciaron a las 3 semanas después de haber realizado el tratamiento y se concluyeron a las 38 semanas. Se reportaron que los tratamientos realizados con formocresol demostraron cambios necróticos y un remplazo de tejido de granulación, radiográficamente se observa un éxito de un 97%, mientras que el óxido de zinc y eugenol se reportó un 58% de éxito. Beaver reportó que el óxido de zinc y eugenol muestra efectos de inflamación crónica, resorción interna y fibrosis pulpar (18). Se han registrado diversos efectos tóxicos cuando se aplica directamente al tejido pulpar, ya que el eugenol induce una respuesta inflamatoria e inhibe la respuesta inmune, por lo tanto, sólo se recomienda su uso como recubrimiento pulpar (44).

#### 4.1.4 GLUTARALDEHÍDO

En 1976 se introdujo como un medicamento para pulpotomías de órganos dentarios temporales (45). Se ha recomendado como un sustituto del formocresol, su poder de fijación es potencialmente menos tóxico, sus propiedades enlaces entrecruzados de penetración en los tejidos es más limitada, por lo que causa menos daño a los tejidos periapicales (7,19). Gravenmade propuso que el glutaraldehído puede ser usado como un fijador de pulpa y ofrecer mejores características que el formocresol sin inducir efectos indeseables, ya que es un excelente agente fijador (18). Es menos volátil, tiene menor habilidad de formar enlaces entrecruzados con el tejido dentario y menos probabilidad de que exista una penetración apical ya que tiene más capacidad de interacción con las proteínas (19,45).

En un estudio realizado por Fuks *et al* de 53 pulpotomías en molares temporales se reportó un 94% de éxito clínico y radiográfico a los 6 meses y un 90% de éxito a los 12 meses, 82% a los 24 meses sin presentar resorción interna con una solución de glutaraldehído al 2% (18).

Numerosos estudios recomiendan el uso del glutaraldehído del 2% al 5% el cual producirá una fijación en el tejido pulpar con una capacidad de penetración limitada, teniendo una interacción más estable con las proteínas mayor al formocresol y tiene una capacidad antibacterial mucho mayor (45).

En 1990 Sun *et al.* comparó la citotoxicidad del glutaraldehído y formaldehído con respecto al tiempo de exposición y concentración usando células humanas, las cuales fueron expuestas de 4 a 24 horas, los efectos citotóxicos del formaldehído fueron altos. Concluyeron que de acuerdo al tiempo de exposición es la capacidad de fijación, a mayor tiempo mayor fijación (18).

#### 4.1.5. SULFATO FÉRRICO

Es una solución coagulante, que trabaja como agente de hemostasia local en una solución de 15.5%, tiene la capacidad de formar un enlace iónico de proteínas férricas al

tener contacto con la sangre o cualquier daño que se encuentre, se empezó a utilizar para remplazar al Hidróxido de Calcio (8).

Es un material con mínima desvitalización y no inducción del tejido pulpar. La proteína metálica forma un coagulo en la superficie de la pulpa y puede actuar como un irritante de componentes de manera pasiva. En 1988 se realizaron estudios de este medicamento en órganos dentarios de monos, realizados por Landau & Johnsen y en 1991 se realizaron estudios con humanos por Fei *et al* y 1997 con Fuks *et al* sin embargo no se obtuvieron pruebas suficientes sobre su eficacia como un agente para las pulpotomías en órganos dentarios temporales (46).

Se ha incrementado el uso de este material debido a su alto efecto hemostático, su facilidad de uso y su éxito a largo plazo comparado con el estándar de oro, el formocresol y con el MTA (33,46,47) Si se desea usarlo se debe de colocar sobre el órgano dentario con un microbrush por 15 segundos, después enjuagar con agua y secar, si la hemorragia persiste se debe de realizar pulpectomía (8).

## 4.2 NO MEDICAMENTOSOS

### 4.2.1 LÁSER

Fue introducido por Shoji en 1985, el utilizó un láser CO<sub>2</sub> (22). Se ha demostrado que el láser supera los déficits histológicos y pueden acelerar la cicatrización. Es un buen hemostático, antimicrobiano y cicatrizador de la herida pulpar acelerada (22,48). No causa un daño mecánico en el resto del tejido pulpar, no tiene contacto mecánico y aumenta ligeramente la temperatura térmica de la pulpa.

Recientemente se ha recomendado el uso del láser para varios tratamientos endodónticos como lo son la hipersensibilidad, los recubrimientos pulpares, esterilización de los conductos radiculares, tratamientos de dentina, conformación de conductos y obturación de pulpotomías en órganos dentarios primarios como alternativa del formocresol. El uso del láser en la pulpotomía es, una vez realizada la pulpotomía de

manera normal y haber inducido a la hemostasia, se debe de utilizar el láser irradiando los orificios del conducto radicular logrando una coagulación (48).

#### 4.2.1 ELECTROCIRUGÍA

La electrocirugía utiliza energía de radiofrecuencia para lograr producir un tejido superficial cicatrizado. Ayuda a cortar, coagular, disecar o destrucción de varios tejidos (8,49). Tiene potencial antibacteriano y hemostático, un alto contacto con el tejido puede causar quemadura del tejido, causando una necrosis pulpar u subsecuentemente una resorción interna del conducto. Su tasa de éxito va desde un 70% a un 94%. Se debe de realizar una vez hecha la hemostasia, el lugar donde se coloque el electrocauterio debe de ser mojado previamente con agua para eliminar el exceso de calor (8).

### 5. BIOMATERIALES

El desarrollo de los materiales con características especiales para su uso en el ser humano ha sido un reto constante en el desarrollo científico y tecnológico (50), juegan un papel importante en el desarrollo de nuevas tecnologías y en la reconstrucción dental cuando ésta se encuentra afectada (51). Éstos ofrecen razonables resultados; sin embargo, existen algunas preocupaciones con su desempeño clínico, como por ejemplo la amalgama; biomaterial de color gris que ha sido utilizado a lo largo de los años ofreciendo buenos resultados, pero no buena estética, por lo que es necesario el desarrollo de diferentes métodos de restauración alternativos que puedan utilizarse en distintas condiciones, tomando en cuenta la capacidad económica del paciente y sus necesidades. Una de las características principales de los biomateriales es que deben tener compatibilidad con los tejidos y permitir una fácil manipulación. Sin embargo, no cumplen con todas las necesidades, ante esto surge la necesidad de suplir estas dificultades y se crean los biocerámicos, los cuales son materiales de que comenzaron a utilizarse en los años 60's (50).

#### 5.1 MATERIALES BIOCERÁMICOS

La biocerámica es un término que se utiliza para referirse a la cerámica diseñada para interactuar con el sistema biológico y aplicada a usos biomédicos; fue diseñada para la medicina, incluyendo a la odontología, para reparar, reemplazar y reestructurar tejidos u órganos dañados (50,52).

La biocerámica es uno de los materiales sintéticos más antiguos basados en recursos naturales; son estructuras cristalinas que se forman al calentar sales minerales no metálicas bajo altas temperaturas. Se encuentra entre los materiales recientemente introducidos en endodoncia con mayor utilidad y mayor éxito (52,53). Una de las principales razones de su introducción en la endodoncia es la capacidad de formar un ambiente adecuado ante la patología pulpar (24).

Son materiales biocompatibles, no tóxicos, suelen ser químicamente estables en el entorno biológico, son óxidos metálicos con una actividad mejorada antibacteriana, antifúngica y una capacidad de sellado mejorada. Tienen la capacidad de funcionar como tejidos naturales en el cuerpo y ayudar a la regeneración de los mismos (53,54). Causan una respuesta interfacial formando un vínculo entre el material dental y los tejidos vitales circundantes, ya que tiene la capacidad de unirse a los fibroblastos, células endoteliales y factores de crecimiento dentinarios cuando las células pulpares se encuentran dañadas (24).

Entre los materiales biocerámicos mayormente utilizados se encuentran la zirconia, alúmina, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles. Existen diferentes clasificaciones de los biocerámicos las cuales están basadas en su composición, su consistencia y su mecanismo de sellado.

Una de las clasificaciones es:

1. Bioinerte: ya que no interactúa con sistemas biológicos, como lo es la zirconia, mostrando no tener ningún efecto adverso en los tejidos circundantes (53,55).
2. Bioactivo: ya que los tejidos pueden llevar a cabo interacciones interfaciales con el tejido circundante, como lo son el vidrio y fosfato de calcio que interactúan con el tejido para inducir el crecimiento de tejidos más duraderos (53,55).

3. Biodegradable: son capaces de ser reabsorbibles o solubles eventualmente reemplazando o incorporándose al tejido (53).

Entre las ventajas de los biocerámicos se encuentra la propiedad de biocompatibilidad gracias a su similitud con la hidroxiapatita biológica. Tienen capacidad osteoinductora intrínseca debido a su capacidad de absorber sustancias osteoinductoras si hay un proceso de daño cercano. Funciona como andamio regenerativo, es capaz de reabsorberse una vez que el tejido se reconstruye, tiene la capacidad de crear un sellado hermético, formando un enlace con la estructura dental, de igual manera tiene una excelente capacidad antibacteriana, formando polvos porosos que contienen nanocristales que evitan la adhesión bacteriana. Es necesario que todos estos materiales tengan ciertas propiedades para el éxito (51–53,56).

#### 5.1.2 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS ÓPTIMAS DE LOS MATERIALES DE USO ENDODONTICO

##### 1. Tiempo corto de fraguado

Este es el tiempo que tarda un material en pasar de un estado fluido a un estado endurecido, tiempo en que el material permite su manipulación y trabajo. Es necesaria la presencia de humedad para los materiales biocerámicos ya que esto ayuda a su fraguado (53). Un tiempo de fraguado largo puede causar irritación en los tejidos (55), por lo tanto, un tiempo de fraguado corto nos ayuda y facilita el sellado hermético entre el canal radicular y el periodonto.

Se utilizan varios métodos para evaluar el fraguado y fijación de los materiales dentales, entre éstos se encuentra el principio de la norma ISO 9917, la cual evalúa la resistencia (53).

##### 2. Alta resistencia mecánica

La resistencia a la compresión de un material es el valor de esfuerzo de compresión uniaxial alcanzado por un material cuando el material falla completamente. Es necesaria esta propiedad en los materiales biocerámicos ya que permite soportar altas cargas de

resistencia que tienden a la deformación y la contracción una vez que éste es aplicado en el órgano dentario que va a soportar altas cargas de resistencia mecánica.

### 3. Alto pH alcalino y liberación de iones de calcio

Estudios *in vivo* e *in vitro* han demostrado que la cicatrización de las heridas de la pulpa mediante el depósito de apatita mineralizada, aunada a la liberación de iones calcio depende del pH. La humedad facilita la reacción de hidratación de los iones de calcio para inducir a la producción de hidrogel de silicato de calcio e hidróxido de calcio, los cuales reaccionan con el fosfato para formar hidroxiapatita y agua. El efecto del hidróxido de calcio en el conducto radicular puede causar una reabsorción externa de raíces la cual puede ser una consecuencia de su efecto antibacteriano. Existen estudios en los que se ha demostrado que un pH alcalino puede inducir a una necrosis limitada de las células resortivas en la superficie de la raíz y suprimir la actividad biológica de los lipopolisacáridos. Por lo tanto, un pH alcalino y la liberación de los iones calcio son necesarios durante una reacción de fraguado ante cualquier material utilizado para el sellado correcto de las raíces (52,53).

### 4. Alta radiopacidad, flujo moderado, baja porosidad y solubilidad

La radiopacidad de los materiales es una propiedad física necesaria, la cual permite la visualización de los materiales de obturación mediante las radiografías para comprobar la calidad de la obturación. Un material de obturación ideal debe tener cierto grado de radiopacidad para poder evaluar el sellado radiográficamente de una manera clara. La medición de la radiopacidad se realiza de acuerdo a las normas de ISO 6876/2001. Todos los materiales para poder tener cierta radiopacidad necesitan contener aluminio como material de control de la misma. Las normas internacionales exigen que su radiopacidad mínima sea de 3 mm de espesor (53).

El flujo es la capacidad de un cemento de penetrar en las irregularidades y canales accesorios del sistema radicular, ésta es una propiedad física muy importante. Si existe mayor flujo se obtiene mayor capacidad de penetración. Se ve influido por la temperatura, el tiempo de mezcla y el tamaño de las partículas, por lo tanto, cuanto más pequeñas, mayor flujo (53,55). No debe de existir un flujo excesivo, ya que aumenta el riesgo de

extravasación de material al periápice, comprometiendo tejidos periodontales y puede afectar el efecto de curación. Es necesario, por lo tanto, un flujo moderado para que el cemento pueda ser capaz de acceder por sí mismo a las zonas que necesiten ser rellenas. Las especificaciones del flujo de los materiales podemos encontrarlas en la norma ISO 6876/2001, estableciendo como flujo mínimo requerido 20 mm para los cementos. La resistencia mecánica de los silicatos de calcio va a depender de su bajo nivel de porosidad. La porosidad en el cemento está íntimamente relacionada con la cantidad de agua añadida al momento de la mezcla, del tipo de espatulado y las burbujas de aire que puedan quedar atrapadas durante la mezcla y del pH ambiental. Entre menor sea la porosidad, mayor será la resistencia mecánica.

La solubilidad también es un factor importante para evaluar a los materiales de restauración. La falta de solubilidad debe ser una característica deseada para los materiales utilizados en obturaciones radiculares y perforaciones (53).

### 5.1.2 PROPIEDADES BIOLÓGICAS ÓPTIMAS DE LOS MATERIALES DE USO ENDODONTICO

#### 1. Biocompatibilidad

Todos los materiales endodónticos deben tener contacto directo con la pulpa y el periodonto, por lo tanto, una de sus características debe de ser la biocompatibilidad, la cual se define como la capacidad de un material de entrar en contacto directo con los tejidos sin causar una reacción adversa como toxicidad, irritación, inflamación, alergia o carcinogenicidad (53,55)

Existen diferentes pruebas que deben realizarse a los materiales para evaluar su biocompatibilidad, éstas son pruebas *in vivo e in vitro*. Los estudios realizados *in vitro* incluyen evaluación de la citotoxicidad de los materiales, éstos se realizan utilizando diferentes líneas celulares, que se evalúa por citometría de flujo utilizando una tinción de viabilidad celular (53) y pruebas celulares sobre su capacidad de crecer y poblar en la superficie del material, también usando pruebas en células osteoblásticas de ratón y de humano y células de los ligamentos periodontales de humano (55). Los test *in vivo* incluyen pruebas experimentales de su uso en animales, de acuerdo a los protocolos

clínicos aceptados y de un examen histológico (53). Esta biocompatibilidad se le puede atribuir a la presencia de fosfato de calcio en los materiales, ya que éste se encuentra como componente principal inorgánico de los tejidos duros del cuerpo y como consecuencia tiene el potencial de promover la regeneración (55).

## 2. Estimulación de la biomineralización

Un buen material endodóntico debe proporcionar no sólo un buen sellado, sino también debe de inducir a la formación de enlaces químicos y a la precipitación de iones de apatita en la dentina por un periodo de tiempo largo. La biomineralización facilita la cicatrización de los tejidos y da lugar a un pH local alto, induce la liberación de minerales y la formación de cristales de apatita, estos cristales de apatita crecen dentro de las fibrillas de colágeno y promueven la nucleación mineral de dentina y promoviendo la formación de una capa interfacial de dentina y el material. Es necesario que todo material que se utilice en endodoncia ayude a estimular y modular el proceso de biomineralización para el sellado correcto del margen que se desea, de modo que la capa formada de tejido mineralizado ayudará a proteger el conducto de bacterias y toxinas de su alrededor para que se considere como ideal. Éste fenómeno puede identificarse mediante diversas técnicas microscópicas entre las cuales se encuentra la técnica de barrido, técnica con difracción de electrones, microscopía de Raman, difracción de rayos X y las tinciones (53).

## 3. Inducción a la diferenciación de las células pulpares

Una exposición grave de la pulpa y una destrucción de la capa odontoblástica subyacente puede, en condiciones específicas, iniciar la regeneración del complejo dentino-pulpar mediante la diferenciación de las células secretoras y la estimulación de la dentinogénesis reparativa. El objetivo principal de los biomateriales es el de inducir a la reparación de los tejidos dañados formando una barrera de tejido mineralizado que protege a la pulpa, cumpliendo el objetivo de sellar la herida pulpar e inducir a las células a la estimulación de formación de dentina (53).

## 4. Actividad antibacterial

Al realizar un tratamiento endodóntico se deben reducir generalmente los microbios atrapados en el conducto, sin embargo, no se eliminan por completo. Por lo tanto, es importante que los materiales de obturación permanente tengan actividad antimicrobiana (53,55). Para esto utilizan diferentes estudios para evaluar la efectividad antimicrobiana de los materiales como lo son la prueba de difusión de agar y la prueba de contacto directo las cuales brindan valores reales acerca del efecto antimicrobiano en el conducto. La prueba de contacto directo refleja el potencial antimicrobiano de los materiales selladores en entornos estandarizados. Se ha comprobado que algunos materiales son eficaces ante algunas bacterias, existen pruebas de su eficacia ante microorganismos de la dentina infectada (53).

De acuerdo a Tanaka y Yamashita, los cerámicos deben clasificarse de acuerdo a su composición química en dos grupos:

1. Fosfato de calcio
2. Otros

En el grupo de los fosfatos de calcio podemos encontrar

1. Hidroxiapatita
2.  $\beta$ -Fosfato tricálcico
3. Fosfato dicálcico anhidro
4.  $\alpha$ -Fosfato Tricálcico
5. Fosfato Tetratricálcico
6. Fosfato Octacalcio
7. Fosfato de Calcio Amorfo

En el grupo de Otros se pueden encontrar:

1. Zirconia tetragonal estabilizada con itria
2. Alúmina
3. Titanio
4. Nitruro de Silicio
5. Carburo de Silicio
6. Carbón

7. Sistemas de Vidrios Bioactivos
8. Sistema de Cerámica de Vidrios Bioactivos (56).

Los biocerámicos más utilizados en endodoncia se clasifican en dos:

1. A base de silicato de calcio

- 1.1 Cementos: Cemento Portland, MTA, Biodentine

- 1.2 Selladores: Endo CPM, MTA Fillapex, BioRoot RCS, TechBiosealer.

2. A base de Fosfato de calcio, Fosfato Tricálcico e Hidroxiapatita

- 2.1 iRoot BP, iRoot BP Plus, iRoot FS, EndoSequence BC Sealer, Bioaggregate, TechBiosealer (52).

Todas estas características son necesarias para que un biocerámico sea un material exitoso a la hora de realizar el tratamiento cualquier tratamiento pulpar. El estándar de oro de los estos materiales a la fecha ha sido el MTA, material biocerámico introducido en 1993 y aceptado por la FDA en 1998 (57), después de la aparición del Cemento Portland, el primer silicato de calcio introducido en la odontología. El MTA es aceptado para diversos tratamientos pulpares como lo son la pulpotomía y los recubrimientos pulpares, ha demostrado su habilidad por sanar los tejidos al estar en contacto directo con ellos al igual que el hidróxido de calcio (24).

## 6. CEMENTO PORTLAND

La historia de los cementos de silicato de calcio de Portland permite ir a los tiempos romanos donde el cemento era capaz de fraguar con el agua mediante una mezcla hecha de cal y producto volcánico que se encontraba en Puteoli, por lo tanto, se le denominó Pozzolana. Este producto ayudaba a que el concreto romano fraguara de manera rápida, aún sumergido en agua, permitía la construcción de diversos edificios, monumento y puentes. Durante la Edad Media este secreto se perdió, pero en el siglo XVIII John Smeaton, redescubrió el secreto utilizando arcilla y piedra caliza (58).

En 1824 Joseph Aspdin patentó el Cemento Portland; éste era obtenido por la calcinación de mezcla de calizas procedentes de Portland en Inglaterra (52). Tiene como principal componente el *clinker portlad*, formado después de calcinar arcilla y caliza. Actualmente se fabrica mezclando sustancias como cal, sílice, alúmina, óxido de zinc y materiales silicio-arcillosos, dando como resultado una mezcla de silicato dicálcico, silicato tricálcico, gypsum y aluminio ferrito tetracálcico (59). Posee dos fases: Silicato tricálcico y Aluminato tricálcico, reaccionando en contacto con los tejidos. Entre sus inconvenientes se encuentran la radiopacidad, por lo tanto, se le han incluido radiopacificadores en la composición (60).

Es un material económico que llega a presentar decoloración, muestra una liberación de iones calcio y formación de cristales de hidroxiapatita muy parecida al MTA gris y blanco. Muestra propiedades antibacterianas y antifúngicas contra el *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Candida albicans*. Presenta una capacidad de sellado como material de relleno, una biocompatibilidad adecuada sin citotoxicidad o genotoxicidad. Su biomineralización es menor a comparación del MTA. Entre sus limitaciones se encuentra que libera mayor cantidad de plomo y arsénico debido a su alta solubilidad, de igual manera esta característica puede llevar al fracaso del tratamiento debido a que puede perderse el sellado de la restauración (52).

Existen propiedades generales que los cementos de silicato de calcio deben tener, estas son (58):

1. Capacidad de expansión y sellado: tienen una capacidad de sellado de 0.2 a 6% del volumen inicial. La absorción del agua produce un aumento de volumen ayudando a un sellado correcto.
2. Fuerza de compresión: está relacionada con la etapa de hidratación y la presión de condensación. Existe evidencia de polvo seco condensado sin mezclarse con agua puede llegar a producir un buen sellado al obturar el final de un conducto. De igual manera es importante tomar en cuenta que el uso de sistemas adhesivos puede modificar la resistencia del cemento.

3. Prueba push out: Se han realizado pruebas de empuje para obtener resultados acerca de las propiedades mecánicas de estos materiales y su relación con el sellado. Normalmente absorben agua y esto les permite expandirse, esto permite la expansión y aumentará la retención a lo largo de las paredes internas. La biomineralización de igual manera ayuda a la adhesión del material y aumenta la retención mecánica.
4. Radiopacidad: Es una característica importante ya que si no posee una buena radiopacidad los hace poco agradables para el uso clínico debido al aspecto que produce. Se han modificado con diferentes radiopacificadores, la mayoría contiene óxido de bismuto o materiales como el óxido de zirconia y sulfato de bario.
5. Tiempo de fraguado: Tienen un fraguado de 40 a 120 minutos aproximadamente. Presenta un fraguado inicial que se da entre los 40 y 50 minutos iniciales y un fraguado final alrededor de los 120 a 170 minutos. Se puede llegar a ver afectado si hay presencia de proteínas.
6. Liberación de iones calcio: Son capaces de liberar iones de calcio durante mucho tiempo después del fraguado de manera continua con dentina y hueso húmedo.
7. Propiedad alcalinizante: Poseen una actividad alcalinizante capaz de aumentar el pH durante la reacción de hidratación. Esto explica su propiedad antimicrobiana/bacteriostática.
8. Porosidad: Dependiendo del tipo de silicato será la porosidad del mismo. Una mayor porosidad puede llegar a influir negativamente el sellado y/o adaptación del material. Sin embargo, se ha demostrado que la porosidad puede disminuir con el tiempo debido a la expansión hidráulica y precipitación de los iones calcio se pueden llenar los espacios.
9. Solubilidad: La solubilidad de estos materiales oscilan entre el 12 y 38% dependiendo de la química. Son aparentemente más solubles que los cementos de hidróxido de calcio.

## 7. TRIÓXIDO MINERAL AGREGADO (MTA)

Es un cemento endodóntico biocerámico bioactivo, introducido por Torabinejad en los 90's y fue aprobado por la FDA en 1998 (19,61,62). Se le conoce como el estándar de oro de los biomateriales (24,53). Su composición química básicamente está compuesta de una mezcla mecánica de 3 ingredientes, que son el cemento Portland, Óxido de Bismuto y Yeso. La patente del MTA contiene óxido de calcio y óxido de silicio, que al mezclar las materias primas se produce silicato tricálcico, óxido de bismuto, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y sulfato de calcio (8,62,63).

Una de sus propiedades es que reacciona con el agua para formar una pasta altamente alcalina durante la fase de fijación del tejido, posteriormente formándose una masa inerte. Su éxito es similar al formocresol y al sulfato férrico (8). Tiene una excelente biocompatibilidad y habilidad para el sellado, también se utiliza en la clínica para la reparación de perforaciones en furca, terapias pulpares de órganos dentarios vitales, relleno de los ápices de los conductos y de los conductos (61,62,64–68). Su capacidad de bioactividad involucra su capacidad de producción de hidróxido de calcio, electroconductividad, liberación de iones calcio, formación de una capa interfacial entre la formación de los cristales de apatita y la pared dentinal (61,64,67,69). Tiene la capacidad de fijarse a pesar de la presencia de sangrado o fluídos, es físicamente estable, no es reabsorbible y tiene una mejor capacidad de sellado con la dentina que otros materiales utilizados en endodoncia (24). Se ha utilizado para terapias pulpares como recubrimiento pulpar indirecto, directo, pulpotomía parcial y completa con un éxito alto, presenta un pH de 12.5, similar al hidróxido de calcio. Su capacidad compresiva es de 70 Mpa comparable con el IRM (61,67,69).

Una de sus desventajas es su largo tiempo de fraguado de 3 a 4 horas, dificultad de manipulación y potencial de decolorarse, por lo que normalmente las coronas de los dientes tratados con MTA gris presentan decoloración (62,65,66,69). Su fórmula original estaba compuesta por polvo de trisilicato de calcio, disilicato de calcio, con bismuto en una porción de 4:1 que se establece en presencia de agua (68).

Su primera presentación comercial era color gris y en 2002 se creó una nueva presentación de color blanco (7). El fraguado del MTA consiste en una reacción de

hidratación que ocurre entre el trisilicato de calcio y el disilicato de calcio formando un gel de hidróxido de calcio y silicato de calcio para producir un pH alcalino. Una reacción adicional entre el aluminato de tricálcio y el fosfato de calcio es que forma un sulfatoaluminato de calcio con un alto contenido de sulfato. Los iones de calcio penetran en los túbulos dentinarios ayudando a que la concentración del material incremente. La solubilidad del MTA en la literatura aún no se encuentra estudiada, sin embargo, se ha llegado a la conclusión que a mayor cantidad de agua en relación con el polvo mayor liberación de calcio y esto acelera su solubilidad (62).

### 7.1 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

1. Resistencia a la compresión: 40 MPa a las 24 horas y 67 MPa a los 21 días (52,60).
2. Fraguado: El fraguado se da a través de una reacción exotérmica. Las reacciones más importantes son con el silicato tricálcico y el silicato dicálcico cuando reaccionan con el agua para producir hidratos de silicato de calcio e hidróxido de calcio (52,53,60).
3. Tiempo de fijado: Su porción recomendada polvo líquido es de 3:1, el tiempo de fraguado del ProRoot reportado por Torabinejad *et. al* fué de 2 horas y 45 minutos (52).
4. pH: Tiene un pH inicial después de mezclarse de 10.2 y a las 3 horas alcanza un pH de 12.5, esto se debe a la alta liberación de iones calcio y formación de hidróxido de calcio (52,53).
5. Solubilidad: Existen estudios que demuestran que su solubilidad es mínima (53).
6. Radiopacidad: presenta una radiopacidad de 7.17 mm, ésta se obtiene gracias a la presencia del óxido de bismuto (53).
7. Fuerza de adhesión por empuje: tiene más fuerza de retención de los ionómeros de vidrio o el cemento de fosfato de zinc, por lo tanto 4 mm de MTA ofrecen más resistencia al desplazamiento. Existen investigaciones que demuestran que tiene una resistencia al desplazamiento después de 24 horas

de  $\sim 5,2 \pm 0,4$  MPa la cual aumenta a  $9,0 \pm 0,9$  MPa a los 7 días, según los estudios (52).

8. Porosidad: Puede atrapar burbujas de aire durante la mezcla y el pH ácido. Se ha demostrado que entre más ácido sea el ambiente mayor será la porosidad (52,53).
9. Microdureza: Entre menos húmedo, menor pH, la presencia del agente quelante y sus altas fuerzas de condensación pueden afectar la microdureza del MTA, en un estudio realizado en el 2016 donde se evaluó la microdureza de diferentes materiales a base de silicato de calcio, se observó que la microdureza del ProRoot MTA fué de 158.52 HV. (52,53,70)
10. Biocompatibilidad: no es mutagénico ni neurotóxico, tiene efectos antiinflamatorios en los tejidos pulpaes, caracterizado por ser cementoinductivo y osteoinductor (53,60).
11. Antibacterial: estudios realizados han reportado una propiedad antibacteriana limitada ante ciertos microorganismos como lo son las especies anaerobias (53).

## 7.2 MTA Angelus

Este cemento endodóntico de color gris está compuesto por 80% de cemento portland y 20% óxido de bismuto, elaborado por Angelus Soluções Odontológicas en Londrina, Brasil (71). Presenta un tiempo de fraguado de 15 minutos siendo menor al MTA tradicional que es de 3 a 4 horas; este se debe a una disminución en la concentración del sulfato de calcio. A comparación del MTA tradicional que se vende en paquetes de unidosis, este se puede encontrar en botellas herméticas que permiten su uso en cantidades pequeñas para poder utilizar lo necesario sin desperdiciar material (57). La cantidad de carbonato de calcio, silicato de calcio y fosfato de bario y zinc en el MTA Angelus es mejor a comparación del MTA Gris Angelus, mientras que la cantidad de oxígeno, carbono, bismuto y sílice son mayores en el MTA Gris Angelus. Duarte *et al.* demostró en un estudio que el MTA Angelus producía mayor pH y liberación de iones calcio que el MTA Gris Angelus en un periodo de 168 horas después de mezclarse (53). Parirokh y

Torabinejad concluyeron que el pH y el calcio entre el MTA Angelus y el MTA tradicional no existe diferencia significativa (72). Sipert *et al.* compararon propiedades antimicrobianas del MTA Angelus, Sealapex, Cemento Portland y EndoRez en varios microorganismos como *E. faecalis*, *Escherichia coli*, concluyeron que el MTA Angelus y el Cemento Portland eran efectivos ante los microorganismos con excepción de *Escherichia coli* (53).

### 7.3 MTA Blanco

Debido a la necesidad de evitar la pigmentación de los órganos dentarios con el uso del MTA gris se crea el MTA blanco. La primera presentación se llama Tooth-Colored ProRoot MTA. Posterior a éste salió al mercado el MTA Blanco (Angelus, Londrina, Brazil) compuesto por silicato de tricálcio, óxido de bismuto, silicato de dicalcio y en mínimas cantidades aluminato de tricálcio y sulfato de calcio (68)(73). A diferencia del gris este contiene menores concentraciones de óxido de hierro en un 90.8% menos, también presenta menor cantidad de óxidos de magnesio y aluminio. Aun después de estas modificaciones el MTA blanco presenta características muy similares el MTA gris (57).

En un estudio realizado en 2011 por Moore *et al.* y Tuloglu y Bayrak 2016 reportaron que el ProRoot MTA, White MTA Angelus y el Bioaggregate presentaron resultados similares al utilizarse como un tapón apical en órganos dentarios necróticos y ápices abiertos (74).

## 8. BIODENTINE

Es un nuevo cemento bioactivo similar al MTA utilizado también para tratamientos pulpares. Su propósito como silicato de calcio es tener mayor biocompatibilidad y bioactividad, dando como resultado mejores características como un tiempo de fraguado más rápido, alta resistencia a la compresión y una de las más

importantes, fácil manipulación, es capaz de formar dentina terciaria y dentina reparadora. Se ha utilizado tanto en la odontología restaurativa como en la endodoncia y no produce decoloración de los órganos dentarios (35,62,75).

Es un cemento compuesto por polvo-líquido. El componente polvo contiene silicato tricálcico, silicato dicálcico como segundo material del núcleo, carbonato de calcio y óxido como relleno, óxido de hierro y óxido de zirconio como radioopacificador. El líquido contiene cloruro de calcio como agente acelerador y un agente reductor de agua, se encuentra en el mercado en presentación de una cápsula unidosis (35,66,76,77).

Las propiedades físicas del Biodentine en comparación con el MTA son mejores, debido a la adición de los aceleradores y suavizantes agregados a la cápsula unidosis para uso únicamente de un amalgamador o triturador, lo que permitirá fácil manipulación (76).

#### 8.1 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

1. Su resistencia a la compresión y su dureza es mayor a la del MTA, esto se atribuye a su baja relación de polvo-agua; ésta es de 67.2 MPa y 48 HV respectivamente a los 28 días después de haberlo colocado en un ambiente ideal de 37 ° (76).
2. Su radiopacificador es el óxido de zirconio, según la ISO 6876/2001 muestra radiopacidad de más de 3 mm de espesor de aluminio lo que lo hace adecuado para utilizarlo en tratamientos endodónticos (53).
3. La resistencia a la flexión y elasticidad también es mayor al MTA, es menos denso y menos poroso y se ha reportado tener características similares a la dentina (76)
4. Su fraguado es de 10 a 12 minutos y su pH del lixiviado es de 11.7 después de 1 día en inmersión de Hank (solución salina equilibrada) y no muestra cambios en los 28 días posteriores (35,53).

Una de sus ventajas es que no es necesario utilizar material de restauración después de colocar el Biodentine ya que éste puede utilizarse como tal en la cámara pulpar (35). Entre sus desventajas es que existe una sola presentación y al no utilizarse todo el material se llega a desperdiciar, por lo que puede llegar a tener una pérdida en cuanto al

costo-beneficio con el odontólogo que lo utilizará a comparación de una presentación polvo líquido donde se pueden dosificar la cantidad necesaria.

Ante estas necesidades se da la tarea de crear nuevos materiales que cumplan con las características tanto del Biodentine como del MTA por lo que se crea un nuevo material biocerámico con propiedades mejoradas que cumple con todas las necesidades llamado Neo MTA Plus.

### 9. NEO MTA PLUS

Nuevo biocerámico que consiste en un polvo fino de silicato de tricálcio y óxido de tantalio, es un agente radioopacificador que se mezcla con un gel a base de agua, el cual permite una mejor manipulación del material. La proporción de mezcla del polvo con el gel puede variar, una pequeña cantidad muy delgada puede usarse como sellador, mientras una capa gruesa de mezcla puede utilizarse para la obturación de los conductos (67,78). Entre sus propiedades mejoradas se puede encontrar que no pigmenta la estructura del órgano dentario debido a el óxido de tantalio que reemplaza al óxido de bismuto en la fórmula original (79), presenta un fraguado de 15 a 20 minutos lo cual lo hace mucho mejor que el MTA tradicional el cuál es necesario un fraguado de 3 a 4 horas, esto nos permite hacerlo en una sola cita de manera que sea más corta y eficaz; está indicado para apexogénesis, recubrimientos pulpaes directos e indirectos, base, perforaciones de raíz, tapones apicales (80).

Está contraindicado en pacientes que presenten hipersensibilidad a soluciones causticas (con pH alto) y para usarse como material de obturación de conductos en tratamientos de pulpectomías en órgano dentario temporales a menos que el sucesor esté ausente (81–83).

De acuerdo a los criterios de la ADA 57, ISO 6876 y la ISO 9917 (83)

1. El material presenta un tiempo de trabajo de 10 minutos a partir de la mezcla de las cantidades indicadas por el fabricante, no obstante, si se desea agregar más líquido;

lo cual no está contraindicado por el fabricante, se puede adquirir mayor tiempo de manipulación.

2. Tiene un tiempo de fraguado inicial de 37 °C durante 15 minutos (el tiempo de mezclado).
3. Tiene un flujo de 25 – 29 mm cuando se mezcla en porciones 1:1
4. El espesor de la película al mezclar 1:1 es <50 µm
5. Solubilidad de < 3%
6. Estabilidad dimensional después de 30 días, a 3:1
7. Radiopacidad: 5 mm equivalente a aluminio.
8. Resistencia a la compresión: 80 MPa después de 7 días cuando se mezclan 3:1

Se debe mezclar en una loseta de vidrio y espátula de metal para permitir la incorporación del material y crear una mezcla homogénea de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Se puede encontrar en presentaciones de 0.5 g y 1 g, su sellado hermético permite que no se filtre la humedad ya que esto es importante para la composición del material. Una de sus ventajas es que se encuentra en una presentación de polvo-líquido y esto permite al odontólogo manipular la cantidad necesaria sin desperdiciar material (78,83).

## JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el formocresol de Buckley continúa siendo el estándar de oro para la realización de las pulpotomías, a pesar de su toxicidad reportada en la literatura. A lo largo de los años se han utilizado diferentes medicamentos para la elaboración de pulpotomías, sin embargo, ninguno ha presentado el éxito que presenta el formocresol de Buckley. Ante la necesidad de encontrar algún fármaco con cualidades superiores y que tuviera el mismo éxito, se ha integrado el MTA a la disciplina odontopediátrica.

El MTA posee biocompatibilidad y capacidad de sellado en órganos dentarios vitales, causando una precipitación de iones calcio para la formación de una capa de cristales de apatita y dentina. Una de las desventajas más importantes del MTA es su difícil manipulación y su lento fraguado, convirtiéndolo en un reto al momento de utilizarlo en el procedimiento de pulpotomías a pesar de su éxito. Aunado a esto se necesitan dos citas para su colocación y se debe tomar en cuenta la colaboración (o falta de) en los pacientes pediátricos, por consiguiente, existe la necesidad de utilizar materiales que puedan colocarse en una sola cita y dar por concluidos en la misma sesión. Lo cual lleva a la necesidad de buscar un material nuevo, biocompatible que nos ayude a realizar tratamientos pulpares en una sola sesión, facilitando el trabajo del odontopediatra y la experiencia del paciente pediátrico en el consultorio. El Neo MTA representa un nuevo material biocerámico a base de silicato de calcio con propiedades mejoradas a las del MTA, ya que muestra un tiempo de fraguado de solo 15-20 minutos y una manipulación sencilla, lo cual lo hace el material viable para los tratamientos pulpares en pacientes pediátricos; éste trabajo es pertinente ya que no existe suficiente literatura que apoye el uso de este material en pulpotomías de órganos dentarios temporales y de acuerdo a la alta demanda de pacientes de la UADY con necesidades de tratamientos pulpares y la necesidad de buscar un material adecuado que nos permita esperar el éxito del tratamiento se decide estudiarlo y comprobar su éxito en los tratamientos pediátricos que incluyan terapia pulpar. De igual manera es factible ya que se cuenta con las instalaciones, materiales, equipo entrenado y los pacientes para su finalización adecuada.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Determinar el éxito clínico y radiográfico de pulpotomías con del NeoMTA y formocresol en molares temporales.

### OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Evaluar el éxito clínico de las pulpotomías realizadas con NeoMTA y formocresol en órganos dentarios temporales de acuerdo a los criterios de Strindberg.
2. Evaluar el éxito radiográfico de las pulpotomías realizadas con NeoMTA y formocresol en órganos dentarios temporales de acuerdo a los criterios de Strange y Strindberg.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio longitudinal, Prospectivo, experimental *in vivo*.

### VARIABLES Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO (Cuadro de variables)

Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Escala de medición	Objetivo a cumplir	Análisis estadístico
Valoración radiográfica	Dependiente	Criterios de Strange	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sin datos patológicos</li><li>• Reabsorción externa de la raíz</li><li>• Reabsorción interna de la raíz</li><li>• Destrucción ósea interradicular</li><li>• Metamorfosis calcificada;</li><li>• Exfoliación prematura (31)</li></ul>	1	Estadística descriptiva
Valoración clínica y radiográfica	Dependiente	Criterios de Strindberg	Éxito clínico: (clínicos: no aparecen síntomas clínicos; Radiográficos: Ligamento periodontal normal, lámina dura intacta).	1	Estadística descriptiva

			<p>Fracaso patológico (Clínicos: Presencia de síntomas y signos clínicos patológicos; Radiográficos: Lámina dura rota o pobremente definida, aparición de una rarefacción nueva o aumento de la inicial).</p> <p>Dudoso (Clínicos: Presencia de síntomas pero ausencia de signos clínicos; Radiográficos: Radiografía deficiente, extracción de los órganos dentarios) (29,30)</p>		
Neo Mta	Independiente	Valoración Clínica y Radiográfica	Nominal	2	Estadística descriptiva
Formocresol	Independiente	Valoración Clínica y Radiográfica	Nominal	2	Estadística descriptiva

## POBLACIÓN DE ESTUDIO

### 1. Universo

Pacientes pediátricos de 4 a 8 años de edad que acudieron a la Clínica de Odontología de la Facultad Autónoma de Yucatán (UADY) en el periodo de Octubre 2019 a Febrero 2020.

### 2. Muestra

Pacientes que son remitidos a la Clínica de la Maestría Infantil de la UADY de 4 a 8 años de edad que presenten molares temporales con lesiones de caries profundas.

### 3. Criterios de inclusión

3.1 Pacientes sanos, que no presenten ninguna enfermedad sistémica o congénita.

3.2 Pacientes con molares temporales con lesión cariosa profunda.

3.3 Exposición pulpar con pulpa vital (si al momento de realizar el tratamiento la hemorragia es de color rojo vivo y cesa al momento de crear hemostasia)

3.4 Sin signos radiográficos de inflamación, resorción interna, destrucción de hueso, sin inflamación y sin abscesos.

3.5 Presenten la posibilidad de restaurar el órgano dentario.

### 4. Criterios de exclusión:

4.1 Pacientes con diagnóstico de necrosis pulpar

4.2 Pulpitis irreversible

4.3 Pacientes que no decidan colaborar en el estudio

### 5. Criterios de eliminación

5.1 Pacientes que no acudan a sus citas de control.

5.2 Pacientes que decidan retirarse del estudio.

5.3 Molares en los cuales la hemorragia persista después de realizar la hemostasia.

## METODOLOGÍA

Se realizaron pulpotomías en 57 molares temporales a pacientes que asistieron a la clínica de la Maestría en Odontología Infantil de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY).

El tratamiento se dividió en tres fases:

1ra Fase.

1. Se recibió al paciente y a su padre o tutor, se realizó historia clínica completa del paciente, tomando en cuenta la historia del dolor.
2. Se realizó una exploración intraoral y extraoral.
3. Se tomó una radiografía periapical del órgano dentario.
4. Una vez confirmado el diagnóstico clínico y radiográfico se entregó al padre o tutor el consentimiento informado para que se leyera detalladamente (Anexo I), posterior a ser firmado, el paciente pasó al sillón dental para realizar el tratamiento, posterior a realizar el asentimiento informado (Anexo II).

2da Fase

Se realizó el tratamiento de pulpotomía en el órgano dental afectado siguiendo el protocolo de procedimiento.

1. Colocación de anestesia tópica.
2. Colocación de anestesia infiltrativa o troncular (lidocaína con epinefrina al 2% 1:100000 u).
3. Aislamiento con dique de hule y arco de Young.
4. Remoción de tejido cariado reblandecido con cucharilla de dentina.
5. Lavado de la cavidad con clorhexidina
6. Acceso de la cámara pulpar con pieza de alta y fresa de pera #330.
7. Remoción de cámara pulpar con fresa de bola #2 con baja velocidad.
8. Lavado de la cavidad con solución salina.
9. Hemostasia con torunda de algodón estéril en la cavidad.

10. Una vez realizada la hemostasia se colocó se realizó la mezcla del material de acuerdo a las indicaciones del fabricante y se colocó dentro de los conductos y piso de la cámara pulpar.
11. Se esperó a que el material fraguara.
12. Se obturó la cavidad con IRM.

### 3ra Fase

1. Se eliminaron los excesos.
2. Se tomó radiografía final con técnica de paralelismo apoyados con XCP.
3. Se llenó la hoja de seguimiento del paciente (Anexo III).

Estos tratamientos se realizaron en un periodo de agosto a noviembre del 2019, posteriormente se realizaron pulpotomías con formocresol realizando el mismo protocolo.

### 1ra Fase.

1. Se recibió al paciente y a su padre o tutor, se realizó historia clínica completa del paciente, tomando en cuenta la historia del dolor.
2. Se realizó una exploración intraoral y extraoral.
3. Se tomó una radiografía periapical del órgano dentario.
4. Una vez confirmado el diagnóstico clínico y radiográfico se entregó al padre o tutor el consentimiento informado para que se leyera detalladamente (Anexo D), posterior a ser firmado, el paciente pasó al sillón dental para realizar tratamiento, así como realizar el asentimiento informado (Anexo II).

### 2da Fase

1. Se realizó el tratamiento de pulpotomía en el órgano dental afectado siguiendo el protocolo de procedimiento.
2. Colocación de anestesia tópica.
3. Colocación de anestesia infiltrativa o troncular (lidocaína con epinefrina al 2% 1:100000 u).
4. Aislamiento con dique de hule y arco de Young.

5. Remoción de tejido cariado reblandecido con cucharilla de dentina.
6. Lavado de la cavidad con clorhexidina
7. Acceso de la cámara pulpar con pieza de alta y fresa de pera #330.
8. Remoción de cámara pulpar con fresa de bola #2 con baja velocidad.
9. Lavado de la cavidad con solución salina.
10. Hemostasia con torunda de algodón estéril en la cavidad.
11. Una vez realizada la hemostasia se colocó torunda de algodón estéril previamente humedecida con vapores del formocresol y se colocó sobre la entrada de los conductos radiculares.
12. Se esperó 5 minutos y una vez fijado el tejido
13. Se obturó la cavidad con IRM.

### 3ra Fase

1. Se eliminaron los excesos.
2. Se tomó radiografía final con técnica de paralelismo apoyados con XCP.
3. Se llenó la hoja de seguimiento del paciente (Anexo III).

## MANEJO DE LOS SUJETOS DE ESTUDIO

Los pacientes se citaron al mes después de haber realizado el tratamiento de pulpotomía, se les colocaron coronas de acero-cromo para el sellado correcto del tratamiento. En ésta cita se revisó clínicamente, de acuerdo a los criterios de Strindberg y radiográficamente de acuerdo a los criterios de Strindberg y Strange para poder observar si existía alguna anomalía. El paciente que no asistió a su cita se le llamó para reagendar y si a faltó a su cita reagendada, se dió de baja en el estudio.

## MÉTODOS DE MEDICIÓN Y ESTANDARIZACIÓN

Se realizó el análisis de las radiografías y tratamientos con base en los Criterios de Strange y de Strindberg previamente ya descritos

## ASPECTOS ÉTICOS

El estudio se realizó conforme a lo dispuesto en el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación (Secretaría de Salud 1987), donde en los apartados del artículo 14 fracción V, VII y VII se exige el consentimiento informado y por escrito de los participantes.

De igual manera como marca el artículo 16, que refiere sobre la confidencialidad, se protegió la privacidad de cada uno de los participantes y de los datos proporcionados para perjuicio alguno.

Además, como establece el Artículo 58, en su fracción I y II. Se aclaró a los pacientes que los resultados se publicarán en forma general, única y exclusivamente con fines científicos.

Así mismo, se cumplen los principios éticos de la Asamblea Médica Mundial de Helsinki y del Código Internacional de Ética Médica, así como lo estableció en las disposiciones y financiamientos de la Comisión Nacional de Bioética (CONBIOÉTICA) 2011, con los principios de Beneficencia, no Maleficencia, Justicia y Autonomía.

## RESULTADOS

En el estudio se incluyeron 31 pacientes pediátricos de 4 a 8 años de edad, que acudieron al servicio de la facultad de odontología a la Clínica de Maestría de Odontología Infantil de la Universidad Autónoma de Yucatán, todos originarios del estado de Yucatán en el periodo de junio 2019 a febrero 2020.

Se obtuvieron 57 molares superiores e inferiores a los que se les realizaron pulpotomías con dos materiales; formocresol y NeoMta (Tabla 1).

Sexo	Total molares	Molares superiores	Molares inferiores
Femenino	26	13	13
Masculino	31	13	18

Tabla 1. Prevalencia de molares superiores e inferiores de acuerdo al sexo del paciente.

El 45.16% de los pacientes fueron del sexo masculino y el 54.83% del sexo femenino (Figura 1).

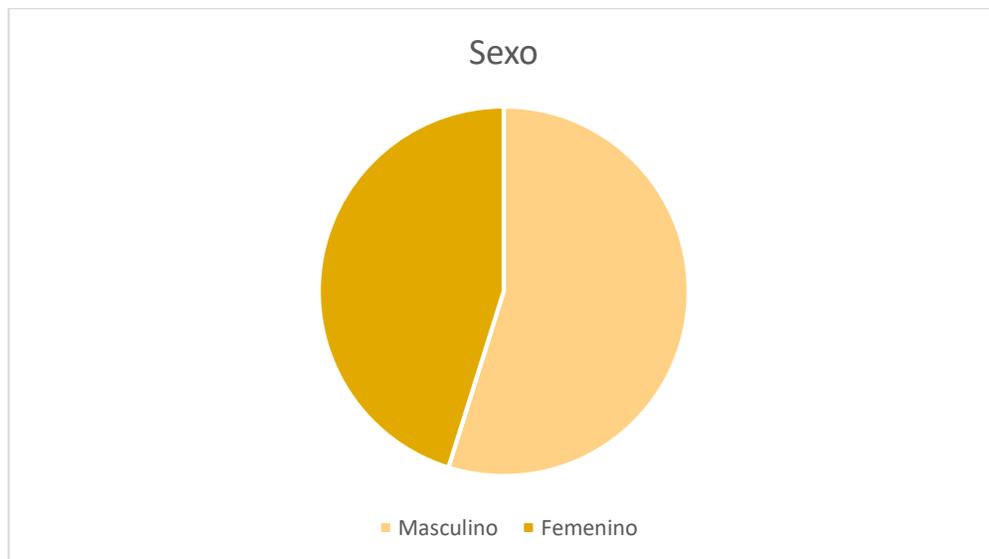


Figura 1. Prevalencia de Sexo

Los pacientes que se incluyeron en el estudio cumplían con los requisitos de los criterios de inclusión. Se realizaron 31 pulpotomías con NeoMta y 26 con Formocresol (Figura 2a). El 80% de la muestra regreso al primer control de un 1 mes, 11 no acudieron a su primera cita de control por lo que se les dio de baja del estudio. Se registraron solo 25 molares con NeoMta y 21 con formocresol (Figura 2b).

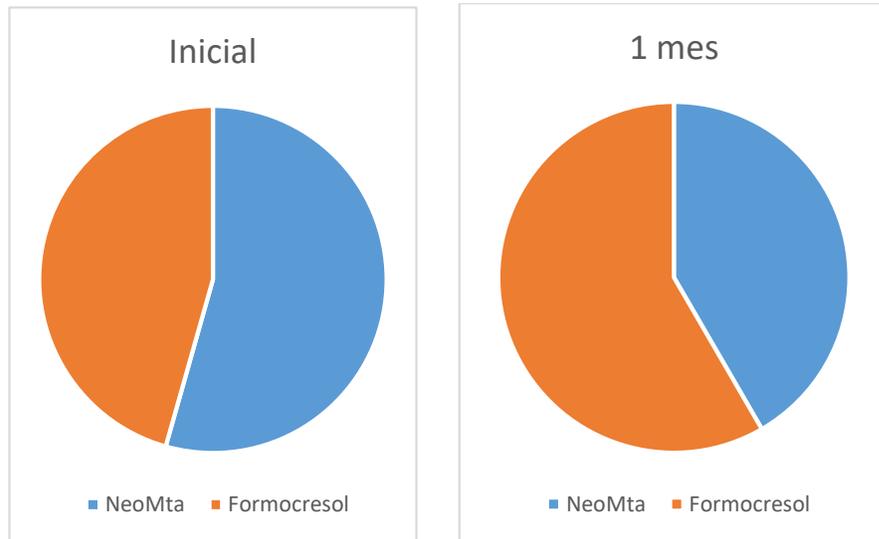


Figura 2 a. Pacientes iniciales

Figura 2 b. Pacientes al mes 1

Al mes 1 después de realizar el tratamiento pulpar se revisó clínica y radiográficamente al paciente, para posteriormente poner la corona.

En los órganos dentarios a los que se les realizaron pulpotomías con NeoMta se registró un 100% de clínico de acuerdo a los criterios de Strindberg y un éxito radiográfico de 100% de acuerdo a los criterios de Strindberg y Strange (Tablas 2 y 3).

En los órganos dentarios a los que se realizaron pulpotomías con Formocresol se registró un 100% de éxito clínico de acuerdo a los criterios de Strindberg y un éxito radiográfico de 100% de acuerdo a los criterios de Strindberg y Strange (Tablas 4 y 5).

# paciente	Órganos dentarios	Criterios Clínicos Strindberg de 1 a 3 meses
1	54, 74,75, 85	ÉXITO
2	85	ÉXITO
3	74	ÉXITO
4	75	ÉXITO
5	85	ÉXITO
6	54, 55, 64, 65, 84, 85	ÉXITO
7	64, 65. 74	ÉXITO
8	74, 75	ÉXITO
9	64, 65	ÉXITO
10	84, 85	ÉXITO
11	84	ÉXITO
12	65	ÉXITO
22	75	ÉXITO
27	74	ÉXITO
28	74	ÉXITO
29	75	ÉXITO
30	64	ÉXITO

Tabla 2. Resultados de éxito clínico de pulpotomías realizadas con NeoMTA

# paciente	Órganos dentarios	Criterios Strindberg	Radiográficos	Criterios Strange
1	54, 74,75, 85	ÉXITO		ÉXITO
2	85	ÉXITO		ÉXITO
3	74	ÉXITO		ÉXITO
4	75	ÉXITO		ÉXITO
5	85	ÉXITO		ÉXITO
6	54, 55, 64, 65, 84, 85	ÉXITO		ÉXITO
7	64, 65. 74	ÉXITO		ÉXITO
8	74, 75	ÉXITO		ÉXITO
9	64, 65	ÉXITO		ÉXITO
10	84, 85	ÉXITO		ÉXITO
11	84	ÉXITO		ÉXITO
12	65	ÉXITO		ÉXITO
22	75	ÉXITO		ÉXITO
27	74	ÉXITO		ÉXITO
28	74	ÉXITO		ÉXITO
29	75	ÉXITO		ÉXITO
30	64	ÉXITO		ÉXITO

Tabla 3. Resultados de éxito radiográfico de pulpotomías realizadas con NeoMTA

# paciente	Órganos dentarios	Criterios Strindberg
7	54, 55	ÉXITO
8	54, 85	ÉXITO
11	54	ÉXITO
13	55, 65	ÉXITO
14	65, 74, 75	ÉXITO
15	74	ÉXITO
16	55	ÉXITO
17	55	ÉXITO
18	55, 64, 75	ÉXITO
19	74	ÉXITO
20	65	ÉXITO
21	85	ÉXITO
22	84, 85	ÉXITO
23	84, 85	ÉXITO
24	65, 74	ÉXITO
25	54	ÉXITO
26	55	ÉXITO

Tabla 4. Resultados de éxito clínico de pulpotomías realizadas con Formocresol

# paciente	Órganos dentarios	Criterios Radiográficos Strindberg	Criterios Strange
7	54, 55	ÉXITO	ÉXITO
8	54, 85	ÉXITO	ÉXITO
11	54	ÉXITO	ÉXITO
13	55, 65	ÉXITO	ÉXITO
14	65, 74, 75	ÉXITO	ÉXITO
15	74	ÉXITO	ÉXITO
16	55	ÉXITO	ÉXITO
17	55	ÉXITO	ÉXITO
18	55, 64, 75	ÉXITO	ÉXITO
19	74	ÉXITO	ÉXITO
20	65	ÉXITO	ÉXITO
21	85	ÉXITO	ÉXITO
22	84, 85	ÉXITO	ÉXITO
23	84, 85	ÉXITO	ÉXITO
24	65, 74	ÉXITO	ÉXITO
25	54	ÉXITO	ÉXITO
26	55	ÉXITO	ÉXITO

Tabla 5. Resultados de éxito radiográfico de pulpotomías realizadas con Formocresol

Éste es el primer estudio in vivo experimental realizado en pulpotomías en órganos dentarios temporales utilizando el Neo MTA utilizando el Formocresol como grupo

control. en el cual se confirma que el tiempo de fraguado rápido, la facilidad de manipulación, el tiempo de trabajo y sus características como biomaterial nos permitirá el éxito de las pulpotomías.

## DISCUSIÓN

El objetivo de la terapia pulpar según la Academia Americana de Odontología Pediátrica es mantener la integridad y salud de los órganos dentales y sus tejidos de soporte (15). Entre los tratamientos pulpares que existen se encuentran los recubrimientos pulpares directos e indirectos, pulpectomía y pulpotomía. Existen diversos artículos científicos clínicos acerca de la técnica de pulpotomía con diversos materiales como el Óxido de Zinc y Eugenol, el Formocresol, Glutaraldehído, Sulfato Férrico, Hidróxido de Calcio, Laser y Electrocirugía los cuáles se han estudiado a lo largo de los años.(18,39,44,48,49,67,84) El éxito del tratamiento de pulpotomía dependerá mucho de la técnica que se utilice, la manera de trabajar, el cuidado con que se realice, que todo lo que se utilice esté completamente estéril y sobretodo que el material a utilizar cumpla con su función bactericida, no sea citotóxico, ayude a la regeneración y que no lastime la pulpa dental, es decir permita la fijación del tejido en la entrada de los conductos pero no altere la fisiología de la reabsorción radicular (22). En ésta investigación se decidió realizar un estudio comparativo del éxito del NeoMTA y Formocresol en pulpotomías en órganos dentarios temporales evaluando el éxito clínico y radiográfico de acuerdo a los criterios clínicos y radiográficos de Strindberg y los criterios radiográficos de Strange, utilizando el Formocresol como grupo control ya que éste sigue siendo el estándar de oro y utilizar el NeoMTA como estudio de nueva investigación, ya que existe poca literatura acerca de su uso en pulpotomías y existe nula información de su uso en pulpotomías de órganos dentarios temporales comparado con el formocresol y tomando como referencia que el MTA tradicional y sus múltiples presentaciones han tenido buena respuesta se decidió evaluar al NeoMTA.

Se tomó una muestra de 57 molares primarios número que se encuentra dentro de los rangos de la mayoría de los estudios clínicos de pulpotomías (18,31,33,64,79,84–88). En el estudio se obtuvo un éxito clínico y radiográfico de 100% de las pulpotomías en órganos dentarios temporales realizadas con NeoMTA al mes después del tratamiento y un éxito clínico y radiográfico de 100% de las pulpotomías en órganos dentarios temporales realizadas con Formocresol al mes después del tratamiento.

Los criterios de éxito tanto clínicos como radiográficos fueron establecidos de acuerdo a la mayoría de las investigaciones ya realizadas y publicadas, pero se tomó en cuenta el criterio de Strindberg para poder evaluar de una manera más específica el éxito clínico y radiográfico de los tratamientos pulpares realizados (29,30), de igual manera se tomó en cuenta los criterios establecidos por Strange en su estudio realizado en el 2000 (31). Se considera que la pulpotomía tiene un éxito clínico cuando no presenta dolor, absesos, movilidad o inflamación y un éxito radiográfico cuando no existe reabsorción interna y externa, lesión el furca, o inflamación del ligamento periodontal (29–31,35,77,79).

Los órganos dentarios tratados con formocresol en el grupo control tuvieron una respuesta positiva durante el mes de evaluación con un 100% de éxito, esto es muy parecida a la metodología del estudio realizado por David Strange en el 2000 donde muestra un 78% de éxito del formocresol en pulpotomías en un periodo de 49 meses, donde mostró un éxito del 100% al primer mes después de haber realizado el tratamiento, lo cual es similar a nuestro estudio al mes de evaluación (31). Diversos autores (H. Ibricevic, Q. Al-Jame 2003, S.E. Jabbarifar DD. *et. al* 2004, Kaaren G. Vargas, Brett Packham 2005, Moretti *et al.* 2008, H. Noorollahian 2008, G. Ansari, M. Ranjpour 2010, Ceren Yildirim *et. al* 2016, Omar, Abd El *et. al* 2019) a lo largo de los años han estudiado el uso del formocresol y han demostrado que ha tenido un éxito de 100% en los tratamientos pulpares realizados en un periodo máximo de 6 meses, sin presentar ninguna alteración tanto clínica como radiográfica (35,84–86,89–93). Esto nos permite darnos cuenta que efectivamente el formocresol a la fecha sigue siendo el estándar de oro y es material de elección si llegamos a querer un tratamiento exitoso. No obstante, no debemos olvidar que existen estudios acerca del mismo y los efectos positivos y negativos en los órganos dentarios temporales y recordar que en el 2004 el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) clasificó al formaldehído como un agente cancerígeno y poniéndolo en desventaja con los demás materiales (36).

La respuesta que presentaron los tratamientos pulpares con NeoMTA fue buena durante el primer mes de evaluación demostrando resultados similares a los estudios

realizados con MTA tradicional(64,77,88,91,94,95), mostrando en su mayoría éxito clínico y radiográfico un mes después de realizar el tratamiento.

En nuestro estudio como ya se mencionó se utilizaron los criterios de Strindberg para poder evaluar el éxito clínico y radiográfico, ya que no existe literatura en la odontología pediátrica que utilicen estos criterios para poder evaluar los resultados de las investigaciones clínicas de tratamientos pulpares sin embargo se asemejan mucho a los criterios utilizados en diversos estudios realizados por autores como Moretti *et al.* en el 2008 realizó un estudio muy parecido donde evaluó la efectividad del formocresol, el hidróxido de calcio y el MTA utilizando la observación clínica y radiográfica para evaluar el éxito del tratamiento. El estudio consistió en una población de 23 pacientes pediátricos entre los 5-9 años de edad recolectando un total de 45 molares primarios similar a nosotros, se registró un 100% de éxito clínico y radiográfico en los grupos del MTA y formocresol al igual que nuestra investigación (91).

En el 2016 en un estudio realizado por F. Gulhane, M. Academy, C Yildirim *et al.* utilizaron una metodología muy parecida a la de ésta investigación, sin embargo, difiere en la preparación de la cavidad, una vez después de aplicar la anestesia y colocar el aislamiento, realizan el acceso de la cavidad sin antes remover la lesión cariosa y el tejido reblandecido infectado, sin desinfectar con clorhexidina al 2%. Lo cual eleva el riesgo de fracaso ya que puede causarse una contaminación al momento de exponer la cámara pulpar, de igual manera realizan hemostasia con un algodón estéril y humedecido con solución salina lo cual puede resultarles favorable al momento de la exposición y si llegase a haber alguna contaminación del tejido pulpar esto podría ayudar. A pesar de esto en su estudio realizado después de un seguimiento a 24 meses se observa el 100% de éxito (64). En este mismo año Godhi B, Tyagi R. realizaron un estudio de 3 años de seguimiento con utilizaron metodología similar, solo que ellos al realizar la pulpotomía colocaron el MTA con una torunda de algodón estéril y después obturaron con IRM, a las 24 horas después de realizar el tratamiento se volvió a citar al paciente para retirar el algodón y a la semana se colocó la corona acero cromo para protección del tratamiento pulpar, en éste estudio a pesar de haber realizado una cita extra se observó un éxito de 100% clínico y un 96% de éxito radiográfico a los 3 y 12 meses y un éxito de 100% a los

24 y 36 meses debido a que en los primeros 12 meses se observó reabsorción de un molar el cual después de los 12 meses se pausó y por lo tanto se considera tuvo éxito (94).

En 2017 M. Perea, B. Mendoza, F. García-Godoy *et al.* realizaron un estudio con un total de 129 pacientes realizando pulpotomías con formocresol y MTA blanco utilizando metodología similar a la de nuestro estudio, se realizó en molares temporales obteniendo un 98.6% de éxito en el grupo del MTA blanco (88). De igual manera el mismo año O. Carti y F. Oznurhan realizaron un estudio similar con una población de 50 pacientes entre los 5 – 9 años de edad parecido a nuestros rangos de edades y a la cantidad de pacientes evaluados; se comparó el éxito del MTA y el Biodentine en tratamientos de pulpotomías. El MTA obtuvo un éxito clínico de 100% de 1 a 6 meses y un 96% a los 12 meses. En cuanto al éxito radiográfico se observó un 100% de éxito al primer mes, un 92% a los 3 meses, 84% a los 6 meses y un 80% a los 12 meses. Esto nos permite observar que los resultados al primer mes son iguales a éste estudio y permite esperar respuesta favorable para los siguientes meses (77).

En 2018 B. Çelik, M. Mutluay, V. Arikan, *et al.* evaluaron dos materiales: Biodentine y MTA en órganos dentarios primarios con exposición de caries un estudio con metodología similar al que se realizó donde se incluyó una muestra de 38 pacientes, 44 molares primarios de los cuales 24 fueron tratados con MTA y 20 con Biodentine. Utilizaron una metodología similar donde incluyeron pacientes de 5 a 9 años de edad, los cuáles fueron seguidos a 24 meses y los resultados fueron de 100% de éxito en ambos grupos MTA y Biodentine , lo cual nos permite esperar una respuesta favorable en nuestro estudio en los siguientes meses (95).

Existen muchos estudios donde se observa el éxito clínico y radiográfico durante los primeros 6 meses y de ahí en adelante existe una disminución de éxito, sin embargo las cifras siguen siendo favorables mostrando entre un 95% hasta un 100% de éxito (19,22,90,93,96–98).

Existe muy poca literatura acerca del uso del NeoMTA como material para realizar pulpotomías en órganos dentarios temporales, en la actualidad se ha registrado sólo 1 estudio donde el NeoMTA fué comparado con el ProRoot MTA. En este estudio mostró una metodología similar al nuestro; utilizaron 80 molares primarios y se evaluó

el éxito clínico y radiográfico de los tratamientos realizados, los resultados que se obtuvieron en un periodo de 3 meses fué un éxito clínico de 100% con ambos materiales; a los 6 meses de evaluación se obtuvieron 100% de éxito clínico con ambos materiales y un éxito radiográfico de 94.7% con el ProRoot MTA y 97.4% con el Neo MTA Plus; a los 12 meses se observó un éxito clínico de 100% y radiográfico de 97.5% con el Neo MTA Plus y un 97.4 % de éxito clínico y 94.6 % de éxito radiográfico con el ProRoot MTA y un éxito radiográfico de 97.5% lo cual para ésta investigación nos permite tener una expectativa alta acerca de los resultados que se podrán obtener en los siguientes meses ya que los resultados obtenidos hasta el día de hoy son muy similares al estudio reportado (79).

## CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en ésta investigación podemos llegar a las siguientes conclusiones.

1. El formocresol, material estándar de oro utilizado en pulpotomías resultó exitoso, todos los tratamientos pulpares realizados en un periodo de 1 mes no presentaron ninguna sintomatología clínica ni radiográfica.
2. El NeoMta, nuevo biocerámico introducido actualmente a la odontología, resultó exitoso el 100% de los tratamientos realizados en un periodo de 1 mes. No se presentaron sintomatología tanto clínica como radiográfica.
3. Por lo tanto el NeoMta y el Formocresol, bajo los parámetros del estudio, pueden ser utilizados para tratamientos pulpares en órganos dentarios primarios.
4. El NeoMTA puede utilizarse como alternativa al formocresol.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SIVEPAB. Sistema de vigilancia epidemiológica de patologías bucales. 2018. p. 23–78.
2. Review ADER, Sánchez-pérez L, Patricia L, Martínez S, Molina-frechero N, Irigoyen-camacho ME, et al. Riesgo a caries. Diagnóstico y sugerencias de tratamiento. 2018;75(6):340–9.
3. Tuna D, Ölmez A. Clinical long-term evaluation of MTA as a direct pulp capping material in primary teeth. *Int Endod J*. 2008;41(4):273–8.
4. Kutsch VK. Dental caries: An updated medical model of risk assessment. Vol. 111, *J Prosthet Dent*. 2014. p. 280–5.
5. Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, Ekstrand K, Weintraub J, Ramos-Gomez F, et al. Dental Caries. *Mol Med Microbiol Second Ed*. 2014;2–3(May):945–55.
6. Mathur VP, Dhillon JK. Dental Caries: A Disease Which Needs Attention. *Indian J Pediatr*. 2018;85(3):202–6.
7. Fuks AB, Kupietzky A, Guelmann M. 23 - Pulp Therapy for the Primary Dentition [Internet]. Sixth Edit. *Pediatric Dentistry*. Elsevier Inc.; 2019. 329-351.e1 p. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323608268000237>
8. Winters J, Cameron AC, Widmer RP. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. Fourth Edi. *Handbook of pediatric dentistry*. Elsevier Ltd; 2013. 103–122 p.
9. J P. *Odontología Pediátrica*. 2nd ed. Casamassimo P, Field H, editors. McGraw Hill Interamericana; 2012.
10. Anil S, Anand PS. Early Childhood Caries: Prevalence, Risk Factors, and Prevention. *Front Pediatr* [Internet]. 2017;5(July):1–7. Available from: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fped.2017.00157/full>

11. Caries EC. Early Childhood Caries : IAPD Bangkok Declaration. *Int J Paediatr Dent.* 2019;29:384–6.
12. American Academy on Pediatric Dentistry. Use of Vital Pulp Therapies in Primary Teeth with Deep Caries Lesions. *Pediatr Dent* [Internet]. 2017;39(6):173–86. Available from: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=medl&NEWS=N&AN=29179355>
13. Goenka P, Marwah N, Goenka P. *Pediatric Endodontics. MCQs in Pediatric Dentistry with Explanatory Answers.* 2016. 1–171 p.
14. Gómez de Ferraris E, Campos Muñoz A. *Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental.* 3 ra. Madrid, España: Editorial Medica Panamericana; 2009. 1–441 p.
15. American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp Therapy for Primary and Immature Permanent Teeth. *Pediatr Dent.* 2020;353–61.
16. Dentistry AA of P. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatr Dent.* 2014;37(7 Suppl):244–52.
17. van der Sluis LW. Endodontic diagnosis. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 2013;112(11):420–6.
18. H AI Dlaigan Y. Pulpotomy Medicaments used in Deciduous Dentition : An Update. *J Contemp Dent Pract.* 2015;486–503.
19. Raval R, Pandya P, Thummar N, Prajapati D. Comparison of pulpotomy using ferric sulphate, glutaraldehyde and MTA- A randomised controlled trial. *Int J Community Heal Med Res.* 2017;3(1):84–9.
20. Morales de Armas M, Cabañas Lores C, Ramos Cardoso L. Uso de formocresol diluído en dientes temporales. 1998;35(1):5–10.
21. Nadin G, Goel BR, Yeung CA, Glenn AM, CD003220 A n. Pulp treatment for extensive decay in primary teeth (Cochrane Review). *Cochrane Libr* [Internet].

- 2008;4(5). Available from:  
<http://cochrane.bvsalud.org/cochrane/show.php?db=reviews&mf=1654&id=&lang=pt&dblang=&lib=COC&print=yes>
22. Niranjani K, Prasad MG, Arun A, Vasa K, Divya G, Thakur MS, et al. Clinical Evaluation of Success of Primary Teeth Pulpotomy Using Mineral Trioxide Aggregate<sup>®</sup>, Laser and Biodentine<sup>™</sup> - An In Vivo Study. *J Clin Diagnostic Res.* 2015;9(4):35–7.
  23. Nematollahi H, Sarraf Shirazi A, Mehrabkhani M, Sabbagh S. Clinical and radiographic outcomes of laser pulpotomy in vital primary teeth: a systematic review and meta-analysis. *Eur Arch Paediatr Dent [Internet].* 2018;19(4):205–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s40368-018-0358-4>
  24. Iliescu AA, Tulus G, Perlea P, Gheorghiu IM, Iliescu MG, Manolea HO. Bioceramics and endodontics: present and expectations in clinical use. *Trans Tech Publ.* 2017;376:29–38.
  25. Gopalakrishnan V, Anthonappa R, Ekambaram M, King NM. Qualitative assessment of published studies on pulpotomy medicaments for primary molar teeth. *J Investig Clin Dent.* 2019;10(2):e12389.
  26. Cameron A, Widmer R. The handbook of pediatric dentistry. In: *The American Academy of Pediatric Dentistry.* 2018. p. 1–332.
  27. Oliveria-del Río J, Mendoza-Castro A, Alvarado-Solorzano A. Endodoncia en dientes temporales. *Pulpotomía. Pol Con.* 2017;2(6):1288–97.
  28. Caruso S, Dinoi T, Marzo G, Campanella V, Giuca MR, Gatto R, et al. Clinical and radiographic evaluation of biodentine versus calcium hydroxide in primary teeth pulpotomies: A retrospective study. *BMC Oral Health.* 2018;18(1):1–7.
  29. Tarcin B, Gumru B, Iriboz E. Radiologic Assessment of periapical health: Comparison of 3 different index systems. *J Endod [Internet].* 2015;41(11):1834–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2015.08.010>
  30. Peralta Lazo E, Ramírez Salomón M, Alvarado Cárdenas G, López Villanueva M,

Ayala Ham A, Vega Lizama E. Éxito del tratamiento endodóntico en la Facultad de Odontología de la UADY. *Rev Odontol Latinoam.* 2017;9:57–62.

31. Dds DMS, Sue MSN, Dds S, Martha MSD, Dds EN, Dds MS. Outcome of formocresol / ZOE sub-base pulpotomies utilizing alternative radiographic success criteria. *Pediatr Dent.* 2001;23(3):331–6.
32. Chandrashekar S, Shashidhar J. Formocresol , still a controversial material for pulpotomy : A critical literature review. *J Restor Dent.* 2014;2(3):114–24.
33. Huth KC, Hajek-al-khatar N. Long-term effectiveness of four pulpotomy techniques : 3-year randomised controlled trial. *Clin Oral Invest.* 2012;16(4):1243–50.
34. Ranly DM. Pulpotomy therapy in primary teeth: new modalities for old rationales. *Pediatr Dent.* 1994;16(6):403–9.
35. Abd O, Sadek E, Meligy E, Alamoudi NM, Allazzam SM, El-housseiny AAM. Biodentine TM versus formocresol pulpotomy technique in primary molars : a 12 – month randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health.* 2019;19(3):1–8.
36. Casas MJ, Kenny DJ, Judd PL, Johnston DH. Do we still need formocresol in pediatric dentistry? *J Can Dent Assoc (Tor).* 2005;71(10):749–51.
37. Love RM, Diagnostic O, Sciences S. Endodontic Treatment In The Primary Dentition o Dental Caries And. *Aust Endod Journa.* 2010;30(2):59–68.
38. Castrellón G, De E, Ángeles T. Comparación mutagénica y genotóxica de formocresol, cresol, formaldehído y glutaraldehído. *Acta Pediatr Mex.* 2005;26(4):190–5.
39. Mohammadi Z, Dummer PMH. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J.* 2011;44(8):697–730.
40. Costa E Silva LL, Cosme-Silva L, Sakai VT, Lopes CS, da Silveira APP, Moretti Neto RT, et al. Comparison between calcium hydroxide mixtures and mineral trioxide aggregate in primary teeth pulpotomy: A randomized controlled trial. *J*

Appl Oral Sci. 2019;27:1–8.

41. Dean JA. Treatment of Deep Caries, Vital Pulp Exposure, and Pulpless Teeth [Internet]. Tenth Edit. McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent: Tenth Edition. Elsevier Inc.; 2016. 221–242 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-28745-6.00013-2>
42. Foreban PC, Barnes IE. A review of calcium hydroxide. *Int Endod J.* 1990;23(6):283–97.
43. Watts A, Paterson RC. Pulpal response to a zinc oxide–eugenol cement. *Int Endod J.* 1987;20(2):82–6.
44. Socorro AGM, Arturo RMPJ, Pozos-guillen GAJ. Zinc Oxide–Eugenol Pulpotomy in Primary Teeth: A 24-Month Follow-up. *J Clin Pediatr Dent.* 2016;40(2):107–12.
45. Article O. A Comparative Evaluation of Hydroxyapatite Crystals and Glutaraldehyde as Agents for Pulpotomy in Deciduous Molars. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2009;2(1):13–22.
46. Mallineni SNMBSK. Efficacy of ferric sulphate as a pulpotomy medicament in primary molars : an evidence based approach. *Eur Arch Paediatr Dent* [Internet]. 2018;19(6):439–47. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s40368-018-0375-3>
47. Lopes CS, Junqueira MA, Cosme-Silva L, Pegoraro C de OR, Garbelini CCD, Oliveira TM, et al. Initial inflammatory response after the pulpotomy of rat molars with MTA or Ferric Sulfate. *J Appl Oral Sci.* 2019;27:1–11.
48. Ansari G, Aghdam HS, Taheri P, Ahsaie MG. Laser pulpotomy — an effective alternative to conventional techniques — a systematic review of literature and meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 2018;8–10.
49. Sahebalam R, Sarraf A, Jafarzadeh H. Clinical and Radiographic Success of Electrosurgical Pulpotomy in Primary Teeth. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2017;58(2):77–83.

50. Capel F, Orgaz F, Rincon J. Materiales biocerámicos y biovidrios. *BOLSOCEPCERAMVIDR*. 1987;26:13–9.
51. Deb S, Chana S. Biomaterials in relation to dentistry. *Biomater Oral Craniomaxillofacial Appl*. 2015;17:1–12.
52. Raghavendra SS, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in endodontics. A review. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2017;51:128–37.
53. Wang Z. Bioceramic materials in endodontics. *Endod Top*. 2015;32:3–30.
54. Caliskan S, Tuloglu N, Bayrak S. Clinical applications of BioAggregate in pediatric dentistry . Case reports. *Srp Arh Celok Lek*. 2019;147:746–50.
55. Al-haddad A, Che ZA, Aziz A. Bioceramic-Based Root Canal Sealers : A Review. *Int J Biomater*. 2016;
56. Ana ID, Almas G, Satria P. Bioceramics for Clinical Application in Regenerative Dentistry. Springer Nature Singapore. 2018. 309–316 p.
57. Tawil PZ, Galicia J. Mineral Trioxide Aggregate (MTA): Its History, Composition, and Clinical Applications. *Compend Contin Educ Dent*. 2015;36(4):247–264.
58. Prati C, Giovanna M. Calcium silicate bioactive cements : Biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater* [Internet]. 2015; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2015.01.004>
59. Steffen R, Waes H Van. Understanding mineral trioxide aggregate / Portland-cement : A review of literature and background factors. *Eur Acad Paediatr Dent*. 2009;10(2).
60. Llanos-carazas MY. Evolución de los cementos biocerámicos en endodoncia. *Conoc para el Desarro*. 2019;10(1):151–62.
61. Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements : an updated overview – part I : vital pulp therapy. *Int Endod J*. 2018;51:177–205.

62. Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus Biodentine : Review of Literature with a Comparative Analysis. *J Clin Diagn Res.* 2017;11(8):3–7.
63. Abusrewil SM, Mclean W, Scott JA. The use of Bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. *Saudi Dent J [Internet].* 2018;4:273–82. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2018.07.004>
64. Gulhane F, Academy M, Yildirim C, Basak F, Akgun OM, Polat GG, et al. Clinical and Radiographic evaluation of the effectiveness of Formocresol, Mineral Trioxide Aggregate, Portland Cement, and Enamel Matrix Derivative in primary teeth pulpotomies: A two year follow-up. *Clin Radiogr Eval Prim Teeth Pulpotomies.* 2016;40(1):14–20.
65. Alghamdi F. The biological effect of the endodontic bioactive cements fast set NeoMTA plus and ProRoot-MTA on osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells : A systematic review. *Int Dent J Students Res.* 2019;7(June):24–8.
66. Türker SA, Uzunoğlu E, Bilgin B. Comparative evaluation of push-out bond strength of Neo MTA Plus with Biodentine and white ProRoot MTA. *J Adhes Sci Technol.* 2016;4:243.
67. Siboni F, Taddei P, Prati C, Grandolfi MG. Properties of NeoMTA Plus and MTA Plus cements for endodontics. *Int Endod J.* 2017;50:83–94.
68. Neelakantan P, Berger T, Primus C, Shemesh H, Wesselink PR. Acidic and alkaline chemicals influence on a tricalcium silicate-based dental biomaterial. *J Biomed Mater Res.* 2018;1–11.
69. Holan G, Eidelman E, Fuks A. Long-term evaluation of pulpotomy in primary molars using Mineral Trioxide Aggregate or Formocresol. *Pediatr Dent.* 2004;27(November).
70. Majeed A, Alshwaimi E. Push-Out Bond Strength and Surface Microhardness of Calcium Silicate-Based Biomaterials: An in vitro Study. *Med Princ Pract.* 2017;26(2):139–45.
71. Song JS, Mante FK, Romanow WJ, Kim S. Chemical analysis of powder and set

forms of Portland cement, gray ProRoot MTA, white ProRoot MTA, and gray MTA-Angelus. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2006;102(6):809–15.

72. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties. *J Endod* [Internet]. 2010;36(1):16–27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.006>
73. Kadali N, Alla RK, Guduri V, AV R, MC SS, Raju RV. Mineral Trioxide Aggregate: an overview of composition, properties and clinical applications. *Int J Dent Mater*. 2020;2(1):11–8.
74. Torabinejad M, Parirokh M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part II: other clinical applications and complications. *Int Endod J*. 2018;51(3):284–317.
75. Mahmoud SH, Mohamed A, El Z, El-zekrid MH, Grawish M. Biodentine versus mineral trioxide aggregate as a direct pulp capping material for human mature permanent teeth - A systematic review. *Conserv Dent*. 2018;21(5).
76. Dawood AE, Parashos P, Wong RHK, Reynolds EC, Manton DJ. Calcium silicate based cements: composition, properties, and clinical applications. *J Investig Clin Dent*. 2017;8(2):1–15.
77. Carti O, Oznurhan F. Evaluation and comparison of mineral trioxide aggregate and biodentine in primary tooth pulpotomy: Clinical and radiographic study. *Niger J Clin Pract*. 2017;20(12):1604–9.
78. Instructions for use NeomTA Plus AVALON BIOMED®. 2016.
79. Alsanouni M, Bawazir OA. A randomized clinical trial of NeomTA Plus in primary molar pulpotomies. *Pediatr Dent*. 2019;41(2):107–11.
80. Jiménez-Sánchez M del C, Segura-Egea JJ, Díaz-Cuenca A. Higher hydration performance and bioactive response of the new endodontic bioactive cement MTA HP repair compared with ProRoot MTA white and NeomTA plus. *J Biomed Mater*

Res - Part B Appl Biomater. 2019;107(6):2109–20.

81. Camilleri J. Staining Potential of Neo MTA Plus , MTA Plus , and Biodentine Used for Pulpotomy Procedures. *J Endod* [Internet]. 2015;41(7):1–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2015.02.032>
82. Andrade AS, Rodrigues EM, Viola KS, Faria G, As A, Em R, et al. Biocompatibility and mineralized nodule formation of Neo MTA Plus and an experimental tricalcium silicate cement containing tantalum oxide. *Int Endod J*. 2017;50:31–9.
83. Instructions for use NeoMTA® NuSmile®.
84. Vargas KG, Packham B. Radiographic success of Ferric Sulfate and Formocresol pulpotomies in relation to early exfoliation. *Pediatr Dent*. 2005;27(3):233–7.
85. Ibricevic H, Al-Jame Q. Ferric sulphate and formocresol in pulpotomy of primary molars: Long term follow-up study. *Eur J Paediatr Dent*. 2003;4(1):28–32.
86. DD SEJ, DD AAK, DD DG. Success rate of Formocresol pulpotomy versus Mineral Trioxide Aggregate in human primary molar tooth. *Res Med Sci*. 2004;6:304–7.
87. Omar A El, Sadek EM, Alamoudi NM, Allazzam SM, El-Housseiny AAM. Biodentine™ versus formocresol pulpotomy technique in primary molars: A 12-month randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):1–8.
88. Perea MB, Mendoza BS, Garcia-Godoy F, Mendoza AM, Iglesias-Linares A. Clinical and radiographic evaluation of white MTA versus formocresol pulpotomy: A 48-month follow-up study. *Am J Dent*. 2017;30(3):131–6.
89. Neamatollahi H, Tajik A. Comparison of clinical and radiographic success rates of pulpotomy in primary molars using Formocresol, Ferric Sulfate and Mineral Trioxide Aggregate (MTA). *J Dent Tehran Univ Med Sci*. 2006;3(1):6–14.
90. Aeinehchi M, Dadvand S, Fayazi S, Bayat-Movahed S. Randomized controlled trial of mineral trioxide aggregate and formocresol for pulpotomy in primary molar

- teeth. *Int Endod J.* 2007;40(4):261–7.
91. Moretti ABS, Sakai VT, Oliveira TM, Fornetti APC, Santos CF, Machado MAAM, et al. The effectiveness of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide and formocresol for pulpotomies in primary teeth. *Int Endod J.* 2008;41(7):547–55.
  92. Noorollahian H. Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp medicaments for pulpotomies in primary molars. *Br Dent J.* 2008;204(11):1–4.
  93. Ansari G, Ranjpour M. Mineral trioxide aggregate and formocresol pulpotomy of primary teeth: A 2-year follow-up. *Int Endod J.* 2010;43(5):413–8.
  94. Godhi B. Success Rate of MTA Pulpotomy on Vital Pulp of Primary Molars: A 3-Year Observational Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2016;9(3):222–7.
  95. 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):661–6.
  96. Calidad T De, Universitario P. Efectividad Del Agregado Trióxido De Mineral (Mta) Como Apósito Pulpar De Pulpotomias En Molares Primarios. *CienciaUAT.* 2009;4(1):68–71.
  97. Barreiro López S, Maroto Edo M, Saavedra Marbán G, Barbería Leache E. Estudio clínico comparativo entre la aplicación de cemento Portland y agregado trióxido mineral (MTA) en pulpotomías de molares temporales. *Odontol pediátr.* 2016;24(2):125–33.
  98. Marghalani AA, Omar S, Chen JW. Clinical and radiographic success of mineral trioxide aggregate compared with formocresol as a pulpotomy treatment in primary molars: A systematic review and meta-analysis. *J Am Dent Assoc [Internet].* 2014;145(7):714–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.14219/jada.2014.36>

## ANEXO I

### **CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Dirigido a: Universidad Autónoma de Yucatán

Estimado(a) (Señor/Señora):

Soy estudiante de la Universidad Autónoma de Yucatán y actualmente estoy realizando un estudio poblacional a todos los pacientes que asistan a la clínica de la Universidad, al cual le estamos invitando a su hijo a participar. El estudio se realizará en la clínica de la maestría.

Si usted decide que su hijo participe en el estudio, es importante que considere la siguiente información que le vamos a presentar.

Siéntase libre de preguntar cualquier asunto que no le quede claro.

El propósito del estudio es estudiar la efectividad de un material nuevo en los tratamientos de pulpotomías, las cuales quedarán selladas con un material de restauración temporal y al mes de haber realizado el tratamiento y éste no presente ninguna complicación, se le colocará su restauración final, la cual será una corona de acero cromo para fines de evitar la filtración del material. Posteriormente se realizarán citas de evaluación clínica y radiográfica a los 1, 3 y 6 meses.

Le pedimos permita a su hijo participar ya que el cumple con todos los criterios que necesitamos para realizar los tratamientos.

#### **Procedimientos:**

El tratamiento a realizar serán pulpotomías, éste consiste en la eliminación de la pulpa cameral del diente afectado, dejando las raíces con tejido pulpar.

**Su participación consistirá en:**

El tratamiento a realizar serán pulpotomías en órganos dentarios inferiores, éste consiste en la eliminación de la pulpa cameral del diente afectado, dejando las raíces con tejido pulpar.



- La entrevista durará alrededor de 20 minutos y las preguntas que éste abarque serán acerca de la salud de su hijo y la historia del dolor que el presente.
- La entrevista será realizada en la clínica de la Universidad

**Beneficios:** El seguimiento del tratamiento tanto de la pulpotomía como de la restauración con corona de acero-cromo serán realizado de manera gratuita y en caso de necesitarse algún retratamiento será gratis. Si usted acepta participar, estará colaborando con la Universidad Autónoma de Yucatán para realizar este estudio y con los resultados obtenidos se podrá determinar la capacidad de éste material.

**Confidencialidad:** Toda la información que usted nos proporcione para el estudio será de carácter estrictamente confidencial, será utilizada únicamente por el equipo de investigación del proyecto y no estará disponible para ningún otro propósito. Su hijo quedará identificado(a) con un número y no con su nombre. Los resultados de este estudio podrían ser publicados con fines científicos, pero se presentarían de tal manera para que usted su hijo no fuera identificado(a).

**Participación voluntaria/retiro:** Su participación en este estudio es absolutamente voluntaria. Usted está en plena libertad de negarse a participar o de retirar su participación del mismo en cualquier momento. Su decisión de permitir participar o no a su hijo en el estudio no implicará ningún tipo de consecuencia o le afectará de ninguna manera en los servicios que su hijo requiera.

**Riesgos potenciales/compensación:** Los riesgos potenciales que implican su participación en este estudio son de riesgo mínimo. Si alguna de las preguntas le hicieran sentir un poco incómodo(a), tiene el derecho de no responderla.

Usted no recibirá ningún pago por participar en el estudio.

**Aviso de Privacidad Simplificado:** Los datos personales que le solicitaremos serán utilizados exclusivamente para las finalidades expuestas en este documento. Usted puede solicitar la corrección de sus datos o que sus datos se eliminen de nuestras bases o retirar su consentimiento para su uso.

Si usted acepta participar en el estudio, le entregaremos una copia de este documento que le pedimos sea tan amable de firmar.

## **DECLARACIÓN DE LA PERSONA QUE DA EL CONSENTIMIENTO**

- Se me ha leído/ he leído esta Carta de consentimiento.
- Me han explicado el estudio de investigación incluyendo el objetivo, los posibles riesgos y beneficios, y otros aspectos sobre mi participación en el estudio.
- He podido hacer preguntas relacionadas a la participación de mi hijo en el estudio, y me han respondido satisfactoriamente mis dudas.

Si usted entiende la información que le hemos dado en este formato, está de acuerdo en participar en este estudio, de manera total o parcial, y también está de acuerdo en permitir que su información de salud sea usada como se describió antes, entonces le pedimos que indique su consentimiento para participar en este estudio.

**Registre su nombre y firma en este documento del cual le entregaremos una copia.**

Nombre            y            firma            del            padre            o            tutor

\_\_\_\_\_

Fecha/hora \_\_\_\_\_

ANEXO II

**CARTA DE ASENTIMIENTO**

Hola mi nombre es Sharon Kristel Arteaga Yáñez y estudio en la Universidad Autónoma de Yucatán. Actualmente la universidad está realizando un estudio para conocer acerca de realizar tratamientos bucales y para ello queremos pedirte que nos apoyes.

Tu participación en el estudio consistiría en permitirme realizar un tratamiento bucal contigo, esta es voluntaria, es decir, aun cuando tus papá o mamá hayan dicho que puedes participar, si tú no quieres hacerlo puedes decir que no. Es tu decisión si participas o no en el estudio. También es importante que sepas que, si en un momento dado ya no quieres continuar en el estudio, no habrá ningún problema, o si no quieres responder a alguna pregunta en particular, tampoco habrá problema.

Esta información será confidencial, esto quiere decir que no diremos a nadie tus respuestas, solo lo sabrán las personas que forman parte del equipo de este estudio.

Si aceptas participar, te pido que por favor pongas una ( ✓ ) en el cuadrado de abajo que dice “Sí quiero participar” y escribe tu nombre.

Si no quieres participar, no pongas ninguna ( ✓ ), ni escribas tu nombre.

Sí quiero participar

Nombre: \_\_\_\_\_

Nombre y firma de la persona que obtiene el asentimiento:

\_\_\_\_\_

Fecha: a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ANEXO III

**INSTRUMENTO DE EVALUACION DE SEGUIMIENTO**

Universidad Autónoma de Yucatán

Facultad de Odontología

Maestría en Odontología Infantil

Hoja de registro para la inclusión de pacientes en el programa de pulpotomías.

Nombre del Paciente: \_\_\_\_\_

Domicilio: \_\_\_\_\_

Órgano (s) dentario (s): \_\_\_\_\_

Material utilizado:            **Formocresol**            **NeoMta**

Observaciones:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fecha	Evaluación Clínica	Evaluación Radiográfica

## ANEXO IV

### **INSTRUMENTO DE MEDICION CLÍNICA Y RADIOGRÁFICA**

#### Crterios Strindberg

<b>CRITERIOS DE STRINDBERG</b>		
	<b>CLÍNICOS</b>	<b>RADIOGRÁFICOS</b>
<b>ÉXITO CLÍNICO</b>	No aparecen síntomas clínicos	Ligamento periodontal normal, lámina dura intacta
<b>FRACASO PATOLÓGICO</b>	Presencia de síntomas y signos clínicos patológicos (inflamación o aparición de una fístula)	Lámina dura rota o pobremente definida, aparición de una rarefacción nueva o aumento de la inicial
<b>DUDOSO</b>	Presencia de síntomas pero ausencia de signos clínicos	Radiografía deficiente, extracción de los órganos dentarios

#### Crterios Strange

1. Sin datos patológicos
2. Reabsorción externa de la raíz
3. Reabsorción interna de la raíz
4. Destrucción ósea interradicular
5. Metamorfosis calcificada
6. Exfoliación prematura