

# **TESIS DOCTORAL**

## **“Valoración del tratamiento de la pulpotomía con MTA en dientes temporales vitales”**

**Directores:**

**Profa. Dra. Dña. Asunción Mendoza**

**Prof. Dr. Alejandro Iglesias**

**MARÍA BIEDMA PEREA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA. UNIVERSIDAD DE SEVILLA.**

**DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA**



Sevilla, 2013



## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

**DRA. ASUNCIÓN MENDOZA MENDOZA, PROFESORA TITULAR DE UNIVERSIDAD DEL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA, ADSCRITO A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA.**

**DR. ALEJANDRO IGLESIAS LINARES, PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.**

**CERTIFICAN: Que Dña. María Biedma Perea ha realizado bajo nuestra dirección el trabajo titulado “VALORACION DEL TRATAMIENTO DE LA PULPOTOMÍA CON MTA EN DIENTES TEMPORALES VITALES”.**

Para optar al grado de Doctor por la Universidad de Sevilla.



Dra. Asunción Mendoza Mendoza



Dr. Alejandro Iglesias Linares

Sevilla, 23 de Septiembre de 2013.

*La posibilidad de realizar un  
sueño es lo que hace que la vida sea  
interesante.*

*Paulo Coelho (1947)*

*Dedicada:*

*A mis padres, por dejar las  
huellas del camino a seguir.*

*A mi hermana por su paciencia  
y amor.*

*Deseo expresar mi agradecimiento a todos los que con su colaboración y cooperación desinteresada me han apoyado en el tiempo que le he dedicado a la realización del presente proyecto. No quiero que estas palabras sean consideradas como mera formalidad, sino que expresen un sincero reconocimiento para todas aquellas personas que han hecho posible que este proyecto se haga realidad.*

A mi directora la Dra. **Asunción Mendoza**, quien me ha brindado la oportunidad de formarme en Odontopediatría en la Universidad de Sevilla y dirigirme para llevar a cabo este proyecto. Así como, transmitirme sus conocimientos y experiencia con gran dedicación, considerándola siempre como un referente en mi futura trayectoria profesional.

Al Dr. **Alejandro Iglesias Linares**, como co-director, quién interesándose desde un primer momento puso su experiencia a mi disposición. Encontró recursos para salvar cada escalón robándole horas a su sueño, su trabajo y su formación.; sin olvidar sus continuas palabras de ánimo y motivación.

Debo mencionar a todos los profesores del Máster de Odontopediatría así como a sus alumnas, sin dejar escapar a mi gran querida Carolina Caleza, que sigue estando presente entre nosotros. A todos por su apoyo absoluto e incondicional.

A mis compañeros y amigos de Departamento de Odontopediatría, Dr. David Ribas, Dra. M<sup>a</sup> Dolores Huertas por su comprensión en los momentos difíciles. Que nada ni nadie cambie nuestra amistad.

No puedo olvidar a Doña M<sup>a</sup> del mar Vargas, administrativa del Departamento de Odontopediatría, tan servicial, eficaz y cercana.

A mis queridas amigas para toda la vida, en especial a Macarena Pérez y a Marta Cenizo por transformar lo difícil en fácil y levantarme el ánimo con una sonrisa.

Y por supuesto agradecer hoy y siempre a mi familia, mis padres y mi hermana a quienes siempre les toca la parte más difícil y nunca podré recompensar suficientemente el amor y ánimo que cada día de mi vida me han ofrecido.

A todos ellos, gracias.

# **INDICE**

---



## I. INTRODUCCIÓN

1.1. PRESERVACIÓN DIENTE TEMPORAL.	12-15
1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA PULPOTOMÍA EN DIENTES PRIMARIOS.	15-18
1.3. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA PULPOTOMÍA EN DIENTES TEMPORALES.	19-20
1.4. TÉCNICA DE LA PULPOTOMIA.	20
1.4.1. <i>Procedimiento clínico.</i>	21-22
1.4.2. <i>Características del material de elección para pulpotomía.</i>	23
1.5. FÁRMACOS DE ELECCIÓN.	23
1.5.1. <i>Materiales medicamentosos.</i>	23
1.5.1.1. <i>Técnica de la pulpotomía al formocresol.</i>	23-33
1.5.1.2. <i>Técnica de la pulpotomía al hidróxido de calcio.</i>	33-38
1.5.1.3. <i>Técnica de la pulpotomía con glutaraldehído.</i>	38-40
1.5.1.4. <i>Técnica de la pulpotomía al sulfato férrico.</i>	40-45
1.2.1.5. <i>Técnica de la pulpotomía al óxido de zinc-eugenol.</i>	45-47
1.5.2. <i>Materiales no medicamentosos.</i>	47
1.5.2.1. <i>Láser.</i>	47-49
1.5.2.1.1. <i>Indicaciones de los láseres en odontología.</i>	49-50

1.5.2.1.2. <i>Contraindicaciones para el uso de láser.</i>	50-51
1.5.2.2. <i>Electrocoagulación.</i>	51-53
1.5.3. <i>Materiales Biológicos.</i>	53
1.5.3.1. <i>Agregado Trióxido Mineral (MTA).</i>	53-55
1.5.3.1.1. <i>Composición.</i>	55-58
1.5.3.1.2. <i>Presentación y preparación del MTA.</i>	58-60
1.5.3.1.3. <i>Propiedades físicas y químicas.</i>	61-73
1.5.3.1.4. <i>Propiedades biológicas.</i>	73-82
1.5.3.1.5. <i>Manipulación.</i>	82-85
1.5.3.1.6. <i>Aplicaciones.</i>	85-95
<b>II. HIPÓTESIS DE TRABAJO.</b>	96-98
<b>III. OBJETIVOS.</b>	98-99
3.1. <i>OBJETIVOS GENERALES.</i>	98-99
3.2. <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</i>	99
<b>IV. MATERIAL Y MÉTODO.</b>	100
4.1. <i>ESTRATEGIA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.</i>	101
4.2. <i>DISEÑO DEL ESTUDIO.</i>	101-102
4.3. <i>MUESTRA.</i>	102
4.3.1. <i>Tamaño de la muestra.</i>	102-103
4.3.2. <i>Criterios de inclusión y exclusión de la muestra.</i>	103-105
4.3. <i>METODOLOGÍA OPERATORIA. PROCEDIMIENTO DE PULPOTOMÍA CON AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA BLANCO).</i>	105-109
4.5. <i>SEGUIMIENTO POSTOPERATORIO.</i>	109-110
4.5.1. <i>Monitorización clínica.</i>	110-111



4.5.2. Monitorización radiológica.	111-116
4.6. <i>NORMATIVA ÉTICA.</i>	117-120
4.7. <i>ANÁLISIS ESTADÍSTICO.</i>	121-122
<b>V. RESULTADOS.</b>	123
5.1. <i>CÁLCULO DEL ERROR INTRA OBSERVADOR.</i>	124
5.2. <i>DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA.</i>	124-126
5.3. <i>RESULTADOS DE LA MONITORIZACIÓN CLÍNICA.</i>	127
5.3.1. <i>Valoración de las repercusiones en la dentición permanente.</i>	127-128
5.3.2. <i>Valoración del fracaso clínico.</i>	128-129
5.3.3. <i>Mes del fracaso clínico.</i>	129-130
5.4. <i>RESULTADOS DE LA MONITORIZACIÓN RADIOLÓGICA.</i>	130
5.4.1. <i>Obliteración radicular.</i>	130
5.4.1.1. <i>Obliteración de la raíz palatina de molares superiores.</i>	130-132
5.4.1.2. <i>Obliteración de las raíces mesiales y distales de molares superiores e inferiores.</i>	132-136
5.4.2. <i>Evaluación de la formación de puente dentinario.</i>	137
5.4.2.1. <i>Formación puente dentinario palatino de molares superiores.</i>	137-138
5.4.2.2. <i>Formación puente dentinario mesial de molares superiores e inferiores.</i>	139-140
5.4.2.3. <i>Formación puente dentinario distal de molares superiores e inferiores.</i>	141-145
5.4.3. <i>Valoración del fracaso radiológico.</i>	145-146
5.4.3.1. <i>Reabsorción radicular interna no perforada (RRINP).</i>	146-147
5.4.3.2. <i>Reabsorción radicular interna perforada (RRIP).</i>	147-148

5.4.3.3. Mes de aparición de la reabsorción radicular interna.	148-149
5.4.3.4. Reabsorción radicular externa (RRE).	150-151
5.4.3.5. Presencia de radiolucidez en furca.	152
<b>VI. DISCUSIÓN.</b>	153-163
<b>VII. CONCLUSIONES.</b>	164-166
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA.</b>	167-190
<b>IX. ANEXO I.</b>	191-193
<b>X. ANEXO II.</b>	194-195
<b>XI. ANEXO III.</b>	196-197

# ***INTRODUCCIÓN***

---

## I. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. PRESERVACIÓN DIENTE TEMPORAL.

A pesar de los avances en la prevención de la caries dental y la importancia sobre el mantenimiento de la dentición temporal, éstos, son perdidos prematuramente (Figura 1). Esta pérdida puede conducir a maloclusiones, problemas estéticos, fonéticos y funcionales como hábitos, que pueden ser transitorios o permanentes.<sup>1</sup>

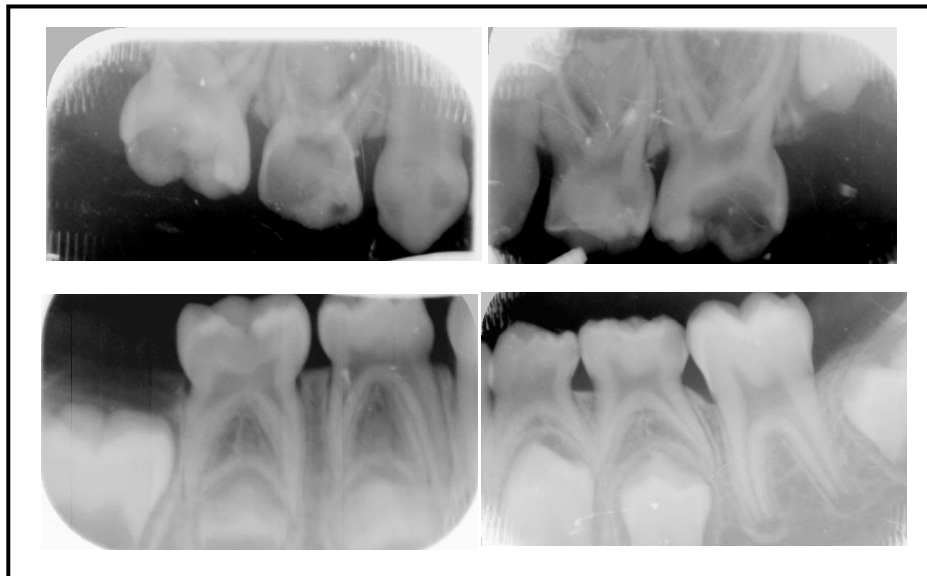


Figura 1. Radiografías intraorales periapicales en las que se pueden observar molares temporales afectados por caries.

El recambio dentario abarca un periodo largo de tiempo, desde aproximadamente los 6 años hasta la pubertad, lo mismo ocurre con el

desarrollo radicular y el cierre apical. Durante ese largo periodo de tiempo, existen diversos factores pueden alterar la salud pulpar de los dientes, pero los más frecuentes son la caries profunda y los traumatismos dentarios. Las primeras afectan con mayor frecuencia a dientes posteriores, especialmente a primeros molares permanentes, mientras que los traumatismos afectan más a dientes anteriores, en particular al grupo incisivo superior.<sup>2-4</sup>

El tratamiento pulpar en dientes temporales con caries y compromiso pulpar es el mejor tratamiento que puede recibir un niño para preservar sus piezas dentarias y por consiguiente el espacio para la dentición permanente; <sup>5-7</sup>ya que no hay mejor mantenedor del espacio que el órgano dental primario mantenido hasta su exfoliación.

Entre los tratamientos pulpares, la pulpotomía es uno de los recursos para poder conservar los dientes deciduos, así estos actúan como mantenedores de espacios naturales hasta la erupción de la dentición permanente, <sup>5,8,9</sup> además permite la conservación de la vitalidad de la pulpa radicular hasta que se produce el recambio fisiológico del diente temporal pulpotomizado. <sup>10, 11</sup>

Por tanto podemos decir que el primer objetivo de la terapia pulpar en Odontopediatría es conservar la integridad y la salud de los dientes y sus tejidos de soporte.<sup>1,12,13,14</sup> Así pues, la pérdida prematura de piezas primarias puede causar la alteración de la longitud de arco, dando como

resultado el corrimiento mesial de los dientes permanentes y la consecuente maloclusión.<sup>5</sup> (Figura 2)

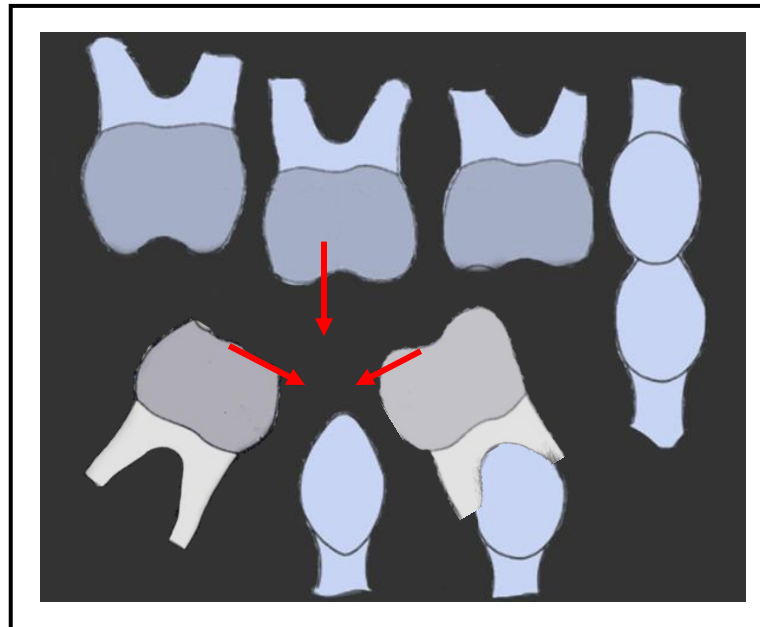


Figura 2. Tomado de Lucea A, 2002. Pérdida prematura de pieza dentaria temporal. Alteración longitud de arcada con pérdida de espacio.<sup>15</sup>

La terapia pulpar ha sido el área de tratamiento en la odontología pediátrica con más controversia. En particular, el procedimiento de pulpotomía vital ha sido un tema de debate por décadas. En tanto que la terapia de pulpotomía ha evolucionado lentamente durante los primeros 40 años, sin embargo, el ritmo de cambio desde los años 60 ha sido acelerado.<sup>16</sup>

El uso de materiales dentales como apósitos pulpares en el tratamiento de pulpotomía en dientes deciduos es un tema de gran relevancia debido a que la biocompatibilidad y la calidad de todo material

empleado en contacto con el tejido pulpar representan el éxito o fracaso de nuestros tratamientos. La calidad de éstos últimos está muy relacionada con la biocompatibilidad.<sup>10</sup> La elección de materiales dentales utilizados en odontología requiere tener una aceptación y autorización por parte de las asociaciones encargadas de autorizar todo material en el mercado.<sup>10</sup>

## **1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA PULPOTOMÍA EN DIENTES PRIMARIOS.**

La primera mención referente a los tratamientos pulpares de dientes permanentes que podemos encontrar en la literatura se remonta según Nunn J.H. y cols. 1996<sup>17</sup> al año 1756; en este momento se realizaban recubrimientos de exposiciones pulpares con pequeñas piezas de oro cuidadosamente adaptadas a la base de las cavidades dentales. Posteriormente paso a realizarse la cauterización de porciones de pulpas expuestas, empleando para ello un alambre metálico incandescente, recubriendo la lesión con una fina capa de plomo.<sup>17</sup>

El uso de medicamentos para el tratamiento de la pulpa dental llegó más tarde, por ejemplo el corcho, la cera de abeja, el polvo de vidrio y una gran variedad de compuestos con calcio e incluso algunos compuesto con una base de eugenol.<sup>17</sup>

En 1904, Buckley <sup>18</sup> propuso su técnica de tratamiento de pulpas necróticas; después de aislar con dique de goma el diente y eliminar la pulpa cameral, aplica una bolita de algodón con una solución de tricresol y formaldehído a partes iguales en la cámara pulpar y la sella. La técnica fue un éxito, debido a las propiedades antisépticas y germicidas de los materiales empleados.<sup>17,18,19</sup> Estudios posteriores, han demostrado que la capacidad antimicrobiana del formocresol es aún mayor a la de muchos otros productos que se empleaban y emplean actualmente en endodoncia.<sup>20</sup>

En 1886, Witzel describe un método de pulpotomía mediante la amputación de la pulpa cameral.<sup>21</sup> En 1938, Teuscher y Zander informaron sobre el uso de pasta de hidróxido cálcico en pulpotomías de dientes temporales y permanentes.<sup>22</sup>

Sweet en 1937 <sup>23</sup> describió la técnica de pulpotomía en molares deciduos, fue una modificación de otra previa que requería cinco citas.<sup>24</sup> Aquella modificación consistía en la extirpación del tejido pulpar cameral y la aplicación de formocresol en una primera y una segunda cita. Finalmente en la tercera se colocaba una mezcla de óxido de zinc y eugenol, y se sellaba con cemento y una reconstrucción de amalgama de plata.<sup>23</sup> Más tarde la cambió y añadió a la mezcla de óxido de cinc y eugenol un poco de formocresol.<sup>23</sup>



Desde que la técnica de pulpotomía al formocresol fuese descrita por Buckley<sup>25</sup> y modificada por Sweet<sup>23, 24</sup> ha sido de elección terapéutica en el tratamiento de dientes temporales.<sup>17, 26, 27</sup> Sin embargo, aunque el formocresol no muestra efectos indeseables clínicamente, si lo hace en los estudios histológicos realizados posteriormente sobre muestras dentarias extraídas.<sup>27, 28</sup> Así, Massler y Mansukhani<sup>29</sup> encontraron, a las dos semanas del tratamiento, células inflamatorias concentradas entre la segunda y la tercera capa, de las tres capas descritas por Doyle y cols.<sup>30</sup> Berger<sup>31</sup> observó que el tejido pulpar necrótico era reemplazado por tejido de granulación a través del ápice, una vez pasadas siete semanas.

Actualmente, aunque el formocresol sigue siendo el medicamento de elección en pulpotomías de dientes temporales, principalmente por su facilidad de uso y por su excelente éxito clínico, se ha detectado en múltiples estudios, que posee aspectos tóxicos,<sup>27</sup> que pueden ser distribuidos sistémicamente y que puede presentar características carcinogénicas y mutagénicas.<sup>11, 26</sup> Por todo ello se han desarrollado numerosos estudios para buscar una alternativa al formocresol.<sup>17, 26, 27</sup>

En la literatura encontramos que son múltiples los sustitutos al formocresol que se han sugerido para el tratamiento de pulpotomía en dientes primarios. (Tabla 1).

Tabla 1. Relación de autores que mencionan la realización de pulpotomía con diferentes materiales.

<b>AÑO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>FÁRMACO</b>
1976	Danker J. <sup>32</sup>	Glutaraldehido
1988	Landau,Johnsen. <sup>33</sup>	Sulfato férrico
2002	Burnett,Walker. <sup>34</sup>	
2004	Loh. <sup>35</sup>	Sulfato férrico
2006	Neamatollahi. <sup>36</sup>	
1970	Magnusson. <sup>37</sup>	
1978	Schöder. <sup>38</sup>	Hidróxido de calcio
2000	Waterhouse. <sup>11</sup>	
2008	Moretti. <sup>39</sup>	
2004	Maroto. <sup>40</sup>	
2008	Tuna. <sup>1</sup>	Agregado Trióxido Mineral
2009	Fidalgo y cols. <sup>41</sup>	
1991	Yacob.R. <sup>42</sup>	
1999	Elliot. <sup>43</sup>	Láser CO2

### **1.3. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA PULPOTOMIA EN DIENTES TEMPORALES.**

La técnica de la pulpotomía está indicada: a) Ante exposiciones pulpares en diente temporales siempre que la inflamación o la infección parezca ser limitada a la pulpa coronal, correspondiendo a una pulpitis reversible; si ésta se ha propagado hacia el interior de los tejidos de los conductos radiculares debe considerarse un tratamiento de pulpectomía o de extracción de la pieza afectada. Así pues, la presencia de cualquier signo o síntoma de afectación pulpar que se extienda a nivel radicular contraindica dicha técnica.<sup>19,44,45-48</sup> En estos casos de pulpitis irreversibles o necrosis pulpar la indicación será un tratamiento de pulpectomía o la extracción del diente primario.<sup>27, 48-53</sup>

La técnica de la pulpotomía en dientes temporales está contraindicada en cualquiera de estas circunstancias:<sup>19,44,45-48</sup> a) Presencia de inflamación de los tejidos blandos adyacentes (de origen pulpar); b) Presencia de una fistula; c) Presencia de movilidad patológica<sup>27, 48,50</sup>; d) Reabsorción externa o interna radicular; e) Lesiones radiográficas periapicales o interradiculares (enfermedad periapical o de la furca radicular); f) Calcificaciones pulpares o ausencia de sangrado de la pulpa o excesivo sangrado tras la amputación pulpar sin posibilidad de que la

hemorragia sea controlada mediante presión; g) Pulpa con drenaje seroso purulento; h) Historia de dolor espontáneo o nocturno, sensibilidad a la percusión o palpación; i) Diente no restaurable; j) Diente próximo a ser exfoliado sin hueso alrededor de la corona del diente permanente subyacente.<sup>48,49</sup>; k) Afectación del germen permanente.

Por último hay que señalar la existencia de contraindicaciones generales para cualquier tratamiento pulpar. Éstas serían aquellas situaciones en las que el paciente tiene un estado de salud tal que supone un riesgo ante una bacteriemia transitoria: a) Niños con alteraciones cardíacas congénitas; b) Niños inmunodeprimidos (ej. hipogammaglobulinemia); c) Niños con tratamiento médico (ej. transplantados recientemente, pacientes oncológicos).<sup>54</sup>

#### **1.4. TÉCNICA DE LA PULPOTOMÍA.**

Hemos comenzado mencionando que la pulpotomía es uno de los tratamientos que más frecuentemente es usado para el mantenimiento de los molares primarios con presencia de caries, sin síntomas o con pulpitis reversible, todo ello lleva como objetivo conservar la pulpa radicular, evitar el dolor e inflamación.<sup>54</sup>

#### 1.4.1. Procedimiento clínico.

Tras la administración de anestesia y aislamiento con dique de goma, se procede a la eliminación de tejido cariado, con instrumento rotatorio de alta velocidad y fresas redondas 330. El diseño de la cavidad deberá tener un tamaño suficiente para acceder a la totalidad del techo de la cámara pulpar.<sup>55</sup>

Se elimina la totalidad del techo de la cámara pulpar y se extirpa la pulpa cameral con fresas redondas a baja velocidad o cucharilla de dentina bien afiladas. Una vez controlada la hemorragia por presión con bolitas de algodón y explorada la cámara pulpar valorando el sangrado que deberá ser rojo brillante y ceder en 3 a 5 min, se observarán los filetes pulpaes radiculares que deberán presentar un corte limpio y un sangrado rojo brillante. El suelo de la cámara pulpar no debe presentar perforaciones.<sup>55</sup>

Se procede a la fijación de la pulpa radicular en función del material optado para dicha terapia pulpar. Si la opción es el formocresol (es la más usada comúnmente), se aplica con un algodón ligeramente humedecido en formocreol y se presiona levemente, a continuación colocamos otro algodón seco durante 5 min. Se comprueba que la pulpa momificada tenga un color negruzco y sin hemorragia.<sup>55</sup>

Realizaremos la limpieza de la cámara pulpar con algodón estéril y obturación del fondo de la cavidad con una mezcla de óxido de zinc eugenol. (Figura 3).

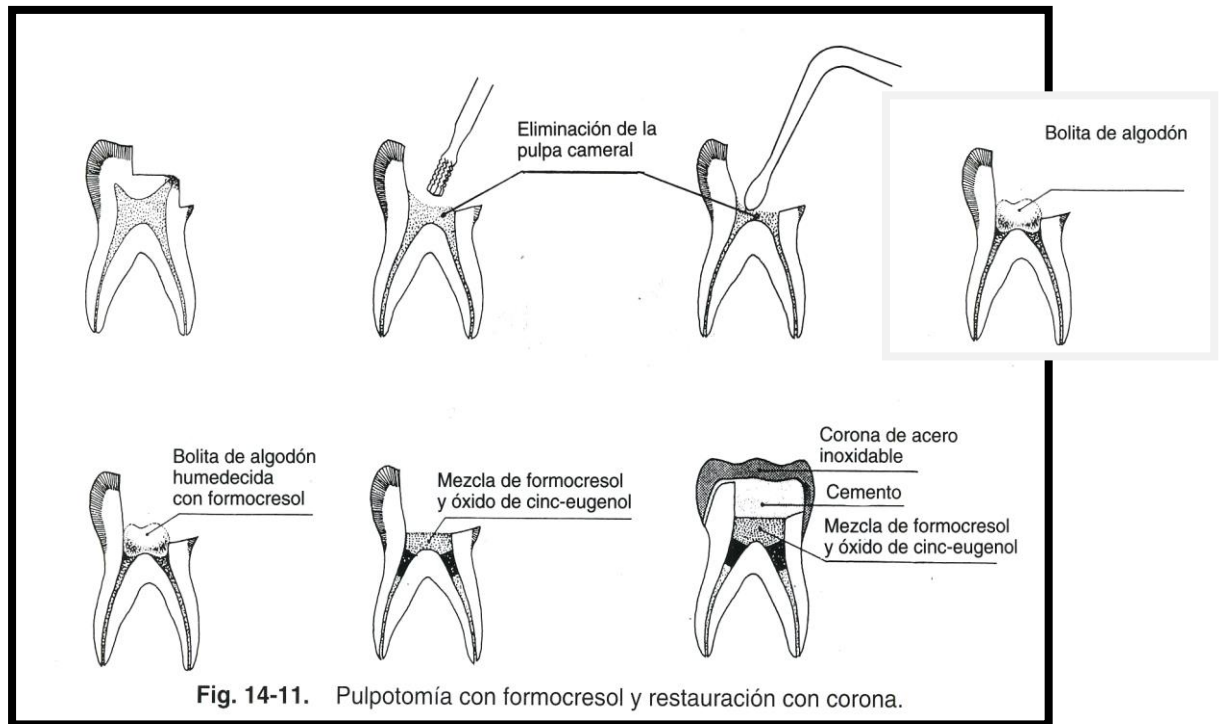


Figura 3. Tomado de Hayashi Y. Pulpotomía con formocresol y restauración con corona.<sup>56</sup>

Esta pasta se adapta al suelo cavitario y las zonas amputadas, presionando con bolas de algodón. Obturamos de forma definitiva mediante la colocación de coronas de ion cromo níquel.<sup>57, 39</sup>

No se debe utilizar anestesia local intrapulpar ni otro agente hemostático para reducir la hemorragia, ya que éste, es un indicador clínico del estado de la pulpa radicular.<sup>39</sup>

#### 1.4.2. Características del material de elección para pulpotomía.

Los requisitos que deben incluir los materiales de apósito ideal para el recubrimiento pulpar radicular son los siguientes: a) Ser bactericida; b) No dañar la pulpa y estructuras circundantes; c) Fomentar la cicatrización de la pulpa radicular; d) No interferir con el proceso fisiológico de reabsorción radicular.<sup>1,58,59</sup>

Gartner y Dorn., en 1992 resaltaron que el material ideal debe prevenir la infiltración de microorganismos y sus productos para los tejidos periapicales, debe ser atóxico, no carcinogénico, biocompatible, insoluble a los fluidos tisulares, dimensionalmente estable, así como no afectarse por la humedad, ser de fácil manipulación y poseer radiopacidad suficiente para facilitar su identificación radiográfica.<sup>60</sup>

### **1.5. FÁRMACOS DE ELECCIÓN.**

#### 1.5.1 Materiales medicamentosos.

##### *1.5.1.1. Técnica de la pulpotomía al formocresol.*

El formocresol fue introducido por John P. Buckley en 1904.<sup>25</sup> Corresponde a Sweet en 1937<sup>23</sup> ser el iniciador de la técnica de la pulpotomía al formocresol. Posteriormente le siguieron los trabajos de Massler y Mansukhani,<sup>29</sup> Doyle y cols.<sup>30</sup> en 1962 y otros muchos que discutieron los distintos aspectos a considerar en la técnica de la pulpotomía al formocresol.<sup>9, 61,62</sup>

Existen diferencias en la descripción de la fórmula de Buckley.<sup>18</sup> De hecho, parece no existir un consenso generalizado con respecto a la composición exacta de la mezcla empleada. Básicamente contendría dos compuestos activos, formaldehído al 19%, es el agente activo de la mezcla, de alto poder germicida y amplio espectro. Se combina con los productos de putrefacción pulpar y erradica la infección; tiene propiedades genotóxicas y mutagénicas demostrada en bacterias, hongos, líneas celulares, roedores entre otros. Por otro lado, el cresol al 35%, es un componente antiséptico y desinfectante, y presenta propiedades que favorecen el éxito de la terapia. Los datos de sus propiedades genotóxicas son muy limitados aunque se le considera inocuo o débilmente positivo en las pruebas de actividad genotóxica. La glicerina al 31% o 15%, facilita la difusión y solubilidad del formocresol en los tejidos circundantes; su capacidad de dañar el material genético no se menciona en los estudios publicados.<sup>13,27,50,63</sup>



En la actualidad, se utiliza como formocresol la solución de Buckley diluida al 20%<sup>18</sup> puesto que muchos estudios han demostrado que los resultados conseguidos con la misma son iguales o mejores que con la fórmula original pura y se minimizan los efectos secundarios.<sup>27,47,50</sup>

Con respecto al efecto del formocresol en el tejido pulpar, histológicamente se ha observado que produce una primera zona amplia de fijación acidófila. Bajo la capa fijada aún se puede encontrar tejido vital, aunque en esta zona la pulpa tiende mayoritariamente a necrosarse o a presentar una inflamación crónica. Dado que el tejido propenso a inflamarse o infectarse queda fijado con este procedimiento, el nivel de exigencia en el diagnóstico y el tratamiento son menores. Esto explica el alto índice de resultados positivos tras la amputación vital modificada.<sup>48</sup>

Las modificaciones que se han sucedido desde la primera técnica de pulpotomía con formocresol han incluido reducción en el tiempo de aplicación del medicamento, reducción en la concentración de formocresol y eliminación del formocresol en la sub-base de óxido de zinc - eugenol. Todas las modificaciones han producido resultados clínicamente exitosos según está descrito en la literatura.<sup>64</sup>

Un aspecto del procedimiento de pulpotomía que no se ha modificado es que la hemorragia de los muñones pulpares radiculares está controlada en un tiempo razonable (*5 minutos*) sin la ayuda de un agente

hemostático. La capacidad para realizar este paso se pretende que sea un indicador de que el tejido restante está sano y libre de infección. Si la hemostasia es difícil, el tejido pulpar es descrito como “hiperemia” e indica que están presentes cambios inflamatorios en la pulpa radicular y el procedimiento de pulpotomía debería abandonarse a favor de una pulpectomía o extracción.<sup>65</sup>

Los libros de texto de odontología infantil aconsejan que no se pongan medicamentos vasoconstrictores o hemostáticos sobre los muñones de la pulpa radicular que pueda enmascarar si la pulpa puede o no coagular por sí misma.<sup>5</sup>

El concepto de dejar que la pulpa radicular coagule por sí sola no está considerado con el uso de alternativas propuestas al formocresol. El sulfato férrico es un agente que está recibiendo una gran atención porque facilita la formación de coágulo de sangre mediante reacciones químicas con la sangre. El éxito de la pulpotomía con sulfato férrico ha sido comparado con el de pulpotomías con formocresol.<sup>65</sup>

### ***Toxicidad del formocresol.***

Diversos estudios han mostrado que el formocresol es fuertemente tóxico y capaz de difundirse rápidamente desde el diente tratado, lo que permite que sus efectos tóxicos se manifiesten a distancia, causando daños

a nivel periodontal y apical. Atribuyen al formocresol problemas de toxicidad sistémica y un potencial inmunológico, mutagénico y carcinogénico.<sup>50</sup>

El formaldehído, es un componente que se ha descrito como tóxico y con potencial carcinogénico, mutagénico<sup>11</sup> e inmunológico,<sup>27</sup> lo que ha provocado grandes controversias en su uso en odontología.<sup>11</sup> Como consecuencia de ello, se han realizado diversos estudios en los que se han evaluado otros medicamentos alternativos como el glutaraldehído<sup>11, 66</sup>, el hidróxido de calcio<sup>11, 67</sup>, el sulfato férrico<sup>11, 68</sup>, el MTA<sup>69</sup>, el hipoclorito de sodio.<sup>27</sup>

Los estudios clínicos y radiográficos de pulpotomías con formocresol demuestran un éxito clínico y radiográfico de un 70% a 97%. A pesar de esta tasa de éxito, en 1965, varios autores recomendaron usar la dilución de formocresol a una quinta parte.<sup>70,71</sup>

El éxito clínico experimentado en tratamientos de pulpa en temporales con este material se relaciona con el potencial germicida del medicamento y su capacidad fijadora, y no por su capacidad de promover la curación.<sup>72</sup>

Se ha demostrado que esta diversidad de efectos pulpares como consecuencia de la acción del formocresol sobre la pulpa dependen de factores como el tiempo de aplicación y de la concentración utilizada.<sup>73</sup>

Así, el formocresol utilizado para la fijación de la pulpa radicular, es la solución de Buckley diluida al 20% y aplicado durante 3-5 minutos, ya que está demostrado que la dilución del medicamento y un período corto de aplicación tiene el mismo efecto clínico al realizar una pulpotomía que cuando se usa la concentración pura, siendo sus efectos secundarios menores.<sup>50</sup>

Sin embargo, son muchas las dudas que han surgido acerca del potencial de toxicidad del formocresol aún en su forma diluída. Se considera que los componentes de la solución de formocresol, formaldehído y cresol, son, en sí mismos, tóxicos. Efectivamente, el formaldehído es antigénico y activa la respuesta inmune celular y humoral. El cresol, es un producto orgánico cáustico que produce la destrucción completa de la integridad celular. La solución de formocresol, es pues un producto que provoca la alteración de las funciones celulares y su degeneración.<sup>19, 20,67</sup> Dado que es un producto tóxico, el problema del empleo del formocresol sería que se filtrara más allá de los límites de los tejidos dentales pudiendo provocar daños locales y sistémicos.

Respecto a los daños locales, autores como Rusmah y cols.<sup>74</sup> demostraron que la difusión del formocresol ocurre a los 15 minutos de su aplicación. Myers y cols.,<sup>75</sup> mostraron que se localiza posteriormente en el ligamento periodontal y hueso.<sup>26</sup>

Pruhs y cols.<sup>76</sup> observaron que se produce una liberación de formocresol desde el diente tratado que podría tener un potencial efecto sobre el diente sucesor sin erupcionar, como podría ser la aparición de defectos en el esmalte.<sup>77</sup> Messer y cols.<sup>78</sup> detectaron un aumento en la prevalencia de premolares erupcionados en una posición rotada tras la exfoliación de un diente pulpotomizado con formocresol.<sup>26</sup> Por otro lado, Fernández Domínguez halló que tras la pulpotomía al formocresol se presentaba un patrón de recambio acelerado así como un patrón de reabsorción atípico.<sup>77</sup>

Estudios llevados a cabo por Kurji ZA y cols.<sup>79,80</sup> sobre los efectos potenciales de aplicar el formocresol uno o cinco minutos, han concluido que la aplicación del formocresol durante 1 minuto podría considerarse aceptable como alternativa a los 5 minutos. No obstante estos autores observaron una exfoliación más temprana en el 29% de los casos tratados con formocresol.

Se ha estudiado también la difusión del formocresol en el organismo y su posible toxicidad sistémica en diferentes zonas del cuerpo, así como su potencial carcinogénico y mutagénico. Estudios sobre los efectos orgánicos de la inyección de formocresol en animales de experimentación, indican que la metabolización y excreción del formocresol absorbido ocurren por vía renal y pulmonar. El formocresol restante se fija a los tejidos,

principalmente en los riñones, hígado y pulmón. Los autores consideran sin embargo que las dosis administradas en estas investigaciones eran muy superiores a las utilizadas clínicamente para las pulpotomías en humanos, por lo que los resultados no podían ser extrapolados a la práctica odontológica diaria.<sup>45</sup>

Algunos autores consideran que no existen pruebas de que se produzca una distribución sistémica dañina del formocresol tras el tratamiento de pulpotomía,<sup>45</sup> mientras que otros han observado, en animales de experimentación, formaldehído en los fluidos orgánicos y la absorción sistémica del formocresol tras el tratamiento de pulpotomía.<sup>26, 81</sup>

Posteriormente autores como Myers y cols.<sup>75</sup> emplearon formaldehído marcado con carbono 14 en pulpotomías en monos y demostraron así la absorción sistémica de un 1% del formaldehído. Los autores hallaron la presencia de formaldehído no sólo en pulpa, dentina y ligamento periodontal, sino también en la orina, lo que mostró la filtración glomerular del producto. También confirmaron, con otro estudio, la presencia de formaldehído en tejidos de hígado y riñón, pero los investigadores concluyeron que en condiciones normales, la cantidad de formocresol distribuida y absorbida por el organismo humano es tan pequeña que no supondría su contraindicación.<sup>81</sup>

Los efectos indeseables del formocresol no se muestran normalmente

de forma clínica como un fracaso de la técnica, sino principalmente tras los estudios histológicos realizados posteriormente sobre las muestras.<sup>26</sup> En la actualidad, la concentración del formocresol y su tiempo de aplicación en procedimientos de pulpotomía en humanos son tan pequeños, que no existe evidencia científica que demuestre tales efectos en su uso clínico.<sup>50, 77, 82</sup>

A pesar de ello, dados los hallazgos sobre la toxicidad del formocresol, parece razonable la línea de investigación abierta en busca de un sustituto. (Tabla 2).

Tabla 2. Cuadro resumen comparativo de los resultados obtenidos con algunos de los estudios representativos realizados sobre pulpotomías con diferentes materiales.

<b>AÑO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>MATERIALES EMPLEADOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>1999</b>	Mitchell PJ. <sup>83</sup>	MTA	Biocompatibilidad del osteoblasto.
<b>2006</b>	Srinivasan V. <sup>84</sup>	Sulfato férrico Hidróxido de calcio MTA	Favorables para MTA siendo inofensivo y promover la curación del tejido pulpar remanente.
<b>2007</b>	Aeinehchi M, y cols. <sup>85</sup>	Formocresol MTA WHITE	Menor reabsorción radicular con MTA.
<b>2008</b>	Sonmez y cols. <sup>86</sup>	Formocresol Sulfato férrico Hidróxido de calcio MTA	79,9 % 73,3% 46,1% 66,6%
<b>2008</b>	Waterhouse. <sup>87</sup>	Formocresol	Ética comprometida.
<b>2008</b>	Haghgoo R. <sup>70</sup>	Formocresol MTA	No diferencias significativas.



Salako N. cols.<sup>88</sup> en su investigación encontraron completa destrucción pulpar con sulfato férrico y necrosis pulpar en pulpotomías con formocresol de molares de ratas en contraste con el MTA que mostró la formación de puente dentinario. El potencial de estas respuestas inflamatorias crónicas afecta la exfoliación y la formación de los dientes permanentes.<sup>89,91</sup>

Es por tanto que podemos concluir que durante los últimos 20 años el uso de formocresol como apósito en pulpotomías ha sido un gran desafío debido a su distribución sistémica, citotoxicidad y gran potencial carcinogénico.<sup>91,92</sup>

#### *1.5.1.2. Técnica de la pulpotomía al hidróxido de calcio. $Ca(OH)_2$ .*

Con la introducción del hidróxido de calcio, comenzó una nueva era de terapia pulpar vital. Las tasas de éxito clínico se han cifrado entre un 31% a un 100%, descrito por Magnusson en 1970<sup>37</sup>, Schröder en 1978<sup>38</sup>, Waterhouse y cols. en el 2000.<sup>11</sup>

El hidróxido de calcio es un polvo blanco que se obtiene por la calcinación del carbonato cálcico hasta su formación en óxido de calcio, el cual, al ser hidratado se transforma en hidróxido de calcio. Es poco soluble en agua, tan solo 1,59%, con la particularidad de que al aumentar la temperatura disminuye su solubilidad.<sup>93,94</sup>

Se considera un material que tradicionalmente se ha usado para realizar pulpotomías en dientes permanentes por su capacidad antibacteriana y estimuladora en formación de dentina secundaria. A lo largo de múltiples investigaciones al respecto, el alto pH del hidróxido de calcio permite condiciones favorables para la reparación del tejido pulpar adyacente.<sup>95,96,97</sup>

Aunque la toxicidad sistémica y local se ha dicho que no existe, el control adecuado de la hemorragia es difícil de lograr con el fin de permitir un buen contacto entre el medicamento y el tejido pulpar. Por otra parte existen controversia en cuanto a su aplicación en las pulpotomías de dientes primarios debido a la posibilidad de reabsorción interna.<sup>38, 39, 98, 99, 100,101</sup>

Si se forma un coágulo de sangre entre el hidróxido de calcio y el tejido pulpar, el coágulo sanguíneo podría ser el iniciador de la resorción radicular interna.<sup>5, 72,101</sup>

Schröder enfatizó la importancia de evitar la presencia de un coágulo de sangre entre la zona de amputación y el hidróxido de calcio para el éxito clínico.<sup>11,38</sup> Con el hidróxido de calcio el problema no parece estar en la toxicidad local o sistémica sino en controlar adecuadamente la hemorragia pulpar y permitir un buen contacto entre el medicamento y el tejido pulpar. Los estudios demuestran que esto, es muy importante en la prevención de reabsorciones internas tras la realización del tratamiento de pulpotomía,<sup>11,</sup>

<sup>67,104</sup> motivo de fracaso de este tratamiento que ha sido descrito ampliamente en la literatura.<sup>84</sup>

A pesar de estar contraindicado el empleo de hidróxido de calcio en la primera dentición por parte de algunos autores, debido a la inducción a la reabsorción radicular interna, otras investigaciones, sin embargo, concluyen que es la extensión de la inflamación la que influye en los fracasos de las pulpotomías realizadas con hidróxido de calcio.

Así pues, a pesar de ser un material que presenta múltiples cualidades, existe una cierta polémica acerca del uso del hidróxido de calcio en tratamientos pulpares de dientes temporales.<sup>95, 103</sup> La mayoría de los estudios que consideran útil el uso de hidróxido de calcio en tratamientos pulpares de dientes temporales, se refieren a su empleo en pulpectomías más que en pulpotomías.<sup>95,104</sup>

Algunos autores han encontrado tras realizar tratamientos de pulpotomías en dientes temporales al hidróxido de calcio puro, unos niveles de éxito clínico y radiológico del 77% después de 22 meses de monitorización en una muestra de 38 molares.<sup>11</sup>

Estudios comparativos en pulpotomías en dentición temporal han descrito un rango de éxito del formocresol de entre 92 y 93%, mientras que con el hidróxido de calcio el éxito solo observaron 50% en el estudio

histológico y a un 64% en el análisis radiográfico. Otros autores estiman estos valores en 80% y 77% respectivamente.<sup>81</sup>

Se considera importante en un tratamiento de pulpotomía la posibilidad de formación de puente dentinario que sirva de barrera entre ambos compartimentos. En cuanto a la formación de puente dentinario, autores como Yamamura .T,<sup>105</sup> describen varias etapas en las que el tejido pulpar pasaría por un estado exudativo, seguido por uno proliferativo, uno de formación de osteodentina y finalmente un estado de formación de dentina tubular.

Moretti y cols. en 2008<sup>39</sup> compararon la efectividad del agregado trióxido mineral con el hidróxido de calcio y formocresol de pulpotomías en dientes primarios. El MTA, el Hidróxido de calcio y el formocresol fueron utilizados como apósitos en la pulpa de los dientes a los cuales se les realizó la técnica de pulpotomía, concluyendo estos autores que el MTA fue superior al hidróxido de calcio y tan efectiva como el formocresol al emplearlo como apósito en molares primarios, el signo radiográfico más frecuente fue la reabsorción interna encontrada hasta 24 meses después en las pulpotomías realizadas con hidróxido de calcio.<sup>39</sup>

### ***Mecanismo de acción del hidróxido de calcio.***

Estrela y cols. en 1995<sup>106</sup> evaluaron *in vitro* la difusión de iones de hidroxilo a través de la dentina, observando modificaciones del pH en la

superficie del cemento y en el interior del canal radicular. Posiblemente el pH alto del hidróxido cálcico contribuye probablemente a la creación de un entorno favorable para la reparación de los tejidos al neutralizar el ambiente ácido que genera la necrosis tisular y tener un efecto bacteriano.<sup>106</sup>

#### *Efecto antimicrobiano.*

La acción bactericida del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ha sido relacionada con la liberación de iones hidroxilo, los cuales son radicales altamente oxidantes, con gran reactividad, lo que dificulta que puedan difundirse a sitios distantes.<sup>107</sup>

Sus efectos letales sobre las bacterias y las células ocurren probablemente por los siguientes mecanismos: 1) *Daño a la membrana citoplasmática*, los iones hidroxilo inducen la peroxidación de lípidos, provocando la destrucción de los fosfolípidos componentes de la membrana celular. Remueven los átomos de hidrógeno de los ácidos grasos insaturados generando radicales libres lipídicos, los que reaccionan con el oxígeno formando radicales peróxidos, que remueven otro átomo de hidrógeno de otro ácido graso, creando una reacción en cadena que conlleva a un daño extenso en la membrana.<sup>100, 107</sup> 2) *Desnaturalización proteica*: La alcalinización producida por el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  induce a la ruptura de los enlaces iónicos de la estructura terciaria de las proteínas. Esto tiene

como consecuencia que muchas enzimas pierdan su actividad biológica alterando el metabolismo celular. Los iones hidroxilo también pueden ocasionar daño estructural a las proteínas.<sup>107</sup>

### *1.5.1.3. Técnica de la pulpotomía con glutaraldeído.*

Tratando de buscar otras alternativas de medicamentos que reemplacen al formocresol y así obviar los resultados negativos en tejidos locales y su distribución sistémica.<sup>108</sup> Hannah en 1972 realiza un estudio comparativo entre el glutaraldeído e hidróxido cálcico.<sup>109</sup> Ha sido presentado por la menor toxicidad, antigenicidad y mejores propiedades.

110, 111,112

El glutaraldeído o aldeído glutárico fue sugerido en un principio en el tratamiento de pulpas necróticas y después introducido a la pulpotomía. En fines de terapia pulpar, se indica una solución buffer al 2%, que es capaz de destruir microorganismos, bacterias, hongos y virus.<sup>101,108,113</sup> Este compuesto se emplea por su capacidad para fijar los tejidos así como por su poder antiséptico.<sup>112</sup>

Existen dos tipos, alcalino y ácido. Autores como Ranly<sup>114</sup> y García Godoy<sup>67</sup>, tras realizar estudios comparativos, consideran que el glutaraldehído presenta diversas ventajas con respecto al formocresol. En 1985, Ranly afirma que el glutaraldehído alcalino posee mejores propiedades cruzadas<sup>114</sup>, sin embargo, Tsai y cols. aseguran en 1993, que no existen diferencias significativas entre uno y otro, ni tampoco entre el glutaraldehído a concentraciones distintas del 2% y 5%.<sup>27, 115</sup>

La técnica de este material es muy parecida a la empleada con el formocresol. Tras la hemostasia de la pulpa radicular remanente, se coloca una bolita de algodón impregnada en glutaraldehído durante cinco minutos.  
<sup>27, 77</sup>

Las ventajas encontradas para el glutaraldehído en comparación con el formocresol para uso en pulpotomías de dientes temporales son: a) Éxito a corto plazo similar, b) Mejor fijador, c) Bactericida, d) Menor difusión periapical, e) Menor irritación periapical, f) Biológicamente aceptable, g) Reacción química aceptable, h) Mejores niveles de respiración celular, i) No ocasiona defectos de esmalte en los sucesores permanentes.<sup>27, 50, 77</sup>

La evidencia científica demuestra que el éxito clínico y radiológico tiende a disminuir con el tiempo, pero aun así alcanza unos resultados bastante buenos.<sup>27</sup> Sin embargo, el glutaraldehído no está aceptado como una alternativa apropiada al formocresol, pues son muchos los estudios

clínicos que han demostrado que posee características tóxicas similares al formocresol,<sup>84, 114</sup> citotoxicidad y capacidad mutagénica.<sup>84</sup> Además no han sido demostrados éxitos a largo plazo que iguallen a los del formocresol,<sup>44</sup> como es apreciable en un estudio con un rango de fallos del 18% en dientes primarios humanos, a los 25 meses después de haber recibido un tratamiento de pulpotomía usando glutaraldehído al 2%. En este mismo estudio después de 42 meses de seguimiento, los autores encontraron que los dientes tratados con glutaraldehído se reabsorbían más rápidamente que los controles con formocresol.<sup>44</sup>

#### *1.5.1.4. Técnica de la pulpotomía al sulfato férrico.*

El sulfato férrico  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  es un compuesto químico no aldehído, de pH ligeramente ácido y se ha utilizado como agente hemostático. Se encuentra en el mercado como sulfato ferroso en cápsulas de la marca Merck, y como sulfato ferroso en solución al 15.5% de la marca *Astrigedent TM Ultradent*. Otros estudios lo han llamado sulfato férrico o subsulfato ferroso.<sup>65,116</sup> El sulfato férrico es usado en odontología para la retracción gingival antes de tomar la impresión, y en cirugía endodóntica para control de la hemorragia tal y como describieron Chirtensen y Chirtensen en 1979.<sup>117</sup> En contacto con sangre, se forma el complejo ión férrico-proteína y la membrana de este complejo sella el corte de los vasos



sanguíneos mecánicamente, produciendo hemostasia.<sup>118</sup> Otra forma de este agente, el subsulfato férrico (Solución de Monsel,  $\text{Fe}_4 [\text{OH}]_2 [\text{SO}_4]_5$ ) ha sido utilizado en biopsias de piel y mucosas como un agente hemostático.<sup>65,</sup>

118

El sulfato férrico se encuentra en el mercado en solución al 20%, al 15.5% y al 12.7% de la marca *Ultradent*. Se presenta como un frasco de solución o en jeringa con aplicador. En el uso de tratamientos de pulpotomías se presenta como una jeringa con aplicador al 15.5%.<sup>65, 116</sup>

El procedimiento de pulpotomía con sulfato férrico ha sido descrita por Fuks y cols.<sup>119</sup> El acceso a la cámara pulpar se realiza con una fresa de fisura, la remoción del tejido pulpar cameral se realiza con una cucharilla de dentina.<sup>72</sup> La colocación de sulfato férrico (*Astringedent*, *Ultradent Products Inc*, salt Lake City, Utah) es con aplicador de jeringa durante 15 segundos, de acuerdo a recomendaciones del fabricante, posteriormente lavar con solución fisiológica y colocación de óxido de zinc y eugenol, se recomienda al término de la pulpotomía colocar la restauración definitiva de preferencia corona de acero.<sup>67,116,119,120</sup>

Los autores que han propuesto el sulfato férrico en dientes primarios humanos pulpotomizados, resaltan la capacidad hemostática de esta sustancia, y la capacidad de formación del mismo complejo proteínico sobre la pulpa tratada que el que se halla en el tratamiento venoso.<sup>65</sup> Esto

impediría el paso de sustancias irritativas y permitiría en pulpotomías evitar los problemas derivados de la formación del coágulo y de la cascada de inflamación, reduciendo así las posibilidades de inflamación crónica y de reabsorciones internas, que son los factores que principalmente llevan al fracaso de la técnica de pulpotomía en dientes temporales.<sup>26,46,65,111,121</sup>

Estudios clínicos como los llevados a cabo por Fei y cols. 1991 mostraron buenos resultados.<sup>118</sup> En estos estudios 62 pacientes en los cuales se realizaron 83 pulpotomías en dientes temporales, comparando el sulfato férrico con el formocresol. Después de un año de estudio, los resultados mostraron que 28 de los 29 molares tratados fueron considerados un éxito, mientras solo 21 de los 27 especímenes en los que se aplicó el formocresol mostró éxito clínico. A pesar de resultar pues mejores resultados para el sulfato férrico con una diferencia significativa, sin embargo, concluyeron que aunque los resultados fueron prometedores, eran necesarios más estudios a largo plazo y los resultados son hasta cierto punto cuestionables en cuanto a los sesgos de operación y el tamaño de muestra empleado.<sup>118</sup>

Fuks y cols. 1997<sup>119</sup>, en sus estudios analizaron la respuesta del organismo a pulpotomías realizadas con sulfato férrico al 15.5% en comparación con otras en las que empleo formocresol, en un periodo de 24 a 34 meses de monitorización. El éxito clínico de los tratamiento al sulfato

férrico fue del 93% y en los radiológicos, encontraron que en un 4% se produjo una radiolucidez en furca y en un 7% se observó una reabsorción interna radicular.<sup>119</sup>

De un modo similar, investigadores como Smith NL y col. en el año 2000, obtuvieron un nivel de éxito radiográfico estimado en 80% de los casos tratados, durante un periodo de 4 a 56 meses.<sup>65</sup>

Ibricevic y cols. 2000<sup>123</sup> publicaron un estudio clínico en humanos, comparando el uso de sulfato férrico y de formocresol en pulpotomías en dientes temporales. Se analizaron 35 molares en cada grupo en un tiempo de 20 meses de evolución, los resultados mostraron un éxito clínico de un 100% y radiográfico de 97,2% en ambos grupos, hallándose en 2,8% de los casos reabsorciones internas. Los autores concluyeron que ante la igualdad de resultados, y dado que el sulfato férrico no es tóxico y es fácil de manipular, este producto podría ser un sustituto adecuado del formocresol en tratamientos de pulpotomías en temporales, siendo necesarios más estudios.<sup>123</sup>

Burnett y Walker en el año 2002<sup>34</sup>, realizaron un estudio comparativo de pulpotomías en dientes primarios utilizando sulfato férrico y formocresol, en el cual no encontraron diferencias estadísticamente significativas en fracasos radiográficos post-operatorios a corto plazo. Sin embargo, después de una inspección radiográfica llevada a cabo una vez

transcurridos 36 meses de monitorización, mostraron significativamente más fracasos los tratamientos llevados a cabo con formocresol.<sup>34</sup>

Neamatollahi y cols. en el 2006<sup>36</sup> compararon clínica y radiográficamente al formocresol, sulfato férrico y MTA en la técnica de pulpotomías de molares primarios. El resultado de esta investigación fue de 80.5% de éxito para los molares tratados con sulfato férrico, 92.5% formocresol y 69.2% para el grupo de pulpotomías con MTA. El sulfato férrico superó al MTA en éxito y lo sugieren como alternativa al formocresol. Las propiedades hemostáticas del sulfato férrico y la respuesta pulpar favorable lo hacen un promisorio medicamento para pulpotomías.<sup>36,118</sup>

El sulfato férrico no forma coágulo sanguíneos, por ello varios autores sugieren que este aspecto podría minimizar los riesgos de una inflamación crónica y de la reabsorción interna en pulpotomías con hidróxido de calcio; sin embargo las reabsorciones radiculares fueron similares a las observadas en otros estudios en donde se utilizó formocresol o glutaraldehído.<sup>91,124</sup>

En el 2004 Loh A. y cols., evaluaron resultados de pulpotomías con sulfato férrico contra pulpotomías con formocresol. Los resultados clínicos de pulpotomía con sulfato férrico fueron de 80% al 100% y los radiográficos de 74% a 86% y los resultados clínicos de pulpotomía con

formocresol de 87% a 100% con un porcentaje de éxito radiográfico de 54% a 99%, no encontrando diferencias estadísticas significativas.<sup>35</sup>

En la literatura se describen resultados favorables sobre el sulfato férrico, sin embargo no se encontró ningún estudio en la literatura dental donde se hagan observaciones histológicas de la pulpa dental en dientes primarios de niños luego del uso de agentes hemostáticos. El uso de agentes hemostáticos previene los problemas encontrados por sangrado excesivo, lo que minimiza los cambios de inflamación crónica y reabsorción interna y así como los efectos tóxicos del formocresol. El riesgo de reabsorción interna se incrementa cuando la presencia de predentina está ausente. El formocresol así como el sulfato férrico no tienen las características para inducir la formación de nueva dentina.<sup>35, 124</sup>

#### *1.5.1.5. Técnica de la pulpotomía al óxido de zinc eugenol.*

El óxido de zinc eugenol (ZnOE) ha sido históricamente uno de los materiales más empleados para tratamientos pulpares después del formocresol. Su empleo más frecuente es referido a tratamientos de pulpectomías, pero también de pulpotomías en dientes temporales.<sup>95, 125, 126</sup>

Funciona como un cicatrizante y estimulador del órgano dentino-pulpar donde se fomenta el proceso de neoformación de dentina reparativa.

Por otro lado, este medicamento también es considerado como un potente analgésico, por su rápida acción sedante.<sup>127</sup>

El óxido de zinc y eugenol, es un material que no provoca lesión pulpar, por lo que puede colocarse junto a la pulpa radicular amputada; sin embargo, su elevada solubilidad y su limitada resistencia a la compresión hace necesario colocar sobre él un material más resistente o utilizar cementos de óxido de zinc-eugenol reforzados con resinas.<sup>5,46,83</sup>

La gran mayoría de los autores, consideran que este producto se usa como relleno de las cámaras pulpares de dientes temporales para el tratamiento de pulpotomía, una vez que se ha realizado el método de Buckley tradicional de pulpotomía al formocresol.<sup>11, 16, 17,19, 45, 46, 47, 81, 104, 128</sup>

Su empleo en el tratamiento de pulpotomía se le conoce como “técnica fisiológica”, esto es, una vez realizada la amputación cameral y la hemostasia con un trozo de algodón estéril a presión con el tejido pulpar remanente por cinco minutos, se coloca una base de óxido de zinc con eugenol, cuando la obturación definitiva vaya a hacerse con composite, será necesario colocar material intermedio que impida el paso del eugenol libre, que podría interferir con la polimerización y el color.<sup>5, 44,110,116</sup>

Los autores que recomiendan las pulpotomías con este medicamento hacen énfasis en el empleo de dique de goma y de una rigurosa asepsia. La

fórmula empleada es óxido de zinc 80% eugenol 99% polimetilmetacrilato 20% y ácido acético 1%.<sup>5,129</sup>

Recientes estudios han demostrado que por debajo de la aplicación del óxido de zinc y eugenol se observa una reacción fibrosa, un fuerte infiltrado inflamatorio sobre la zona de cicatriz, debajo de esta zona se observa tejido vital con cierta desorganización probablemente por la agresión pulpar. El éxito es menor en comparación con los medicamentos antes mencionados, la cámara pulpar es remplazada por un revestimiento como el óxido de zinc y eugenol y hay quienes recomiendan poner una gotita de formocresol en la mezcla. Sin embargo, no se recomienda esta técnica ya que la reacción inflamatoria que se produce es más intensa que cuando se coloca el cemento sin formocresol.<sup>20, 50</sup>

### 1.5.2. Materiales no medicamentosos

#### *1.5.2.1. Láser.*

El primer láser presentado fue el láser de Nd: YAG, el cual se observó que emitía energía en el infrarrojo cercano.<sup>130</sup> Posteriormente en la línea de investigación de esta tecnología de baja radiación, se aplicó el láser de baja potencia para acelerar el proceso de cicatrización dentro del tratamiento de las úlceras crónicas.<sup>131</sup>

La utilización del láser de CO<sub>2</sub>, como opción terapéutica para el tratamiento de diversas patologías en el ámbito de la cirugía no llegó hasta los años 70.<sup>132</sup> Pero no fue hasta 1974, en Japón, cuando Yamamoto y cols.<sup>133</sup> hicieron los primeros estudios sobre la aplicación del láser en el esmalte dentario. En 1988 en el primer congreso de láser en Odontología en Japón se fundó la ISLD (Internacional Society of Laser Dentistry).

Posteriormente, en 1990, la FDA (Food and Drug Administration) aprobó el uso del láser de Nd:YAG para la cirugía de los tejidos blandos de la cavidad oral.<sup>130, 134</sup> En 1997 se aprobó la utilización del láser de Er:YAG, y en 1998 su aplicación en Odontopediatría. Otros de los láser que consiguió su aprobación el láser de Er,Cr:YSGG.<sup>135</sup>

Numerosos estudios se han realizado para valorar la viabilidad de utilizar diferentes tipos de láseres en los procedimientos quirúrgicos, encontrando múltiples indicaciones tanto en las áreas odontológicas como médicas (ej. Oftalmología, Dermatología, Cirugía Plástica, Ginecología y Gastroenterología entre otras).<sup>130, 136</sup>

Los distintos tipos de láseres pueden clasificarse en relación a la sustancia que es empleada como medio activo<sup>137</sup>, ésta puede ser sólida, líquida, gaseosa, o tratarse de un diodo<sup>138</sup>, también pueden clasificarse de acuerdo a su longitud de onda o forma de emisión, pero lo más común es



clasificarlos de acuerdo a la potencia en la cual van a ser usados, como láseres de baja potencia y láseres alta potencia.<sup>137</sup>

- *Láser de baja potencia.*

Son utilizados por su acción bioestimulante, analgésica y antiinflamatoria. Los más conocidos son: As, Ga (Arseniuro de Galio), As, Ga, Al (Arseniuro de Galio y Aluminio) y He, Ne (Helio-Neon).<sup>137</sup>

- *Láser de alta potencia.*

Son los que producen efectos físicos visibles, y se emplean como sustitutos del bisturí frío o del instrumental rotatorio convencional. Los disponibles en el mercado odontológico son: Argón, Diodo, Nd:YAG, Nd:YAP, Ho:YAG, Er,Cr:YSGG, Er:YAG y CO<sub>2</sub>.<sup>137</sup>

*1.5.2.1.1. Indicaciones de los láseres en odontología.*

A pesar de ser usado en varias áreas de la odontología como prótesis, periodoncia, cirugía etc, nos hemos centrado fundamentalmente en el área de terapéutica dental y endodoncia.

- *Láseres de alta potencia.*

- Preparación de cavidades: se aconseja la utilización de los láseres de Er,Cr:YSGG y de Er:YAG como sustitutos de la turbina; con spray de

aire y agua, para minimizar el efecto térmico. El tiempo invertido en la preparación de una cavidad suele ser mayor que el utilizado con la turbina convencional.<sup>139</sup>

- Endodoncia: en el tratamiento de los conductos radiculares, el láser aporta nuevas y buenas perspectivas como complemento al tratamiento convencional. La preparación biomecánica del conducto radicular se efectúa de forma convencional, pero existen publicaciones en las que se utilizan los láseres de Er,Cr:YSGG o de Er:YAG para dicho fin. El más utilizado es el láser de Diodo.<sup>137</sup>

- *Láseres de baja potencia.*

Se debe utilizar como complemento al tratamiento farmacológico clásico y no como un tratamiento alternativo.<sup>131</sup>

- Endodoncia: algunos autores han efectuado estudios *in vitro* para valorar la aplicación del láser blando como método de desinfección de los conductos radiculares junto con hipoclorito sódico (NaOCl) y peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Sus resultados son esperanzadores.<sup>140</sup>

#### *1.5.2.1.2. Contraindicaciones para el uso de láser.*

Mier<sup>141</sup> y Basford<sup>142</sup> enumeran una lista de contraindicaciones absolutas y relativas. 1.- Absolutas: a) Irradiación directa e indirecta sobre el globo ocular, b) Irradiación de la glándula tiroides, c) Pacientes con

neoplasias, d)Pacientes epilépticos, e)Pacientes con mastopatía fibroquística, f)Irradiación prolongada en niños en edad de crecimiento, g)Pacientes que llevan marcapasos, h)Pacientes con infarto de miocardio.

2.-Relativas: a)Distiroidismo, b)Embarazo, c)Infecciones bacterianas sin previa cobertura antibiótica, d)Combinación con fármacos que producen fotosensibilidad, e)Piel fotosensible, f)Dolor de origen orgánico o visceral.

#### 1.5.2.2. *Electrocoagulación.*

Es un método no farmacéutico que se ha sugerido en las pulpotomías. Es un procedimiento de corte y coagulación de los tejidos por medio de alta frecuencia de ondas que pasan a través del tejido de las células. Esta técnica también denominada *electrofulguración*, se comenzó a utilizar en pulpotomías de dientes temporales en 1965.<sup>143</sup>

#### ***Técnica.***

Tras la eliminación de la pulpa cameral con cucharilla e instrumental rotatorio con mucha irrigación, se controla la hemorragia de los muñones del suelo de la cámara pulpar con una bolita de algodón durante 5-10 minutos. Tras limpiar de restos de sangre la cámara pulpar y observar que apenas sangran los conductos radiculares se aplica una descarga de corriente eléctrica, durante 1 o 2 segundos con el electrodo colocado a una

distancia de 1 a 2 milímetros del muñón amputado y repitiendo la operación en todos los muñones a intervalos de 5 a 10 segundos para evitar el excesivo calentamiento de la cámara pulpar. La maniobra se repite 2-3 veces por cada muñón, colocando en cada intervalo una bolita de algodón para que absorba cualquier resto de sangre o fluidos antes de aplicar la corriente eléctrica.<sup>144, 145</sup>

Los autores que han investigado el uso de este sistema en pulpotomías de dientes temporales, recomiendan el empleo de la función corte-coagulación para estos procedimientos.<sup>144</sup> A través de la utilización del bisturí eléctrico, se consigue desvitalizar la pulpa cameral, en este caso, de forma física, al revés de lo que sucede cuando se utiliza el formocresol, en que esta desvitalización ocurre de forma química.<sup>26, 121</sup>

Los resultados clínicos obtenidos con este método son similares a los obtenidos con el formocresol. En cambio, los resultados histológicos son menos concluyentes.<sup>121, 146</sup>

Se recogen en la literatura científica resultados desfavorables con el empleo de electrocirugía en pulpotomías de dientes temporales, sugiriendo que la técnica con electro-bisturí no mantiene la pulpa en condiciones vitales provocando que esta evolucione incluso hacia la necrosis de la misma.<sup>147</sup> En estos tratamientos también fue observada una intensa infiltración celular inflamatoria, mostrando la formación de abscesos en el

periodonto, lo que indica que la curación completa no se logra a pesar de la formación de puentes dentinarios. Estos hallazgos demuestran que el formocresol es histopatológicamente superior a la electrocirugía en el tratamiento de pulpotomía.<sup>26, 147</sup>

### 1.5.3. Materiales biológicos.

Actualmente se han realizado pulpotomías con materiales biológicos con el fundamento de que podrían estimular la curación fisiológica de la pulpa amputada.<sup>148</sup> Se ha considerado que estos materiales no son tóxicos y pueden ser tolerados por el organismo, se han estudiado el hueso deshidratado, soluciones enriquecidas de colágeno, proteína ósea morfogenética y mezclas de hidroxiapatita. El éxito de los estudios publicados es diverso y se sugiere continuar investigando para llegar a conclusiones definitivas.<sup>148</sup>

#### *1.5.3.1. Agregado trióxido mineral (MTA).*

El Agregado trióxido mineral (MTA) se desarrolló en la Universidad Loma Linda en los 90 como material de obturación apical.<sup>149, 150, 151-153</sup> Fue descrito por la por primera vez en la literatura dental por Lee, Monsef y Torabinejad, (1993)<sup>69</sup> para la reparación de perforaciones laterales radiculares, y patentado en 1995 por Torabinejad y White.<sup>154</sup>

Desde su introducción y su aprobación en 1998 por la EE.UU. Food and Drug Administration, el MTA (ProRoot MTA, Dentsply Tulsa, Tulsa, OK) se ha utilizado en humanos ampliamente en endodoncia clínica,<sup>49,50,51,155</sup> en técnicas tanto quirúrgicas como no quirúrgicas; así como en dientes primarios, comenzando a utilizarse en procedimientos de pulpotomía en el 2001.<sup>40,156-158</sup>

En España, el MTA se empezó a comercializar con el nombre ProRoot® por Maillefer-Dentsply (Tulsa Dental). El que se comercializó inicialmente presentaba una coloración Gris (MTA Gris). Posteriormente surgió una nueva fórmula, de coloración blanca (MTA Blanco), con el fin de evitar la decoloración del diente.<sup>159</sup>

Ha demostrado ser superior a otros materiales en términos de capacidad de sellado, biocompatibilidad y mejora de la regeneración de tejidos perirradiculares.<sup>160</sup>

Existen estudios disponibles para demostrar que este material es prometedor para utilizarse tanto en perforaciones radiculares como en obturación retrógrada y en el tratamiento de exposiciones pulpares, gracias a que tiene la cualidad de formar puentes dentinarios, ser biocompatible, pH alcalino y que no favorece la inflamación.<sup>40,160</sup>

Recientemente se ha publicado resultados excelentes con la utilización de este agente biocompatible<sup>162</sup>, cuando se comparaba con el

hidróxido de calcio, el MTA producía significativamente más puentes de dentina en un periodo de tiempo más corto con significativamente menos inflamación y menos necrosis pulpar.<sup>162, 163</sup> Se observa también la presencia precozmente de la aposición de dentina.<sup>162</sup>

#### *1.5.3.1.1. Composición.*

##### *Composición química y estructura.*

El MTA es una mezcla de óxidos y consta de partículas hidrofílicas que endurecen en contacto con el agua. La hidratación provoca un gel coloidal que se endurece.<sup>149,153, 164, 165</sup> Está compuesto principalmente de silicato tricálcico ( $3\text{Ca-SiO}_2$ ), aluminato tricálcico ( $3\text{Ca-Al}_2\text{O}_3$ ), silicato dicálcico ( $2\text{CaO-SiO}_2$ ) y silicato tetracálcico ( $4\text{CaO-SiO}_2$ ); en un 4.4% por sulfato de calcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) y sílice cristalina, así como una pequeña cantidad de óxidos minerales, como óxido de calcio y sulfato de potasio y sodio en un 0.6% responsables de las propiedades físicas y químicas de este agregado al cual se le ha adicionado también óxido de bismuto ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) en un 20% que le proporciona la radioopacidad.<sup>157, 158,166</sup>

Tanto el MTA gris como el blanco se basan en un 75% de cemento Portland, el 20% de óxido de bismuto, y el 5% de yeso por peso.

Otro compuesto similar derivado del anterior, MTA gris Angelus

(Angelus Soluciones Odontológicas, Londrina, Brasil), está disponible recientemente, producido por una compañía brasileña <sup>149</sup>, se compone de 80% de cemento Portland y Óxido de bismuto 20%.<sup>167</sup>

Las investigaciones realizadas sobre los cementos que usaron los Mayas para cementar las incrustaciones de jade, jadeita, piritita etc., en dientes de diversos personajes, determinó que la composición química de éste, es similar a la del cemento que se emplea para la construcción mencionando en este caso al “Pórtland”, también podría ser el Cruz Azul o Tolteca con los que estamos más familiarizados.<sup>161</sup>

Así pues, es un derivado del cemento Pórtland que comparten los mismos componentes principales como el calcio, fosfato y sílice. La similitud entre estos dos cementos nos lleva a la idea de que es parecido al cemento maya.<sup>40, 161</sup>

Sin embargo, un estudio del 2005, demuestra el ProRoot-MTA<sup>®</sup> no puede ser, simplemente, sustituido por algún tipo de cemento Pórtland. Ambos productos son, obviamente similares, pero no iguales y muestran notables diferencias, responsables de sus distintas propiedades: la cantidad de yeso que tiene el ProRoot<sup>®</sup> MTA es aproximadamente la mitad que la que se observa en los cementos de Pórtland. El yeso es un determinante importante del tiempo de fraguado y se añade por los fabricantes para retardar el tiempo de fraguado.<sup>159</sup>



El MTA consiste en metales pesados menos tóxicos (Cu, Mn, Sr), menos cromáticos ( $\text{Fe}^{+3}$ ), y con menos compuestos de aluminio y los cementos Pórtland están compuestos de partículas con una gama amplia de tamaños, mientras que el ProRoot<sup>®</sup> MTA muestra una gama uniforme y un tamaño de partícula más pequeño.<sup>159</sup>

En el análisis de energía dispersa con rayos X (EDAX) se ha demostrado que el MTA estaba compuesto por calcio, silicio, aluminio y bismuto. En el barrido de microscopio electrónico (SEM) se vio que el MTA tenía partículas entre 1-30 micras de tamaño que contenían silicato tricálcico y dicálcico impuros. Las partículas de óxido de bismuto (10-30 micras) fueron numerosas. Partículas dispersas de piedra caliza, yeso y silicato aluminio potásico también fueron presentes.<sup>149</sup>

Los estudios han comparado componentes de MTA gris y blanco. Hay informes contradictorios con respecto a las fases de óxido de hierro y magnesio en el gris y en el blanco. Se ha informado que el MTA blanco contenía una cantidad significativamente menor de óxidos de hierro, aluminio y magnesio que el MTA gris. Ha habido otros estudios que han informado de la ausencia total de óxido de hierro en blanco MTA en comparación con MTA gris. Al comparar las formas MTA ProRoot y MTA-Angelus, se ha informado que en el MTA-Angelus tuvieron un menor contenido de óxido de bismuto que en el MTA ProRoot. No hay

estudios hasta la fecha de la comparación de la radiopacidad relativa del MTA-Angelus con MTA ProRoot.<sup>150</sup>

### 1.5.3.1.2. Presentación y preparación del MTA.

El MTA está comercializado por Maillefer- Dentsply (Ballaugues, Suiza) bajo el nombre de ProRoot MTA ® y viene presentado en sobres herméticamente sellados que contiene el polvo de MTA. El ProRoot adjunta unas pipetas con agua estéril.<sup>168</sup> (Figura 4).



Figura 4. Presentación PROROOT® MTA Gris y MTA Blanco de la marca ProRoot®(a). Aspecto tras el espátulado. (b).

El MTA debe prepararse inmediatamente antes de su utilización. El polvo se mezcla con agua estéril en una proporción 3:1 en una loseta de vidrio para dar una consistencia que sea manejable. Algunos autores utilizan solución anestésica en lugar de agua estéril. Una vez el material haya cogido una consistencia adecuada, puede ser aplicado usando un transportador o porta-amalgamas pequeño. El MTA requiere para su fraguado la presencia de humedad. Se puede condensar por medio de una bolita de algodón húmeda, una punta de papel o un atacador pequeño. Después de abrir un sobre de MTA, el polvo no utilizado, se puede guardar en un bote con cierre hermético, para su futura utilización en otros tratamientos. El inconveniente principal del MTA es su difícil manejo, por lo que se requiere práctica.<sup>168, 169</sup>

El MTA blanco ha sido desarrollado y comercializado para sustituir al MTA gris para abordar las preocupaciones estéticas. Una serie de estudios se han realizado sobre este nuevo material para determinar si presenta las mismas propiedades del gris. Estos estudios comparando el MTA blanco y gris han producido resultados contradictorios en términos de biocompatibilidad, capacidad de sellado y de inducir la regeneración de tejidos.<sup>165</sup> Se ha demostrado que tienen propiedades similares. Los osteoblastos tenían la misma reacción biocompatible en ambos tipos de MTA. Al aplicarse el MTA blanco, el gris y el cemento Portland blanco

como agentes de pulpotomía, todas las muestras resultaban con curación de la pulpa y con la formación de un puente de tejido duro.

Ribeiro y cols.<sup>165</sup> examinaron la genotoxicidad y citotoxicidad del MTA gris y blanco, concluyendo que ninguno de los dos presentaban genotoxinas y no inducían la muerte celular.

Algunos estudios *in vitro*, han concluido que la línea celular osteoblástica cultivadas en MTA gris se adherían y se diferenciaban mejor que las células cultivadas en MTA blanco. Se demostró que el MTA gris mostraba filtraciones significativamente menores en comparación con MTA blanco. También se ha observado diferencias en el color y en tiempo de establecimiento, que era mejor en el MTA blanco.<sup>170</sup> A la luz de los resultados contradictorios al comparar la capacidad de sellado, biocompatibilidad, y capacidad de regeneración de tejidos capacidad hay una necesidad de comparar la composición química. El propósito del estudio de Jin-Seon Song y colaboradores fue analizar y comparar la composición química del MTA gris, blanco y Ángelus.<sup>167</sup> La composición química del MTA gris y blanco fue similar a excepción de la presencia de hierro en el gris. El MTA gris Angelus tenía menor contenido de óxido de bismuto que el MTA ProRoot.<sup>170</sup>

### *1.5.3.1.3. Propiedades físicas y químicas.*

#### *Valor del pH.*

El pH obtenido por el MTA después de mezclado es de 10,2 y a las 3 horas, se estabiliza en 12,5. Presenta un pH similar al cemento de hidróxido de calcio, por lo que puede posibilitar efectos antibacterianos y cuando se aplique esta sustancia como material de obturación apical, probablemente, este pH pueda inducir la formación de tejido duro.<sup>158,171-173</sup>

La acción antimicrobiana se relaciona con la liberación de iones hidroxilo, con el aumento del pH y con la creación de un medio ambiente desfavorable para que sobrevivan bacterias. Santos y colaboradores observaron en un estudio, que el MTA se disociaba en iones de calcio e iones hidroxilo, lo cual provocaba un aumento de la concentración de calcio y del pH respectivamente. Esta elevación del pH estimula un efecto antibacteriano. En este mismo estudio, en el que se comparaba el MTA con un cemento experimental se observó un aumento de las mediciones de pH en las primeras 24 horas de estar inmerso en una solución acuosa.<sup>152</sup> (Figura 5).

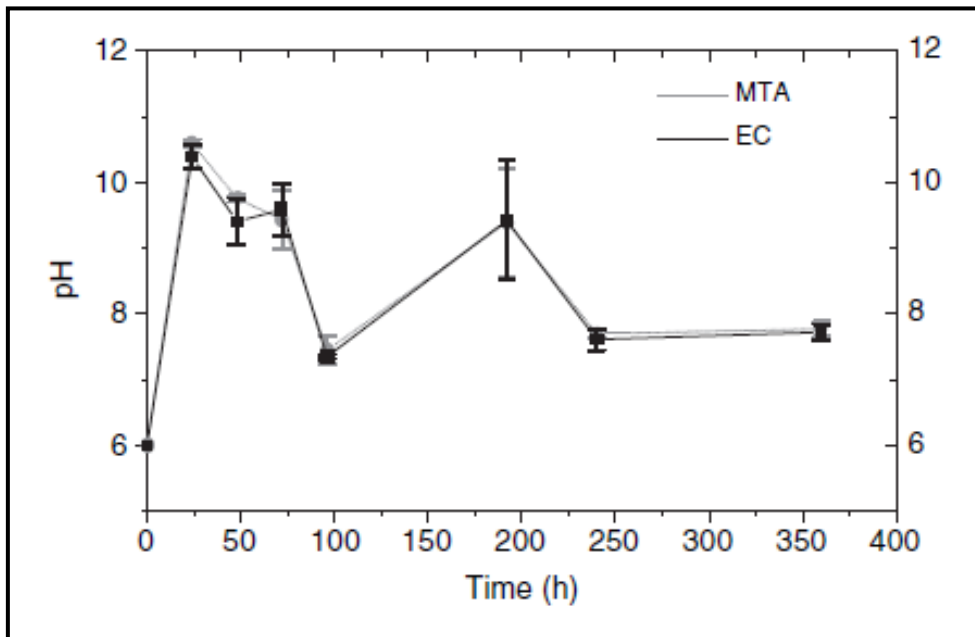


Figura 5. Valores obtenidos de pH en función del tiempo de inmersión.<sup>152</sup>

### Radio-opacidad.

La medida de radiopacidad del MTA es de 7.17 mm equivalente al espesor del aluminio. Entre las características ideales para un material de obturación, encontramos que debe ser más radiopaco que sus estructuras limitantes cuando se coloca en una cavidad. En cuanto a la radiopacidad de materiales de obturación retrógrada, se encontró que la amalgama es el material más radiopaco (10mm equivalentes al espesor del aluminio). La radiopacidad de otros materiales es la siguiente: MTA 7,17mm, gutapercha 6.14mm, IRM<sup>®</sup> 5.30mm, Super-EBA 5.16mm, y la dentina 0.70mm. Por lo

que el MTA, es más radiopaco que la gutapercha convencional y la dentina siendo fácilmente distinguible sobre las radiografías.<sup>150, 158, 174, 175</sup>

### *Tiempo de endurecimiento.*

Los cementos hidráulicos, son materiales finamente molidos que cuando se mezcla con el agua poco a poco o al instante se endurecen en el aire o en el agua. El MTA es un tipo de cemento hidráulico que endurece en la presencia de agua. El momento de endurecimiento del MTA es de aproximadamente 4 horas.<sup>164, 175</sup>

Hay pocos estudios publicados de datos experimentales relativos a la comparativa de tiempos de fraguado de las diferentes formas de MTA. El tiempo de fraguado de MTA ProRoot<sup>®</sup> gris fue recogido como 2 horas y 45 min. Se ha descrito que los tiempos de fraguado son de 140 minutos (2 horas y 20 minutos) para MTA blanco, y 175 minutos (2 horas y 55 minutos) para MTA gris. Aunque los fabricantes de MTA-Angelus reclamaron que este material tiene un tiempo de fraguado de 10 minutos, no hay pruebas independientes que puedan confirmar estas aseveraciones.<sup>164</sup>

Varios estudios han comparado diferentes formas modificadas de cemento Portland y MTA ProRoot<sup>®</sup> en un esfuerzo para identificar un material con todas las ventajas de MTA y sin su tiempo prolongado de fraguado. La presencia de yeso es el motivo de un tiempo tan extendido de

fraguado del MTA. Por lo tanto, los estudios describieron formas modificadas de cemento Portland sin yeso y con plastificantes, que en un principio no afectan a la biocompatibilidad de MTA. Con el fin de reducir este tiempo, el efecto de aceleradores, como fosfato de sodio difásico ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) y cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) están siendo investigados actualmente.<sup>176</sup> MTA Bio es un producto comercial disponible, que incorpora un acelerador de este tipo, y es promovido como un material de asentamiento rápido.<sup>150</sup>

### *Resistencia compresiva.*

La resistencia a la compresión es la capacidad de un material para resistir axialmente presión generando tensión compresiva como resultado de fuerza de compresión.<sup>150</sup>

El asentamiento del MTA da lugar a un gel compuesto de silicato de calcio, que libera hidróxido de calcio. El silicato de calcio contribuye a la fuerza y a la resistencia del material.<sup>150</sup> Cuando el MTA se aplica como material de recubrimiento pulpar directo o pulpotomía, es necesaria una fuerza suficiente para resistir las presiones de condensación aplicada a los materiales de restauración.<sup>164</sup> Los materiales de obturación apical no llevan directamente la presión durante la función, por lo tanto, su fuerza de compresión no se considera tan importante como los materiales usados para reparar o restaurar defectos en los sitios de carga, en la superficie



oclusal.<sup>150</sup>

La fuerza compresiva del MTA en 21 días es de alrededor de 70 Megapascales (Mpa), la cual es comparable a la del IRM<sup>®</sup> y Super-EBA, pero significativamente menor que la amalgama, que es de 311 Mpa.<sup>158, 177</sup>

Torabinejad y colaboradores concluyeron que la resistencia media a la compresión de la amalgama fue mayor que la de MTA ProRoot<sup>®</sup> Gris, IRM<sup>®</sup> y Super EBA<sup>158</sup> después de 21 días. La fuerza de compresión de MTA ProRoot<sup>®</sup> aumentó con el tiempo en el estudio anterior. Los autores sugirieron que este aumento en un período de tiempo requiere la presencia de humedad.<sup>150</sup>

Se ha descrito una mayor fuerza de compresión para la forma gris que en la blanca a los 3 días y 28 días en una situación *in vitro* similar. También se mostró que la resistencia a la compresión de la forma gris de fue mayor que la del cemento Portland.<sup>178</sup>

### Solubilidad.

Los materiales comúnmente utilizados para el sellado de perforaciones y de obturación retrógrada están normalmente en contacto con el fluido del tejido periapical hasta que son cubiertos por un tejido conectivo fibroso o cemento. En términos generales, los trabajos que se han realizado respecto a la solubilidad concluyen que no se evidencian signos

relevantes de solubilidad en agua para el Super-EBA, la amalgama y el MTA, mientras que si se observan para el IRM<sup>®</sup>.<sup>158, 175, 177</sup> Se ha demostrado que el conjunto de solubilidad MTA es una característica que depende de la relación agua / polvo.<sup>179</sup> El fabricante recomienda la utilización de 0,33 g de agua con 1 g de MTA ProRoot<sup>®</sup> para lograr una combinación óptima de los materiales. Los primeros estudios no mostraron signos de solubilidad de MTA ProRoot<sup>®</sup> en el agua cuando se probó bajo las especificaciones de la International Organization for Standardization (ISO y por la American Dental Association.<sup>150</sup> Fridland y colaboradores llevaron a cabo un estudio de la solubilidad de MTA, demostraron que el MTA es capaz de liberar parcialmente su fracción soluble a un ambiente acuoso durante un largo período de tiempo con una tasa decreciente. En un estudio anterior, los autores confirmaron que la fracción soluble liberada por el MTA, en 24 horas, estuvo compuesta principalmente por hidróxido de calcio, los autores concluyeron que sus hallazgos podrían explicar la base de la cementogénesis inducida por el MTA. El MTA, de acuerdo a su composición química similar con cemento Portland, está compuesto principalmente por una matriz insoluble de sílice que mantiene su integridad, incluso en contacto con el agua.<sup>179</sup> Por esta razón, los operadores no deben preocuparse por la solubilización del MTA.<sup>160</sup> Estudios demostraron que tanto la solubilidad como la porosidad muestran una tendencia a aumentar según la cantidad de agua utilizada a la

hora de preparar la mezcla según las especificaciones de la ISO. Estos estudios también sugieren que la proporción agua-polvo recomendada por el fabricante (0,33) sería la proporción ideal. Se ha descrito que los iones de calcio hidroxilo del MTA Angelus se pueden liberar durante el almacenamiento en condiciones de humedad en períodos de hasta 360 horas.<sup>150</sup>

### Hidratación.

La hidratación del MTA resulta en un gel coloidal que solidifica de 3 a 4 horas, las características del agregado dependen del tamaño de la partícula, de la proporción polvo líquido, temperatura, presencia de agua y aire comprimido.<sup>158</sup> Se ha recogido que la hidratación del MTA consiste en dos reacciones separadas. La reacción inicial es entre el aluminato tricálcico y el agua, la cual, en presencia de las pequeñas cantidades de yeso encontradas en MTA dan lugar a la producción de etringita, lo cual después forma monosulfato una vez que el yeso ha disminuido.<sup>149</sup>

La principal reacción entre silicato tricálcico y dicálcico y el agua resulta en la producción de un gel hidratado de silicato cálcico, el cual es pobremente cristalino, y de hidróxido de calcio.<sup>149</sup>

El óxido de bismuto afecta al mecanismo de hidratación del MTA; forma parte de la estructura hidratada de silicato cálcico (C-S-H) y también afecta a la precipitación de hidróxido cálcico (CH).<sup>149</sup> Los niveles de

bismuto y calcio filtrados del MTA se desconocen todavía. El nivel de bismuto que se liga a la estructura C-S-H tampoco ha sido investigado. J. Camilleri<sup>180</sup> en un estudio investigó los productos de hidratación del MTA blanco, concluyendo que el mecanismo de hidratación del MTA es diferente al cemento Portland. En MTA el óxido de bismuto aparece unido a C-S-H. El MTA produce una alta proporción de iones de calcio del CH y también por descomposición del C-S-H. La liberación de iones de calcio reduce con el tiempo.<sup>180</sup> También Camilleri en otro estudio recogió el mecanismo de hidratación del MTA blanco observando que este fue deficiente en alúmina, produciendo una estructura porosa en la hidratación. Los niveles de etringita y monosulfato fueron bajos. El bismuto al mecanismo de hidratación de MTA, formaba parte de la estructura de C-S-H y también afectó a la precipitación de hidróxido de calcio en la pasta hidratada. La microestructura del MTA hidratado probablemente sería más débil si se compara con cemento Portland.<sup>181</sup>

#### *Adaptación marginal.*

Un material de obturación ideal debe adherirse y adaptarse a las paredes de la dentina,<sup>69</sup> proporcionando un sellado apical hermético, la prevención del movimiento de los fluidos del tejido en el conducto radicular y la salida de los microorganismos y sus productos derivados del sistema de conductos radiculares. Se han llevado a cabo investigaciones

en dientes humanos extraídos, observando la adaptación marginal y la capacidad de sellado por diversos métodos.<sup>69</sup> Históricamente, los investigadores han evaluado la calidad del sellado apical por el grado de contraste, de radioisótopos, o la penetración de bacterias, medios electroquímicos; microscopía electrónica de barrido (SEM), o la filtración de líquidos. Cada técnica tiene importantes las limitaciones que pueden dar lugar a errores. Como consecuencia, la validez de estos datos es cuestionable.<sup>150</sup> Se ha evaluado la capacidad de adaptación marginal del MTA, el Super EBA y la amalgama. Los resultados muestran que excepto para las muestras obturadas con MTA, la mayoría de las raíces seccionadas longitudinalmente muestran la presencia de brechas y vacíos entre el material de obturación y las paredes de la cavidad.<sup>150</sup> El tamaño y la profundidad de las brechas varían entre la amalgama y el cemento Super-EBA. Las cavidades apicales obturadas con amalgama, tienen un grado más bajo de adaptación a las paredes dentinarias; por el contrario, con el MTA se observa la mayor adaptación y menor cantidad de brechas; presentando también el MTA un significativo menor grado de microfiltración.<sup>69</sup> Se ha examinado el potencial de adaptación marginal de 5 materiales de obturación a retro y se demostró la correlación existente entre la adaptación marginal y la capacidad del sellado. A la luz de sus resultados se puede decir que el MTA proporciona mejor adaptación y sellado que los materiales comúnmente utilizados como obturadores a

retro; sus propiedades físicas funcionan de igual manera *in vivo* e *in vitro*.  
69, 158, 172, 178 Se describió que el MTA fue superior a la amalgama y comparable con Super EBA en la prevención de la microfiltración. Casi una década más tarde compararon MTA con la amalgama como material de obturación apical bajo SEM sobre los dientes humanos extraídos. Los resultados demostraron que el MTA demostró mejor la adaptación marginal que la amalgama. Sugirieron que la expansión del material durante la reacción de fraguado contribuye a la superior adaptación a la dentina. Se concluyó que esta expansión puede desempeñar un papel en la aumento de la incidencia de grietas en la interfaz de en comparación con las muestras de amalgama. También se demostró que el hidróxido de calcio residual dentro del canal podría interferir en la adaptación del MTA a las paredes del conducto radicular por ser un obstáculo mecánico, y también por reaccionar químicamente con MTA, influyendo así en sus características de superficie. El uso del concepto de matriz interna para limitar el flujo del material MTA y mejorar su capacidad de sellado ha sido investigado. Un estudio *in vitro* evaluó matrices internas como barreras para evitar la sobre-extensión del MTA. Se informó que el sulfato de calcio proporciona una barrera de éxito contra la sobre-extensión del MTA, pero disminuye significativamente su capacidad de sellado.<sup>150</sup>

### Mineralización.

Se ha demostrado la capacidad de inducir la formación de tejido duro en tejidos pulpares cuando se usa como material de recubrimiento pulpar o de pulpotomía. Promueve un rápido crecimiento celular *in vitro*. En estudios animales que han comparado el MTA con el hidróxido de calcio, se observó que este último inducía dentina en un rango mayor, con integridad estructural superior.<sup>182</sup> Desarrolla más puentes dentinarios completos y mejor capacidad para mantener la integridad de tejido pulpar. La evaluación histológica realizada en estudios animales y humanos ha demostrado que estimula la formación de dentina reparativa, con densos puentes de dentina y mínima inflamación por lo que hay insignificantes resultados de necrosis pulpar.<sup>182</sup>

Pulpotomías parciales realizadas en 2 dientes evaginados, a los 6 meses, fueron extraídos y los exámenes histológicos de esos dientes demostraron la formación de puentes dentinarios contiguos en ambos y la pulpa libre de inflamación. El proceso por el que actúa para inducir la formación de puentes de dentina no se conoce por el momento. Se ha teorizado que el óxido tricálcico reacciona con tejidos fluidos para formar hidróxido de calcio por lo que la formación de tejido duro es de forma similar al hidróxido de calcio.<sup>182</sup>

### Microfiltración.

Las cavidades deben ser obturadas idealmente con sustancias biocompatibles que prevengan el regreso de potentes contaminantes a los tejidos periapicales.<sup>69, 172</sup> Debido a las insuficiencias inherentes de los estudios de filtración por tinción y de radioisótopos y a la ausencia de correlación entre la filtración bacteriana y a las moléculas de tinción y de isótopos, los estudios de filtración bacteriana han sido recomendados para medir el potencial de los materiales de obturación retrógrada. En un estudio *in vitro* se determinó el tiempo necesario para que el *Staphylococcus epidermidis* penetre 3 mm de espesor en la amalgama, Super-EBA, IRM<sup>®</sup> y MTA cuando se utilizan como materiales de obturación retrógrada. La mayoría de las muestras que fueron obturadas con amalgama, Super-EBA, o IRM<sup>®</sup> comienzan a filtrar desde los 6 hasta los 57 días. En contraste la mayoría de las muestras cuyos ápices fueron obturados con MTA no mostraron filtración durante el período experimental (90 días). El análisis estadístico de los datos no mostró diferencias significativas entre la filtración de amalgama, Super-EBA, e IRM<sup>®</sup>. Sin embargo, el MTA filtró significativamente menos que los otros materiales de obturación. La capacidad selladora del MTA es probablemente debida a su naturaleza hidrofílica y su poca expansión cuando endurece en un ambiente húmedo.

153, 172, 178, 183



### Efecto del MTA en la resistencia y la dureza de la dentina.

Estudios *in vitro* e *in vivo* han demostrado que los dientes con una barrera apical de MTA y la raíces obturadas de MTA mostraron mayor resistencia a la fractura en comparación con los dientes con hidróxido de calcio.<sup>150</sup> Se ha sugerido la técnica de apexificación con la colocación de hidróxido de calcio en el canal por un período prolongado de tiempo puede ser responsable de un aumento de la susceptibilidad de fracturas radiculares en incisivos inmaduros.<sup>150</sup> En 2002, Andreasen y cols. describieron que a largo plazo el hidróxido de calcio debilita la estructura de la raíz posiblemente por la neutralización, la desnaturalización, o disolución de los componentes ácidos de la dentina.<sup>184</sup> Dado que estos componentes actúan como "agentes de unión" entre la red de colágeno y los cristales de hidroxiapatita, su destrucción puede hacer que el diente sea más propenso a las fracturas. En esta evidencia, la colocación de MTA como barrera apical se ha sugerido que puede ser una adecuada alternativa a la apexificación tradicional.<sup>150</sup>

#### *1.5.3.1.4. Propiedades biológicas.*

##### Acción antibacteriana y fungicida.

Como los microorganismos son los principales factores etiológicos en pulpitis y la periodontitis, su eliminación durante el tratamiento es

esencial. Es probable que incluso después de eliminación de caries y el desbridamiento del conducto radicular, microorganismos con el potencial de promover la enfermedad puedan persistir, o nuevos organismos pueden entrar por filtración coronal. La curación de los tejidos depende de la ausencia de agentes irritantes procedentes de productos del metabolismo microbiano o de origen químico.<sup>150</sup> Para la curación de dichas responsabilidades, los materiales colocados no deberán dañar los tejidos y, lo ideal sería estimular la deposición de tejido duro, por lo tanto la promoción del sellado biológico. El MTA cumple con este requisito de forma adecuada.<sup>150</sup> Se ha visto que el MTA tiene un efecto antibacteriano en bacterias facultativas pero ninguno en las estrictas anaerobias.<sup>175</sup> Este efecto antibacteriano limitado es menor que el mostrado por el hidróxido de calcio. La capacidad de MTA para resistir la penetración de microorganismos ha resultado alta.<sup>182</sup>

Se han llevado a cabo diferentes estudios para determinar las propiedades antibacterianas y antifúngicas.<sup>150</sup> Sipert y colaboradores concluyeron que el MTA-Angelus no impide el crecimiento de *Escherichia coli* en un estudio.<sup>185</sup> Otros autores como Al-Hazaimi y cols.<sup>187</sup> evaluaron los efectos antibacterianos del MTA gris y blanco contra *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus sanguis in vitro*. Concluyeron que la reducción de concentraciones de MTA gris se requería para ejercer el

mismo efecto antibacteriano que el MTA blanco frente a cada uno de estos microorganismos.<sup>186</sup> Eldeniz y cols.<sup>187</sup> también obtuvieron similares resultados. *Enterococcus faecalis* es uno de los organismos más probable que se encuentre en los casos de la terapia endodóntica que en las infecciones primarias.<sup>150</sup>

### Las reacciones con otros materiales dentales.

En un esfuerzo para compensar el tiempo extendido del MTA, los investigadores han descrito diversas alternativas a la colocación de una bolita de algodón húmedo sobre el material de MTA. Un estudio *in vitro* realizado por Nandini y colaboradores concluyeron que los cementos convencionales de ionómero de vidrio pueden ser empleados como material de recubrimiento sobre el MTA parcialmente fraguado.<sup>188</sup> En relación a este procedimiento, Ballal y colaboradores describieron que el establecimiento de los dos materiales no se vió afectado, y el cemento de ionómero de vidrio no mostraba signos de deshidratación.<sup>189</sup>

Por otro lado se ha evaluado el vínculo de un composite y un compómero a MTA blanco, utilizando diferentes sistemas de unión. Se llegó a la conclusión de que el grabado total da un vínculo más fuerte al MTA blanco que el sistema de auto-grabado. Las conclusiones de estos

estudios tienen relevancia en el uso de MTA en protecciones pulpaes y pulpotomías.<sup>150</sup>

### Biocompatibilidad.

A pesar de que los experimentos con cultivos celulares son más fáciles, más rápidos y más baratos que otros métodos utilizados para probar la biocompatibilidad<sup>190</sup>, la biocompatibilidad del MTA se ha recogido ampliamente en la última década por los investigadores que participan en los estudios de cultivo celular y en estudios *in vivo* en animales así como en seres humanos.<sup>150</sup> La biocompatibilidad del MTA ha sido investigada de diversas maneras, estudiando la expresión y el crecimiento celular, la implantación ósea intra y subcutánea y el contacto directo con los tejidos dentales *in vivo*.<sup>190</sup>

#### 1) Evaluación vía subcutánea e intra-ósea:

Los estudios realizados en la década de los 90 informaron que el MTA no es mutagénico ni citotóxico.<sup>191</sup> Han existido diferentes estudios que han puesto a prueba muestras de MTA como implantes subcutáneos e intraóseos en ratas, cerdos y conejos. Estos estudios describieron una mínima respuesta inflamatoria en los tejidos y hueso, y confirmaron que el MTA es capaz de inducir la osteogénesis.<sup>150,191</sup>

## 2) Los estudios en animales:

La biocompatibilidad del MTA también ha sido estudiado *in vivo* como material de obturación apical en perros y monos. Estos estudios concluyeron que la respuesta periapical fue satisfactoria así como la curación observada. Los estudios en modelo animal también han descrito que el MTA es un material favorable tras exposiciones traumáticas en monos y perros.<sup>150</sup> El MTA ha sido evaluado *in vivo* en ratas como medicamento de pulpotomía en comparación con el formocresol y el sulfato férrico dando como resultado un material ideal como agente de pulpotomía, formando puentes de dentina y al mismo tiempo manteniendo la histología pulpar normal.<sup>150</sup>

La mayor parte de los estudios de biocompatibilidad se han realizado con MTA gris, debido a que el MTA blanco fue introducido más recientemente. Se han referenciado algunos datos contradictorios sobre la biocompatibilidad del MTA gris y blanco. Asimismo se ha mostrado que ambos tipos son biocompatibles cuando se implantan en el tejido conectivo de rata. En contraste, Pérez y cols.<sup>192</sup> utilizando un tipo diferente de células mostraron que el MTA blanco no resultó tan biocompatibles como la versión gris y afirmaron que la diferencia podría deberse a la morfología de la superficie de los materiales. Camilleri y cols.<sup>190</sup> no mostraron ninguna diferencia entre las dos variantes, sin embargo, ambos materiales presentan

un bajo grado de crecimiento de las células a los 28 días. Así, el material envejecido puede no ser tan biocompatible como el material recién mezclado. Esto podría indicar que biocompatibilidad podría estar relacionado con la cantidad de hidróxido de calcio producida durante la reacción de hidratación.<sup>189, 190, 192</sup>

### Investigación citológica de la biocompatibilidad.

El método más comúnmente utilizado para la evaluación de la proliferación celular es la microscopía electrónica de barrido (SEM), seguido por el ensayo enzimático.<sup>190</sup> La mayoría de los estudios mostraron que el crecimiento de células de sobre el MTA con la formación de una monocapa de células en el material.<sup>190</sup> Koulaouzidou y cols. en una evaluación *in vitro* de la citotoxicidad del MTA ProRoot<sup>®</sup> y el Angelus observaban que ambos materiales ejercían una leve supresión de la actividad mitocondrial a pesar de ser caracterizados como materiales biológicamente inertes.<sup>193</sup> En comparación, otros autores como Haglund y cols. mostraron que el MTA fue citotóxico tanto para los macrófagos como para fibroblastos.<sup>194</sup>

Como el MTA es un cemento de silicato de calcio, su biocompatibilidad ha sido cuestionada. La biocompatibilidad observada del MTA podría surgir por la reacción de los productos derivados.<sup>190</sup>

En otros experimentos, la expresión de citoquinas, principalmente interleuquina (IL), ha sido utilizada como un marcador de diferenciación celular. En estos trabajos el MTA inducía la expresión de citoquinas inflamatorias desde células óseas y exhibió un buen crecimiento celular. El MTA provocó un aumento de la expresión de IL-4 y de IL-10.<sup>195</sup> Un aumento de IL-6 e IL-8, sin aumento de los niveles de IL-1 $\alpha$  e IL-1 $\beta$  se ha demostrado en presencia de MTA.<sup>83</sup> Por el contrario, Koh y cols.<sup>196</sup> mostraron un aumento de IL-1 $\alpha$  e IL-1 $\beta$ , junto con IL-6 en células que estaban en contacto con el material durante 6 días. Los niveles de osteocalcina también aumentaron en presencia de MTA en estudios de Thomson y cols. En estos experimentos se observó un aumento insignificante en los niveles de citoquinas con otros materiales utilizados como controles.<sup>197, 198</sup> El MTA también inducía la expresión de fosfatasa alcalina y la actividad en el ligamento periodontal y en los fibroblastos gingivales en un estudio realizado por Bonson y cols.<sup>198</sup> El MTA en general produce una respuesta inflamatoria de citoquinas.<sup>190</sup> En cambio, en un estudio de Haglund y cols. no se observó ninguna producción de citoquinas. La falta de citoquinas se acompañaba de lisis celular y desnaturalización de proteínas en todo el tejido en contacto con MTA.<sup>194</sup>

### La implantación subcutánea e intra-ósea.

La evaluación histológica de la reacción de los tejidos al MTA ha sido evaluada mediante implantación subcutánea e intraósea en animales de laboratorio.<sup>199</sup> La implantación subcutánea en ratas demostró que el MTA inicialmente provocaba graves reacciones con necrosis de coagulación y calcificación distrófica.<sup>200</sup> Las reacciones, sin embargo, disminuían con el tiempo. No se observó osteogénesis con el MTA (Loma Linda Universidad) en la implantación subcutánea indicando que el material no era osteo-inductivo en este tejido. La implantación del MTA en tejido conectivo de rata y de perros produjo granulaciones y una estructura irregular.<sup>199</sup>

Las reacciones a la implantación intraósea del MTA fueron menos intensas que con la implantación subcutánea. Se produjo osteogénesis en asociación con estas implantaciones.<sup>200</sup> En otro estudio de Masuda y cols., el MTA demostró ser biocompatible y no producir efectos adversos en la microcirculación del tejido conectivo.<sup>201</sup>

### Reacciones tisulares perirradiculares.

Cuando el MTA se ha utilizado para obturación apical *in vivo*, se ha observado menos inflamación perirradicular en comparación con la amalgama. Además, la presencia de cemento en la superficie del MTA, ha



sido un resultado frecuentemente observado.<sup>190</sup> En un estudio de Shabahang y cols., el MTA indujo la formación de tejido duro apical con una consistencia mucho mayor, pero no en cantidad, comparando tres materiales, aunque el grado de inflamación no fue significativamente diferente entre los grupos.<sup>108</sup> En otros trabajos, el MTA ha conseguido inducir la regeneración casi completa del periodonto perirradicular cuando se ha empleado como material de obturación apical en dientes no infectados en un estudio de Regan y cols.<sup>202</sup> La reacción más característica de los tejidos al MTA es la presencia de la organización del tejido conectivo con signos ocasionales de inflamación postoperatoria después de la primera semana. La curación temprana del tejido después de la obturación apical del MTA se caracterizó por la formación de tejido duro, activado progresivamente desde las paredes periféricas.<sup>203</sup> Apaydin y cols. observaron que tanto el MTA fresco como el fraguado causó depósito de cemento cuando se usaba después de la cirugía apical.<sup>204</sup> Además, el MTA mostró una respuesta más favorable periapical de los tejidos con tres materiales sometidos a prueba, con la formación de una capa de cemento sobre el MTA en un estudio de Baek y cols.<sup>205</sup> El uso del MTA en combinación con hidróxido de calcio en un estudio de Ham y cols.<sup>206</sup> han demostrado que el periodonto podría regenerarse más rápidamente que con cualquiera de los materiales utilizados en los procedimientos de

apicoformación. Todos estos estudios han demostrado una respuesta tisular favorable al MTA.<sup>190</sup>

### Reacciones de la pulpa.

El MTA utilizado para recubrimiento pulpar o pulpotomía parcial estimula la formación de dentina reparativa. Los recubrimientos pulpaes con MTA mostraron la formación completa de un puente sin signos de inflamación. Los mismos resultados se obtuvieron cuando el MTA fue usado en pulpotomías. Este puente de tejido duro formado a lo largo de la pulpa se documenta después de usar MTA ProRoot<sup>®</sup> y Angelus y tanto con el cemento Portland gris y blanco.<sup>207, 208</sup> Se ha estudiado el efecto del MTA en la proliferación de células pulpaes humanas cultivadas, comparándolo con Dycal, observando una mayor cantidad de iones de calcio liberados por el MTA que por el Dycal.<sup>190</sup>

#### *1.5.3.1.5. Manipulación.*

Aunque el MTA ha sido recomendado para una amplia gama de aplicaciones clínicas, muchas de las propiedades del material no han sido investigadas como la presión de condensación durante la colocación. Cuando el MTA se utiliza para la reparación quirúrgica de las perforaciones, como una barrera apical en el tratamiento de dientes inmaduros con ápices abiertos o como material de recubrimiento pulpar o

de pulpotomía, la presión de condensación es probable que se reduzca considerablemente para evitar que el material sobrepase al ligamento periodontal o al tejido pulpar.<sup>164</sup>

Se ha informado que las características del MTA endurecido estaban relacionadas con la relación agua/polvo, la humedad y cantidad de aire atrapado en la mezcla.<sup>69</sup>

La humedad puede estar disponible en el tejido periodontal adyacente, en el tejido pulpar o en un algodón humedecido sobre el material.<sup>164</sup> Diversos estudios han detallado que la humedad es necesaria para que el MTA logre una resistencia óptima a la flexión. Los autores recomiendan la colocación de una torunda de algodón húmeda en el conducto radicular en casos de obturaciones apicales en dientes inmaduros. Actualmente, no existe suficiente evidencia científica sobre las condiciones del uso del MTA como protector pulpar o para su uso en las pulpotomías. El papel de la humedad en la pulpa o en los tejidos perirradiculares tampoco está del todo clarificado.<sup>150</sup>

Es posible que el grado de condensación de la presión pueda cambiar la distancia molecular entre las moléculas de agua y partículas de MTA y cambiar el espacio necesario para la reacción de hidratación, que a su vez puede cambiar la cantidad de agua óptima para el polvo.<sup>164</sup> La presión de condensación también podría tener un efecto sobre el aire atrapado en el

material y el número de inclusiones.<sup>69,164</sup>

No existen recomendaciones sobre el grado de presión de condensación necesaria para el MTA. Parece esencial que el MTA, siendo un material único con diversas aplicaciones clínicas, debe tener su propio estándar.<sup>159</sup> En la mayoría de los estudios de laboratorio y clínicos de MTA, los especímenes fueron preparados según instrucciones del fabricante aunque en éstas no hay información acerca de la presión de condensación mínima o máximo que debe aplicarse. Además, parece que no hay otros datos del tiempo de manipulación del MTA. Por lo tanto presión de condensación es una variable sin control en la mayoría de los estudios, por lo que los resultados obtenidos en algunos de estos estudios podrían ser hasta cierto punto inconsistentes.<sup>164</sup>

Por el contrario, la temperatura, la incorporación del agua, los métodos de secado, la humedad, proporción agua-polvo y otros factores ambientales las condiciones sí han sido consideradas de modo correcto.<sup>159,</sup>

164, 209

Nekoofar y colaboradores llevaron a cabo un estudio para examinar el efecto de la presión de condensación sobre la dureza superficial, microestructura y fuerza de compresión del MTA. (Figura 6). Basándose en las conclusiones de este estudio, a mayor presión aplicada al MTA durante la colocación, su dureza superficial se reduce significativamente.<sup>164</sup>

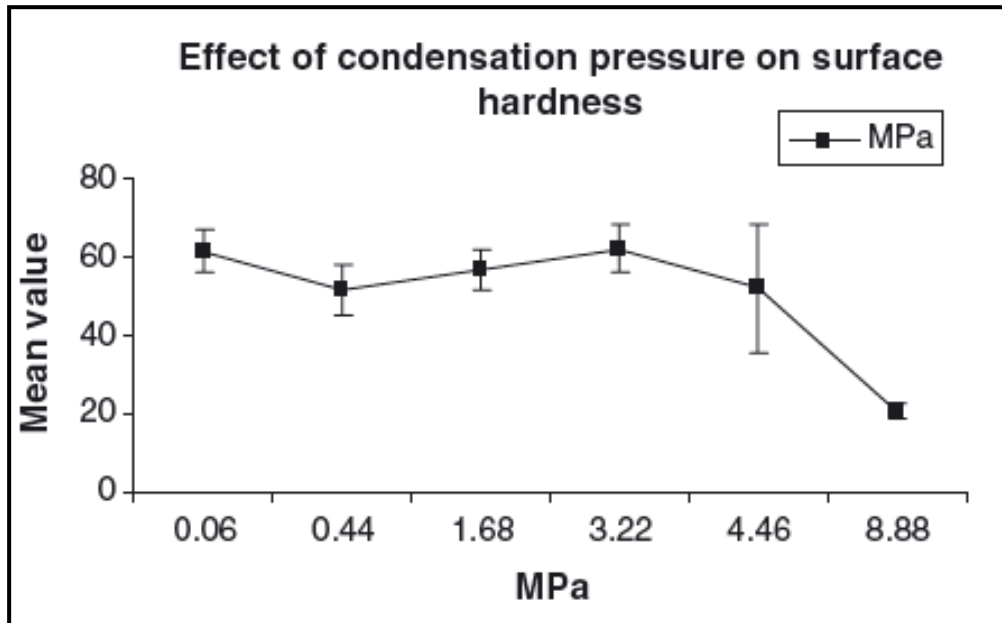


Figura 6. Tomado de Nekoofar y cols. Efecto de la presión de condensación en la dureza superficial del MTA. <sup>164</sup>

Por el contrario, se observó una resistencia máxima de compresión cuando se aplicaba una presión mínima. Esto puede ocurrir porque los espacios intermoleculares serían suficientes para la entrada del agua para hidratar el material adecuadamente. <sup>164</sup>

#### 1.5.3.1.6. Aplicaciones.

##### A. Tratamiento pulpar en dientes permanentes.

La reparación de las exposiciones pulpares está relacionada con la capacidad de los materiales para evitar la filtración bacteriana, y por otro lado también depende de las condiciones de asepsia en las que se realiza

este tipo de procedimientos. En algunos estudios, el MTA ha demostrado prevenir la filtración bacteriana, además de tener un alto grado de biocompatibilidad.<sup>210</sup>

Los resultados de estos estudios demuestran que el MTA estimula la formación de un puente de dentina adyacente a la pulpa sin signos de inflamación. La dentinogénesis del MTA se puede deber a su sellado, biocompatibilidad, alcalinidad o posiblemente otras propiedades asociadas a este material.<sup>168, 210</sup> Estas propiedades serían ideales para materiales que permitan preservar la integridad de la pulpa vital.<sup>210</sup>

*-Recubrimiento pulpar.*

La colocación de un material directamente en exposición de la pulpa durante excavación de caries ha sido polémica por los resultados impredecibles, usando los materiales tradicionales y protocolos de tratamiento, y en su lugar se ha recomendado tratamiento de endodoncia.<sup>211</sup>

Las ventajas del MTA como material son: a)Pequeño tamaño de partícula, b)Capacidad de sellado, c)pH alcalino, d)Lenta liberación de iones de calcio induce la pulpa a proliferación celular, la liberación de citoquinas, formación de tejido duro y la síntesis de una interfaz con la dentina que se asemeja a la hidroxiapatita en la composición, e)No reabsorbible, f) Fragua en la presencia de humedad, g)Alta resistencia a la compresión.<sup>211, 212</sup>

Aunque tiene una biocompatibilidad superior en comparación con otros materiales, presenta: a) Tiempo de fraguado largo, b) Difícil manejo, c) Material costoso.<sup>212</sup>

La reparación de las exposiciones pulpares no dependen del material de recubrimiento, pero sí está relacionado con la capacidad de estos materiales para evitar la filtración bacteriana, y por otro lado también depende de las condiciones de asepsia en las que se realiza este tipo de procedimientos. En algunos estudios, el MTA ha demostrado prevenir la filtración bacteriana, además de tener un alto grado de biocompatibilidad.

212

#### *-Pulpotomía.*

Varios estudios han descrito resultados del MTA como material de pulpotomías en dientes permanentes. Los autores describieron éxitos clínicos y radiográficos similares entre MTA y el hidróxido de calcio en pulpotomías en dientes permanentes inmaduros y concluyeron que el MTA era una alternativa adecuada al hidróxido de calcio.<sup>150</sup> (Figura7).

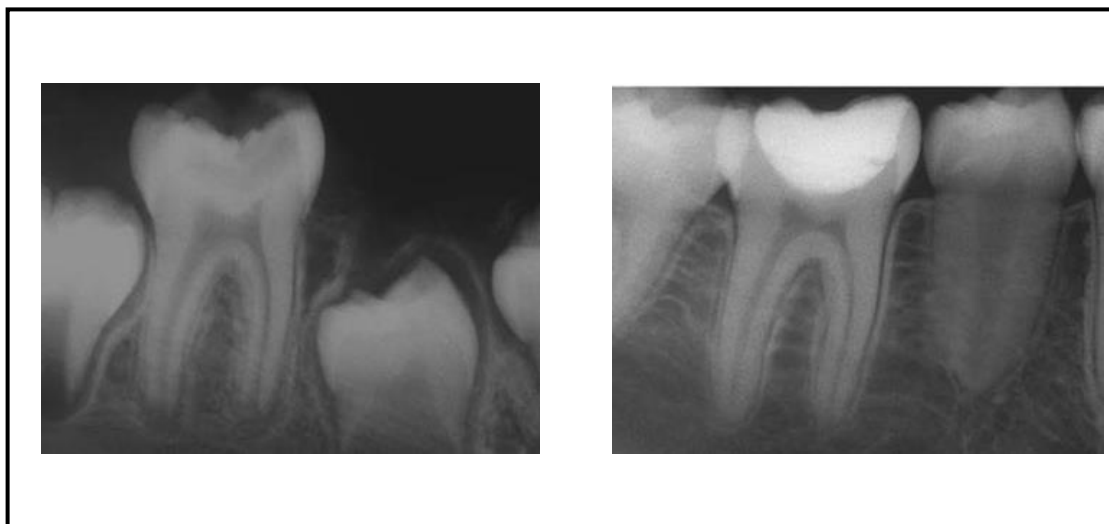


Figura 7. Tomado de Srinivasan V. .Pulpotomía con MTA en un molar permanente inmaduro.<sup>150</sup>

### B. Tratamiento pulpar en dientes primarios.

#### *-Pulpotomía.*

Los resultados clínicos son similares en todos los estudios mencionados, pero hay una variación en la definición de radiográfica "éxito", que dificulta las comparaciones. La radiografía ha sido percibida con éxito en todos los estudios mencionados si no ha habido signos patológicos de radiotransparencia periapical y furcal, y si ha habido signo de formación de puentes de dentina reparativa. Los signos de reabsorción interna se han registrado como resultados radiológicos negativos en la mayoría de los estudios. Asimismo la calcificación de los conductos radiculares se ha observado y registrado, pero no se percibe como un resultado radiográfico negativo en trabajos anteriores.<sup>150</sup>



*-Recubrimiento pulpar.*

Pocos estudios han descrito el resultado del recubrimiento de la pulpa con MTA en dentición primaria. De este modo, Atún y Olmez concluyeron que el MTA fue tan exitoso como el hidróxido de calcio en el recubrimiento pulpar directo, y además demostró la validación histológica de resultados positivos.<sup>150</sup> Shayegan y cols. evaluaron y compararon la respuesta de la pulpa de dientes primarios en 40 cerdos después del recubrimiento con fosfato beta-tricálcico (b-TCP), MTA blanco (WMTA), Cemento Portland blanco (WPC) e hidróxido de calcio en un examen histológico. Estos autores no observaron diferencias significativas entre los b-TCP, WMTA, WPC e hidróxido de calcio en términos de la respuesta de la pulpa, formación de tejido duro normal y la preservación de tejido pulpar. Concluyeron que son tan eficaces como el hidróxido de calcio para el recubrimiento en dientes primarios de cerdos.<sup>213</sup>

*-Obturación apical de dientes permanentes inmaduros.*

La colocación de una barrera apical de MTA ha sido vista como una alternativa prometedora para la apexificación tradicional. Las ventajas de este procedimiento fueron la reducción de tiempo, reducción del riesgo de cambios en la dentina inducidos por el hidróxido de calcio y por consiguiente reducción del riesgo de fractura.<sup>150</sup> (Figura 8).



Figura 8. Tomado de Srinivasan V. Muestra la apariencia radiográfica de una barrera apical de MTA en incisivos superiores inmaduros no vitales.<sup>150</sup>

La barrera de tejido duro es capaz de servir como matriz para la condensación de de gutapercha y sellador. En esta situación, el MTA tiene el potencial de ofrecer ventajas como material de obturación apical. Hay casos que explican la técnica con un seguimiento de hasta 2 años.<sup>150, 214</sup>

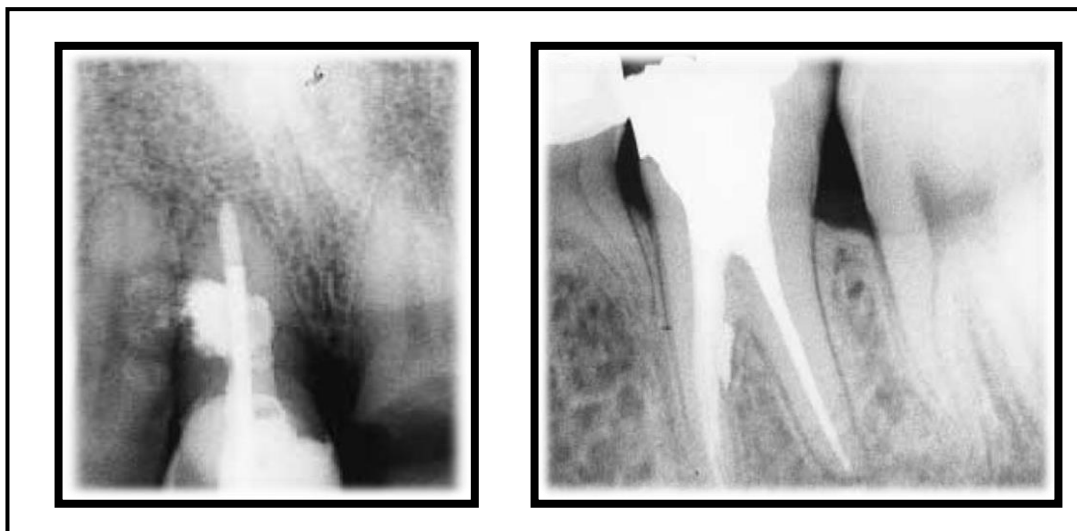
*- Reparación de perforaciones dentales.*

Las perforaciones dentales pueden ocurrir durante el procedimiento endodóntico o en la preparación para postes y también como resultado de la extensión de una reabsorción en los tejidos radiculares. La reparación de la perforación después de un procedimiento accidental o como consecuencia de una reabsorción interna puede ser realizada intracoronalmente o

mediante un procedimiento quirúrgico.<sup>168</sup>

La reparación de las perforaciones se puede intentar de forma quirúrgica o no quirúrgica. Los factores que afectan al pronóstico son el tamaño de la perforación, el daño al hueso y al ligamento, el tiempo entre la perforación y la reparación, la habilidad para conseguir un sellado hermético, y si la perforación es supraósea o infraósea. Muchos materiales se han utilizado para la reparación de perforaciones como son la gutapercha, hidroxiapatita, la malgama de plata, el ionómero de vidrio, el composite, el Super- EBA, el cavit o el hidróxido de calcio.<sup>169</sup>

Durante el sellado de una perforación, se debe de evitar la extrusión de material a los tejidos perirradiculares. Una matriz interna proporciona biocompatibilidad y control del material restaurador, evitando la sobre o subobtención del MTA en la perforación. Se pueden utilizar con este fin materiales biocompatibles como el colágeno absorbibles, hidroxiapatita o polvo de hidróxido de calcio. La matriz se utilizará en perforaciones mayores de un milímetro. (Figura 9 y 10).



Figuras 9 y 10. Tomada de Schwartz RS. El MTA sellando una reabsorción y una perforación en la furca respectivamente.<sup>175</sup>

*-Material de retro-obturación.*

Numerosas sustancias han sido usadas como material de retro-obturación. Los principales inconvenientes incluyen su incapacidad de prevenir la contaminación de irritantes desde los canales radiculares infectados hasta los tejidos perirradiculares, pérdida de completa biocompatibilidad con los tejidos vitales y su incapacidad de promover la regeneración de los tejidos perirradiculares. El MTA ha sido comparado con la amalgama de plata como material de retroobturación. Los resultados demostraron importantes diferencias entre los dos materiales, así pues, el uso del MTA como material de retroobturación se ha asociado con una menor inflamación, formación de cemento y regeneración de los tejidos perirradiculares.<sup>169</sup>

*-Barrera durante el blanqueamiento.*

El blanqueamiento interno de los dientes puede causar resorción externa radicular. Ningún material es capaz de prevenir la filtración de los agentes blanqueadores. Debido a que el MTA provee un sellado efectivo en contra de la penetración de colorantes y bacterias, y de sus metabolitos como endotoxinas, se puede utilizar como material de barrera coronaria (3 a 4 mm), después de la obturación del conducto y antes del blanqueamiento interno.<sup>168</sup>

*-Material de obturación de los conductos radiculares en molares temporales.*

Los materiales usados para obturar los conductos de dientes temporales en pulpectomías son reabsorbibles, de igual manera que el proceso fisiológico normal de la raíz. Se puede usar MTA como material de obturación no reabsorbible en las pulpectomías, cuando se quiera conservar un diente temporal en su posición, por ejemplo, si existe agenesia de un diente permanente.<sup>215</sup>

Para conservar un diente primario se han usado diversos materiales de obturación como gutapercha de condensación lateral y el cemento de óxido de zinc-eugenol.<sup>216</sup>

Se ha encontrado que el MTA tiene propiedades de reparación y

formación de hueso, así como de regeneración de los tejidos periodontales. Además, es un buen material de sellado apical cuando las condiciones no son óptimas, es decir, en presencia de humedad y sangre. No se recomienda utilizar MTA como material de obturación en aquellos casos en que los dientes se acaban exfoliando, debido a la presencia del sucesor permanente que no será capaz de reabsorberlo.<sup>217</sup>

*-Tratamiento de dientes fusionados.*

Kim y Jou, describieron la utilización del MTA en un diente supernumerario fusionado a un incisivo central permanente del maxilar superior. Estos autores describieron la realización de tratamiento endodóntico del incisivo central antes de exodonciar el diente supernumerario. La comunicación que unía a ambos se selló con MTA.<sup>217</sup>

*-Material temporal.*

Después de un tratamiento endodóntico, pulpotomía o pulpectomía, podemos colocar una bolita de algodón húmeda en la cámara pulpar, sobre ella aplicar una mezcla de MTA y por último, colocar una gasa húmeda entre las superficies oclusales del diente tratado y su antagonista. Se recomienda no ingerir alimentos en las 3 primeras horas tras su aplicación. En una cita posterior eliminar los excesos fraguados.<sup>216</sup>

*-Reparación de fracturas radiculares verticales.*

Uno de los pocos estudios realizados sobre el uso MTA para la reparación de fracturas radiculares verticales es el de Torabinejad y Chivian.<sup>170</sup> Estos autores publicaron un caso clínico en el que se utilizó MTA para reparar fracturas radiculares verticales, recomendando al paciente no utilizar el diente tratado durante 12 semanas. A pesar del prometedor uso del MTA en este tipo de fracturas, el pronóstico del diente que se describe en esta aportación clínica es dudoso.<sup>216</sup>

# ***HIPÓTESIS DE TRABAJO***

---



## II. HIPÓTESIS.

Puede sorprender que tras mucha investigación no ha habido una aceptación universal de los materiales que deben utilizarse como alternativa al formocresol, encontrándose en la literatura un gran número de trabajos que exponen las ventajas, desventajas y riesgos de cada uno de ellos. Sin embargo, los autores siguen teniendo la misma preocupación, ya que el material más utilizado para los tratamientos pulpares en dentición temporal sigue siendo el formocresol, que no ha sido desplazado definitivamente por ningún otro a pesar que los riesgos derivados de su uso son ampliamente conocidos. El agregado trióxido mineral (MTA) se ha planteado como un material estable, que ofrece una alternativa real y mejorada respecto al formocresol en el tratamiento de pulpotomías en dientes temporales.

No obstante, la escasez de estudios de seguimiento clínico y radiográfico a largo plazo (en ocasiones hasta la exfoliación del molar temporal y la emergencia del correspondiente premolar) sobre este tipo de técnica, no ha permitido establecer el índice de éxito en el tiempo de este tipo de terapéutica en el molar temporal. Es por ello por lo que nos planteamos valorar:

- Si este tipo de procedimiento, pulpotomía en dientes temporales con el agregado trióxido mineral puede dar buenos resultados clínicos y

radiológicos a largo plazo y que repercusiones puede llegar a tener en la erupción del diente permanente sucesor.

### **III. OBJETIVOS.**

Los objetivos que nos planteamos en este estudio son:

#### **3.1. OBJETIVOS GENERALES:**

1. Realizar una revisión bibliográfica crítica de la literatura en relación a los diferentes fármacos empleados en la pulpotomía de los dientes temporales, su pronóstico a largo plazo y posibles efectos adversos sobre la mineralización o alteración en la cronología eruptiva de la dentición permanente.

2. Realizar una descripción y contextualización de los métodos farmacológicos y no farmacológicos actuales en la pulpotomía sobre molares temporales.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

1. Identificar signos y síntomas de fracaso clínico del diente temporal (dolor, inflamación) en su evaluación a largo plazo.

2. Identificar signos de fracaso radiológicos del diente temporal (imagen radiolúcida en furca, reabsorción radicular interna y externa) a los 6,12, 18, 24, 30, 36, 42 y 48 meses.

3. Comprobar si se observan diferencias en la exfoliación y recambio de los molares temporales de cada grupo tratado, y/o malposiciones en sus sucesores permanentes comparados con el contralateral en su evaluación a largo plazo.

4. Comprobar la presencia o ausencia de alteraciones en la calcificación del diente permanente erupcionado sucesor en su evaluación a largo plazo.

# ***MATERIAL Y MÉTODO***

---

## IV. MATERIAL Y MÉTODO.

### 4.1 ESTRATEGIA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.

Se realizó una búsqueda electrónica en la base de datos MEDLINE (Entrez PubMed, [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)) (desde enero de 1995 hasta febrero de 2013) introduciendo los siguientes términos Mesh: "pulpotomy, primary molars, dental materials," alternando estos otros términos Mesh: "pulp therapy, dentin bridge, pulp canal obliteration". Adicionalmente, se revisaron las bases de datos Scopus, Embase y Ebscohost.

Los siguientes criterios de inclusión fueron utilizados para seleccionar los artículos apropiados: el lenguaje fuese inglés y español, estudios clínicos prospectivos y retrospectivos y que las muestras fueran de al menos 10 sujetos/dientes. Los criterios de exclusión incluían: que el lenguaje que no fuese inglés y español, series de casos, resúmenes, cartas y artículos que no seguían el objetivo de esta revisión.

### 4.2. DISEÑO DEL ESTUDIO.

Se realizó un estudio observacional analítico retrospectivo de casos con monitorización clínica y radiológica a largo plazo para determinar el

éxito/fracaso de la técnica de pulpotomía realizada con agregado trióxido mineral (MTA) como apósito en la técnica de pulpotomía.

#### *4.3. MUESTRA.*

La muestra del estudio incluyó primeros y segundos molares temporales vitales que requirieron pulpotomía. Participaron por tanto niños de uno u otro sexo en los que se indicó dicho tratamiento permitiendo su valoración y comparación bajo las mismas condiciones.

Los pacientes seleccionados fueron niños de 2 a 11 años tratados en una clínica dental privada de Odontopediatría de la provincia de Sevilla, desde enero 2008 a julio 2009 sometidos a criterios de inclusión y exclusión específicos.

##### *4.3.1. Tamaño de la muestra.*

Se seleccionaron un total de cien pacientes en la población infantil explorada. Se descartaron 21 por no acudir a todas las revisiones y no poder ser evaluados por ello clínica y radiológicamente. Por tanto la muestra total final fue de 79 pacientes, 44 niñas y 35 niños. La muestra monitorizada en estos pacientes correspondió a 138 molares, 84 Primeros molares y 54 Segundos molares (59 superiores; 79 inferiores) (Tabla 3).

Tabla 3. Descripción de la distribución muestral seleccionada a nivel de molares temporales.

	PRIMEROS MOLARES		SEGUNDOS MOLARES		TOTAL
	Derechos	Izquierdos	Derechos	Izquierdos	
<b>Maxilares</b>	22	15	12	10	<b>59</b>
<b>Mandibulares</b>	20	27	17	15	<b>79</b>
<b>TOTAL</b>	42	42	29	25	<b>138</b>

El número de raíces de los molares superiores, consideramos tres raíces, por tanto primeros y segundos molares poseen (raíz mesial, distal y palatina). En cuanto a la observación de las raíces mesiales de los molares inferiores, se ha considerado como una única raíz tomando como referencia la primera raíz que se calcifica.

#### 4.3.2. Criterios de inclusión y exclusión de la muestra.

Los criterios de inclusión fueron: 1) Pacientes que ingresen a la clínica dental privada de Odontopediatría de la provincia de Sevilla en el periodo de enero 2008 a junio-julio 2009, de ambos sexos, que tengan de 2 a 11 años de edad. 2) Existencia de primeros y/o segundos molares temporales con caries extensas y afectación de la pulpa cameral que no

hubieran recibido tratamiento previamente y que adicionalmente no tuvieran signos ni síntomas de degeneración de la pulpa radicular. 3) Molares que no presentaran imagen radiológica de lesión en la furca, ni de reabsorción radicular patológica interna o externa, ni de ensanchamiento patológico del ligamento periodontal. 4) Molares que no hayan sufrido más de un tercio de reabsorción radicular. 5) No existiera una historia de patología sistémica asociada que pueda interferir en el tratamiento.

Los criterios de exclusión fueron: 1) Que el padre, madre o tutor no aceptara el tratamiento o no firmara el consentimiento informado. 2) Contraindicaciones locales: -excesivo sangrado tras la amputación pulpar, dientes con signos o síntomas de degeneración de la pulpa radicular, pulpitis irreversible, dolor espontáneo o nocturno, presencia de fístula o absceso, movilidad patológica, presencia de inflamación de los tejidos blandos adyacentes (de origen pulpar), reabsorción externa o interna radicular, lesiones radiográficas periapicales, interradiculares o en furca, calcificaciones pulpares o ausencia de sangrado de la pulpa, pulpa con drenaje seroso purulento, sensibilidad a la percusión o palpación, afectación del germen permanente, diente no restaurable, patologías sistémicas y pacientes con tratamiento farmacológico específicos. 3) Niños con alteraciones cardíacas congénitas, niños inmunodeprimidos, niños con tratamiento médico. 4) Molares en los cuales la hemorragia persista a pesar



de intentar la hemostasia indicándose entonces el tratamiento de pulpectomías. 5) Pacientes que no regresen a alguna de las evaluaciones de seguimiento clínico y radiológico pautadas en cualquier punto de su evolución temporal.

#### 4.4. *METODOLOGÍA OPERATORIA. PROCEDIMIENTO DE PULPOTOMÍA CON AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA BLANCO).*

Para el diagnóstico y decisión del tratamiento a realizar se tomó radiografía periapical preoperatoria con una película radiográfica DIGORA<sup>®</sup> para Windows 2.7., esta técnica se llevó a cabo siguiendo la técnica de paralelismo) (Figura 11). Confirmada la patología pulpar e indicada la pulpotomía, se realizó el tratamiento pulpar con el siguiente procedimiento: (Figura 12).

- 1.- Se anestesió con Ultracain<sup>®</sup> con 0,5% de epinefrina (Articaina 40mg/ml con epinefrina 0,005), previamente aplicando en la zona anestesia tópica.
- 2.- Se aisló de forma absoluta, los molares, utilizando dique de goma de látex puro (Dentaflux, 36 unidades, grosor 0,18mm, 15,2x15, 2cm).
- 3.- Antes de acceder a la pulpa cameral, se eliminó toda la caries dental. La mayor parte de la caries fue removida con cucharilla excavadora afilada estéril (ASA 1706-19; ASA 1706-17), y con fresas de tungsteno a baja

velocidad. La sonda de caries (ASA) se usó como detector de comunicación pulpar.

4.- El acceso oclusal se llevó a cabo con alta velocidad con la fresa 330 de carburo de tungsteno a alta velocidad (Komet): H7314009 e irrigación abundante.

5.- La pulpa cameral se eliminó con micromotor con fresa redonda con cucharilla estéril a 10.000 rpm. El uso de Jeringa de agua/ aire fue usado durante todo el procedimiento.

6.- La hemorragia inicial fue controlada mediante presión con una bolita de algodón seca y estéril.

7.- Una vez controlado el sangrado de la pulpa cameral, sobre la pulpa remanente se colocó el MTA blanco (ProRoot<sup>®</sup> MTA, Dentsply Tulsa, Tulsa, OK). Se realizó una mezcla con 3 partes de polvo ProRoot<sup>®</sup> MTA y 1 parte de agua inyectable estéril hasta obtener una consistencia de masilla (de acuerdo con las instrucciones del fabricante). Esta mezcla se aplicó en el suelo de la cámara pulpar y adaptándola a las paredes por presión con una bolita de algodón estéril humedecida.

8.- Limpieza de la cámara con un algodón seco.

9.- Obturación de la cavidad con óxido de zinc-eugenol (IRM<sup>®</sup>).

10.- Radiografía periapical de control.

11.-El empleo de Fresa llamas 6368023 para el tallado oclusal y colocación posterior de corona de ion cromo niquel. En todos los molares temporales incluidos en la muestra, se adaptaron coronas metálicas preformadas (3M<sup>®</sup> Iso-Form, 3M Dental Products, St Paul, MN, USA) y cementadas con cemento de ionómero de vidrio autopolimerizable (Glc; Ketac-Cem<sup>®</sup>, 3M-ESPE AG, Seefeld Germany). (Figura 13).

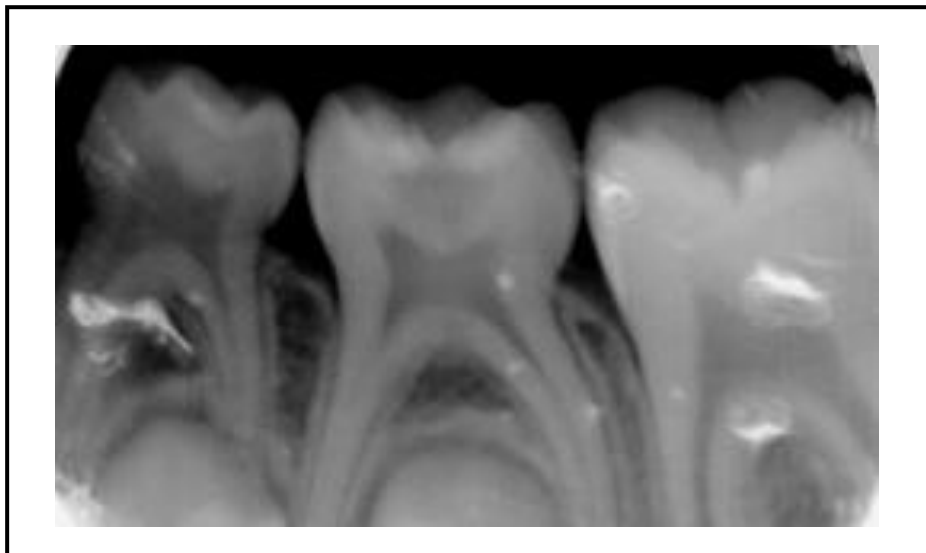


Figura 11. Radiografía periapical preoperatoria.

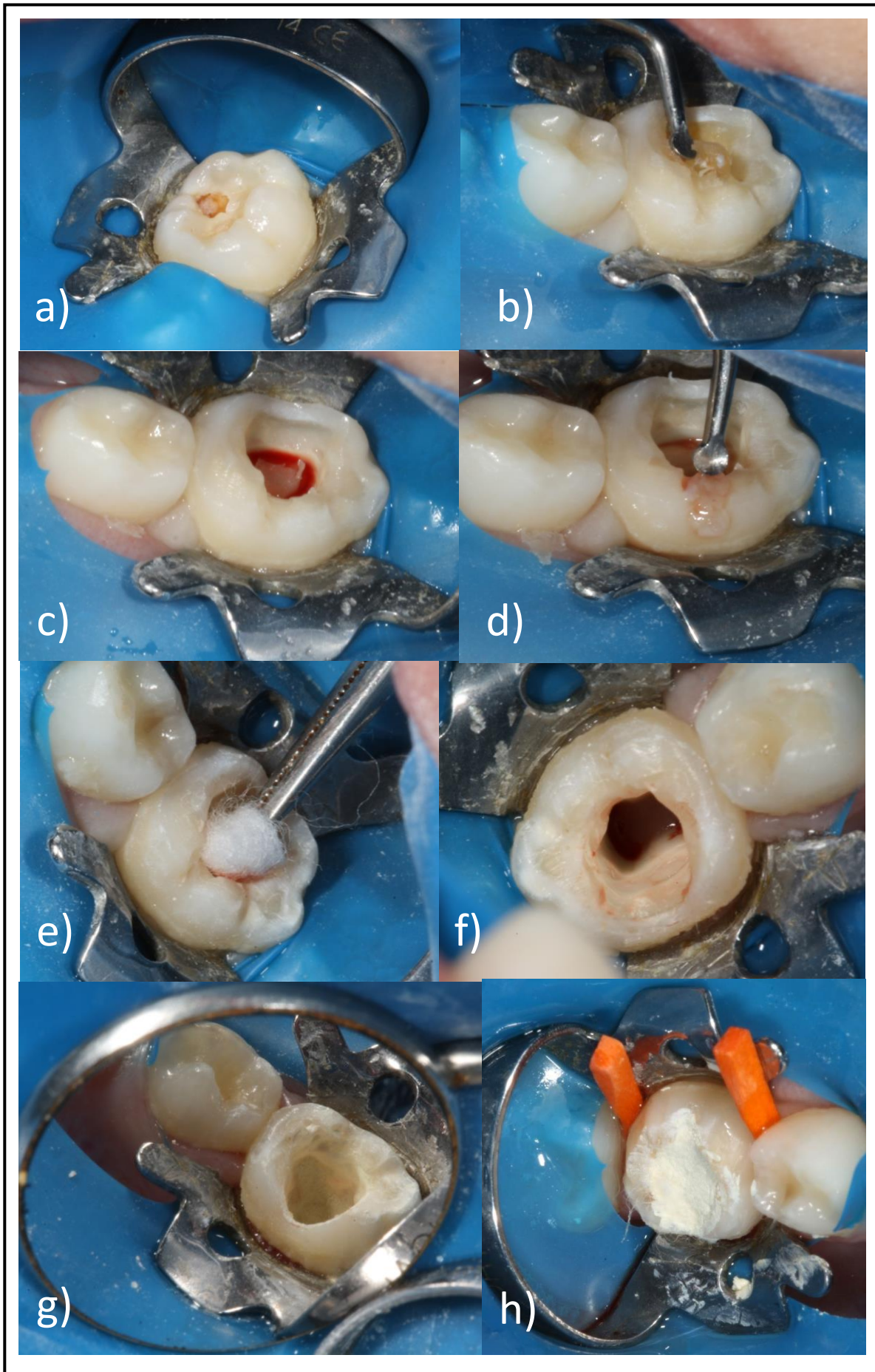


Figura 12. a) Aislamiento de forma absoluta con dique de goma. b) Eliminación de caries con cucharilla excavadora. c) Acceso a pulpa cameral. d) Eliminación pulpa cameral. e) Control de la hemorragia con bolita de algodón seca y estéril. f) y g) Colocación de MTA en la cavidad cameral. h) Obturación de la cavidad con IRM<sup>®</sup>.



Figura 13. Adaptación y cementado corona metal preformada.

#### 4.5. SEGUIMIENTO POSTOPERATORIO.

Se realizaron revisiones periódicas posteriores para llevar el seguimiento de las pulpotomías. Éstas tuvieron lugar cada 6 meses hasta los 48 meses.

Los dientes pulpotomizados fueron evaluados clínica y radiográficamente a los 6, 12, 18, 24, 30,36,42,48 meses (Tabla 4), No se tuvieron en cuenta pacientes con revisiones inferiores a 30 meses.

Todas las revisiones se llevaron a cabo bajo condiciones estandarizadas a lo largo de todo el estudio por el mismo investigador, usando un espejo plano y sonda periodontal de la OMS, y película radiográfica. En cada revisión se realizó la exploración clínica y radiológica. El explorador revisó los formularios de evaluación el mismo día para determinar si los registros son completos y precisos.

**Tabla 4. Ficha de recogida de datos de pacientes tratados con pulpotomías con MTA.**

NOMBRE		EDAD											SEXO		PIEZA DENTARIA							
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	H	M	55	54	65	64	75	74	85	84	

**4.5.1. Monitorización clínica.**

La evaluación clínica se llevó a cabo a través de la anamnesis, la percusión de los molares tratados, la exploración visual y la palpación de los tejidos blandos valorando la existencia de: 1) Dolor espontáneo o a la percusión, 2) Movilidad patológica del molar tratado, 3) Signos de

inflamación, absceso o fistula en los tejidos blandos, 4) Presencia / ausencia de descalcificación en el premolar sucesor, 5) Cronología y secuencia eruptiva del premolar erupcionado comparado con el contralateral sin tratar. (Tabla 5).

Se considera como fracaso clínico la presencia de a).Dolor, b).Inflamación, c).Movilidad, d).Fistula, e).Presencia de descalcificación en el premolar sucesor, f).Alteración en cronología y secuencia eruptiva del premolar erupcionado.

Con motivo de las diferentes edades que presentaban los niños de la muestra, solamente pudimos observar el recambio de 50 molares (36,2%); la erupción de 38 primeros premolares (27,5%) y 12 segundos premolares permanentes (8,6%), considerándose el recambio en pulpotomías realizadas en niños entre los 6 y 11 años.

#### *4.5.2. Monitorización radiológica.*

Las radiografías se analizaron meticulosamente en el sistema informático radiográfico DIGORA<sup>®</sup> para Windows 2.7., para determinar si existía: 1) Reabsorción radicular externa o interna patológica, 2) Reabsorción atípica, 3) Ensanchamiento patológico del ligamento periodontal, 4) Estenosis del conducto radicular, 5) Lesión de la furca, 6) Puente dentinario, 7) Adelanto /retraso en la erupción del premolar sucesor. (Tabla 6) (Figura 14).

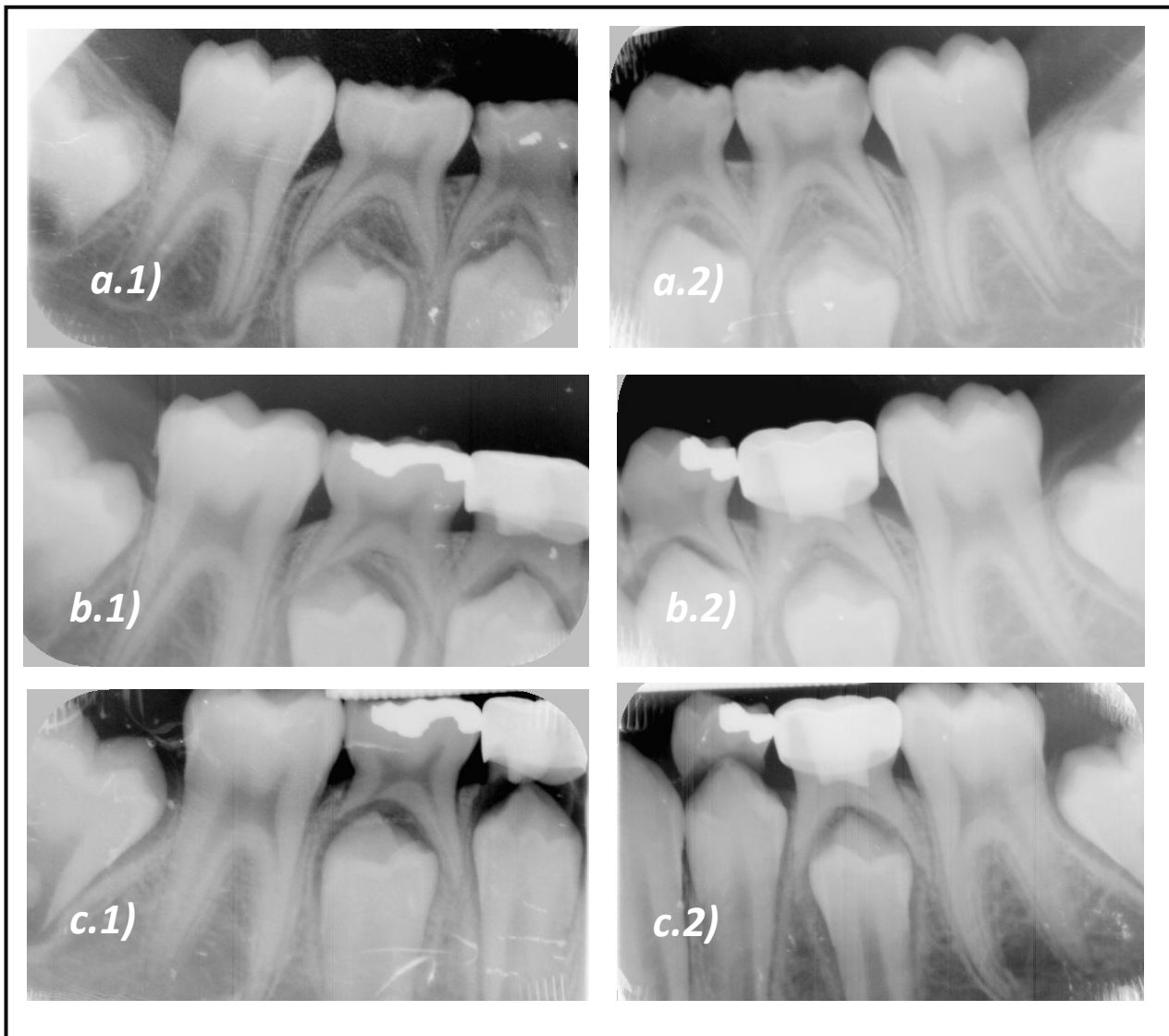
Entre los hallazgos radiográficos, consideramos pues como éxito y por tanto signos de normalidad, la formación de un puente dentinario y como fracaso a).Imagen en furca, b).Reabsorción radicular externa, c).Reabsorción radicular interna perforada /no perforada, d).Ensanchamiento ligamento periodontal, f).Adelanto/retraso erupción del premolar sucesor

Consideramos fracaso radiológico a diferencia de la literatura consultada Smith et al. 2000<sup>65</sup>, Caicedo y cols 2006<sup>219</sup>, Holan y cols. 2005<sup>6</sup>, Maroto y cols 2005<sup>220</sup>; excepto Law 1956<sup>221</sup>, Foreman y Barnes 1990<sup>222</sup>, Waterhouse y cols 2000<sup>59</sup>, que consideran que para que exista RRINP debe haber inflamación pulpar previa. Por eso consideramos que el tratamiento no es exitoso.

Tal como se describió con anterioridad, se consideran cuanto a la observación de las raíces de los molares superiores consideramos tres raíces, por tanto primeros y segundos molares poseen (raíz mesial, distal y palatina). En cuanto a la observación de las raíces mesiales de los molares inferiores, se ha considerado como una única raíz tomando como referencia la primera raíz que se calcifica.

Adicionalmente se comprobó si existió rotación u otra malposición en el premolar sucesor así como algún tipo de descalcificación o alteración morfológica en el mismo tras la remoción del molar temporal antecesor.





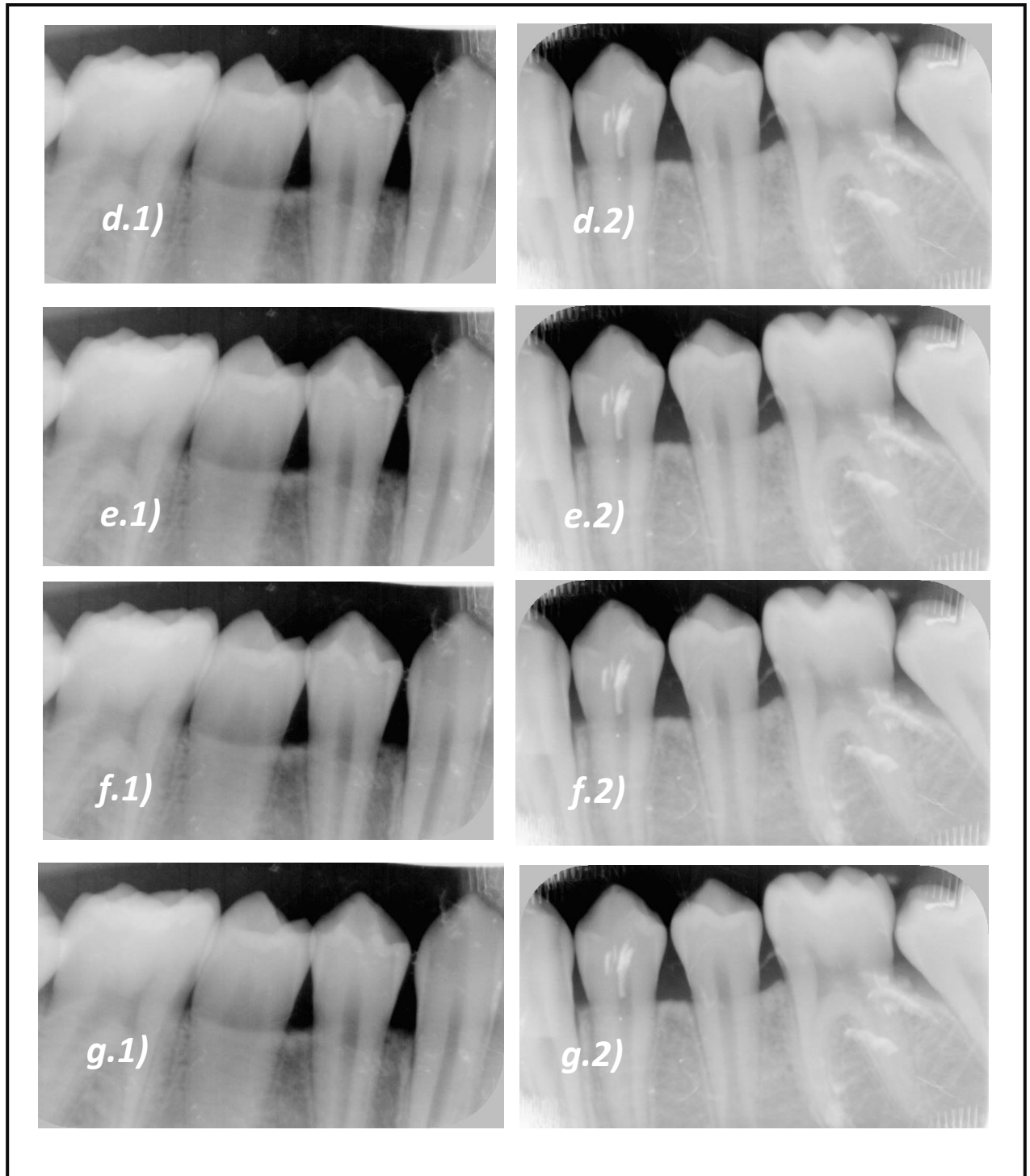


Figura 14. Imágenes radiológicas de seguimiento de pulpotomía al inicio a.1-2) 6 meses; b.1-2) 12 meses; c.1-2) 18 meses; d.1-2) 24 meses; e.1-2) 30 meses; f.1-2) 36 meses; g.1-2) de seguimiento hasta la erupción del permanente sucesor.

Tabla 5. Ficha de revisiones. Examen clínico de pulpotomías con MTA

	6		12		18		24		30		36		42		48	
	MESES		MESES		MESES		MESES		MESES		MESES		MESES		MESES	
EXAMEN CLÍNICO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Dolor																
Inflamación																
Movilidad																
Fístula																
Descalcificación en el premolar sucesor																

ÉXITOS \_\_\_\_\_

FRACASOS \_\_\_\_\_

Tabla 6. Ficha de revisiones. Examen radiográfico de pulpotomía con MTA

EXAMEN RADIOGRÁFICO	6		12		18		24		30		36		42		48	
	MESES		MESES		MESES		MESES		MESES		MESES		MESES		MESES	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Reabsorción radicular interna P/NP																
Reabsorción radicular externa																
Imagen en furca																
Ensanchamiento ligamento periodontal																
Puente dentinario																
Obliteración del conducto																
Adelanto/retraso erupción premolar sucesor																

**ÉXITO** \_\_\_\_\_

**FRACASO** \_\_\_\_\_

#### 4.6. *NORMATIVA ÉTICA.*

Se contará con un explorador principal (M.B.P.) (licenciada en odontología, especialista en odontopediatría) que llevará a cabo la selección de la muestra y las siguientes revisiones.

La selección de variables se realizó en base a los datos obtenidos de la anamnesis, la exploración clínica y radiográfica, y tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión anteriormente citados. Los datos de carácter personal fueron codificados siguiendo la normativa vigente (Ley Orgánica 15/ 1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter personal). El protocolo experimental se llevó a cabo en la clínica privada de Odontopediatría de la provincia de Sevilla, siempre en el mismo lugar asignado a tal efecto para la realización de tratamientos de pulpotomía, así como las revisiones posteriores

Se informó detalladamente del procedimiento y de los posibles riesgos de fracaso a los padres o tutor. Y para que el estudio cumpliera con los requisitos de ética en la investigación clínica que derivan de los acuerdos de Helsinki y sus actualizaciones, el padre/madre/tutor legal de las participantes dio su consentimiento informado por escrito (Figura 15) y se les pidió que mantuviesen sus prácticas habituales de higiene oral durante el estudio. El protocolo de investigación fue aprobado por el

Comité Ético de Experimentación en humanos de la Universidad de Sevilla.

En todo momento se recogieron los datos del estudio con las mismas condiciones en cada caso, según indica el Manual de Encuestas de Salud Bucodental de la OMS.<sup>218</sup> (Tabla 7).

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

Don/Doña \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ años de edad y DNI nº \_\_\_\_\_ actuando en calidad de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ declaro que Doña Marian Biedma Pera, licenciada en Odontología en la Facultad de Odontología de la Universidad de Sevilla me han informado que es conveniente proceder a la realización de pulpotomías sobre la dentición temporal cariada de mi hijo/a; siendo necesario la realización de una serie de actuaciones que pueden incluir la realización de radiografías y procedimientos de anestesia local; así como la colocación de una corona metálica de restauración dental.

1.- Estas intervenciones serán realizadas por María Biedma Perea en la Clínica Privada de Odontopediatría de la provincia de Sevilla.

2.- Conozco que la pulpotomía es una técnica odontológica destinada a la conservación del diente temporal cariado. El fin es eliminar la infección del diente, restaurar la función dentaria, permitir su exfoliación en tiempo y forma correcta y evitar daños sobre la pieza permanente de recambio.

3.- Entiendo que, por interés didáctico y de investigación, este tratamiento será realizado en molares temporales de mi hijo.

3.- Aunque me practiquen los medios diagnósticos pertinentes, comprendo que durante el tratamiento puede producirse edema, hinchazón, dolor, hemorragia o infección que requerirán tratamiento farmacológico. También se me ha informado que pueden producirse complicaciones que a veces son imprevisibles o independientes de la correcta realización del procedimiento, y que requerirán tratamiento adicional. Comprendo que mis condicionantes médicos pueden aumentar los riesgos y complicaciones.

4.- Me ha recomendado que vuelva a la consulta si advierto algún tipo de molestias. Asimismo, me han indicado que en algunas intervenciones es necesario un proceso de adaptación que hay que vigilar, por lo que deberé acudir periódicamente y seguir escrupulosamente las instrucciones que me indiquen.

5.- Conozco que los procedimientos realizados van a ser utilizados con un fin científico, como todas las pruebas complementarias.

6.- He comprendido las explicaciones que me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo. Me han permitido realizar las observaciones que he considerado necesarias y me han aclarado las dudas que planteaba. También comprendo que en cualquier momento y sin necesidad de dar explicación alguna puedo revocar el consentimiento que ahora presto.

7.- Por ello, manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y que comprendo el alcance de los riesgos de los procedimientos, por lo que en tales condiciones CONSIENTO en someterme a las pruebas diagnósticas y al tratamiento anteriormente descrito.

En Sevilla, a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Figura 15. Consentimiento Informado. Ficha de inserción de datos.

Tabla 7. Ficha de inserción de datos en estudio de pulpotomías con MTA.

Madre/Padre/Tutor del Paciente

Lda. Maria Biedma Perea

Una vez obtenido el consentimiento informado, previamente aceptado por el comité ético, se procedió a la recogida de los datos de filiación del paciente. Así mismo se registró tanto la pieza dentaria como la fecha de realización de la pulpotomía.

**Ficha de inserción de datos en el estudio de pulpotomías con MTA**

Nombre:			
Hª clínica			
Fecha			
Edad			
Sexo			
Dirección			
Teléfono			
Nombre del padre /madre /tutor			
Molar/es a tratar con MTA		Fecha	
Observaciones			



#### 4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

La valoración de datos y medidas ha sido realizada por un único explorador para evitar la variabilidad diagnóstica interobservador y el sesgo que esto podría suponer. Se realizó adicionalmente el cálculo del error intraobservador para contrastar y validar las valoraciones clínicas y radiológicas realizadas. El cálculo del error intraobservador se realizó mediante el cálculo del índice *k*.

Se realizó un análisis descriptivo univariante para la obtención de frecuencias y porcentajes en relación a la respuesta clínica y radiográfica, incluyendo los hallazgos radiológicos considerados indicadores de una respuesta biológicamente favorable: puentes dentinarios y estenosis pulpar radicular.

No se observó cumplimiento del contraste de normalidad en la presente muestra realizándose un análisis estadístico no paramétrico mediante el test de *chi*-cuadrado para la valoración dos a dos de cada uno de los factores potencialmente influyentes y diferenciales en relación al tipo de conducto, sexo y grupo de edad. Asimismo se realizó el coeficiente de correlación *r* de Spearman para valorar potenciales asociaciones entre parámetros radiológicos. Para todas las pruebas se estableció el nivel de significancia estadística con una  $p < 0,05$  y un intervalo de confianza de un

95%. Para la realización del análisis estadístico se utilizó el programa informático de análisis estadístico SPSS 17.0 para Windows (SPSS, USA).

# **RESULTADOS**

---

## V. RESULTADOS.

### 5.1. CÁLCULO DEL ERROR INTRA OBSERVADOR.

Se obtuvo un valor de índice  $k$  en un rango mínimo y máximo de 0,91 a 1,00 para las siguientes variables: Obliteración de los conductos mesiales, palatinos y distales, formación de puentes dentinarios en conductos mesiales, palatinos y distales, signos patológicos clínicos y radiológicos, alteraciones en la erupción y alteraciones en la calcificación del permanente, presencia de reabsorciones internas o externas. Se determinó de este modo la adecuación de las valoraciones realizadas por el único observador participante en el examen clínico y radiológico de los parámetros observados.

### 5.2. DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA.

De la muestra finalmente seleccionada y analizada obtuvimos un total de 79 pacientes, formada por 44 niñas que suponen el 55,7% y 35 niños que suponen el 44,3%. (Figura 16).

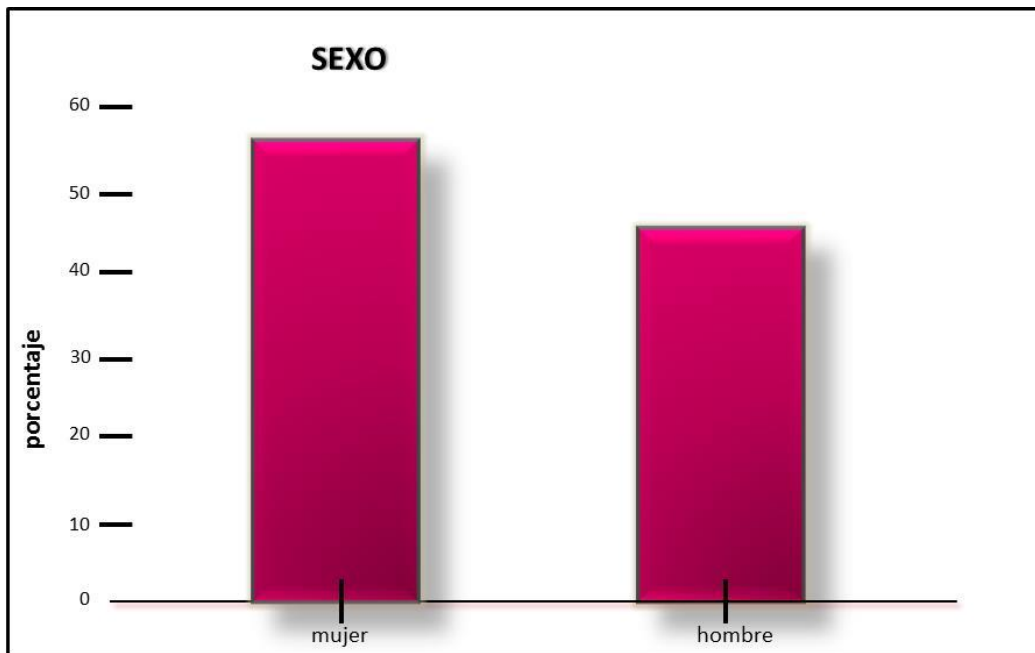


Figura 16. Gráfica resultante de la variable sexo.

En cuanto al rango de edad de la muestra analizada , 104 niños correspondieron a niños menores 6 años mientras que 34 correspondió a mayores de 6 años, resultando una edad media de 5,39 (2-11 años), con una desviación estándar  $\pm 1,67$ . (Figura 17).

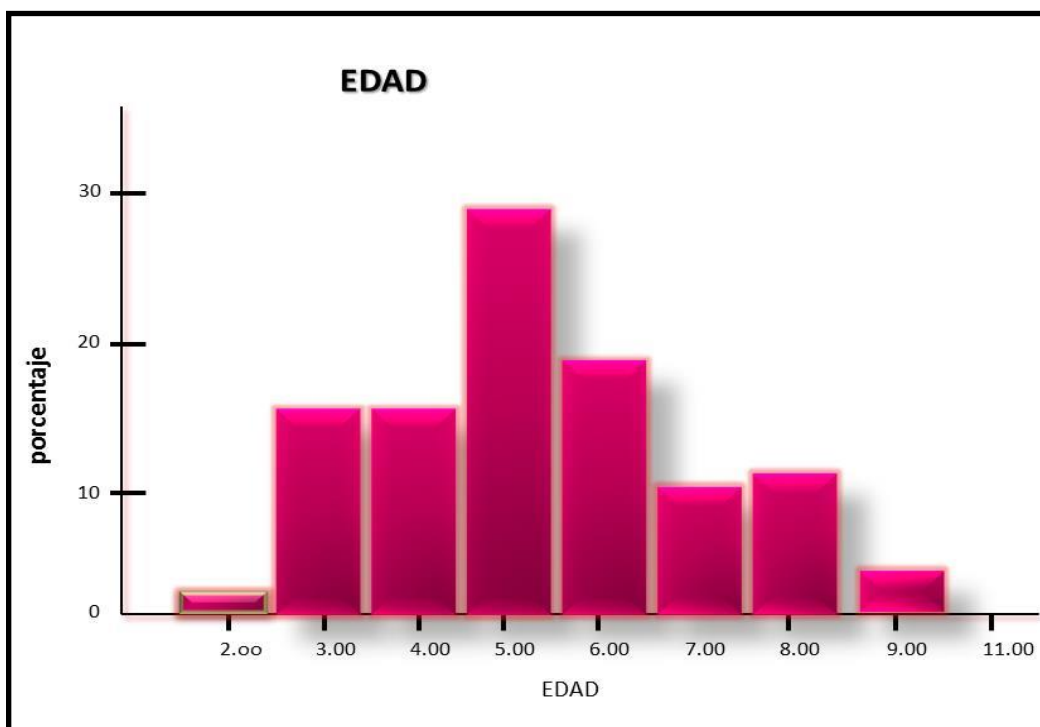


Figura 17. Gráfica resultante de la variable edad.

El total del número de piezas dentarias resultante del estudio fueron de 138 molares, de los cuales resultaron ser 59 molares superiores y 79 molares inferiores. Obtuvimos un total de 22 primeros molares superiores derechos (15,9%), 12 segundos molares superiores derechos (8,7%), 15 primeros molares superiores izquierdos (10,9%), 10 segundos molares superiores izquierdos (7,2%), 27 primeros molares inferiores izquierdos (19,6%), 15 segundos molares inferiores izquierdos (10,9%), 20 primeros molares inferiores derechos (14,5%) y 17 segundos molares inferiores derechos (12,3%). (Figura 18).

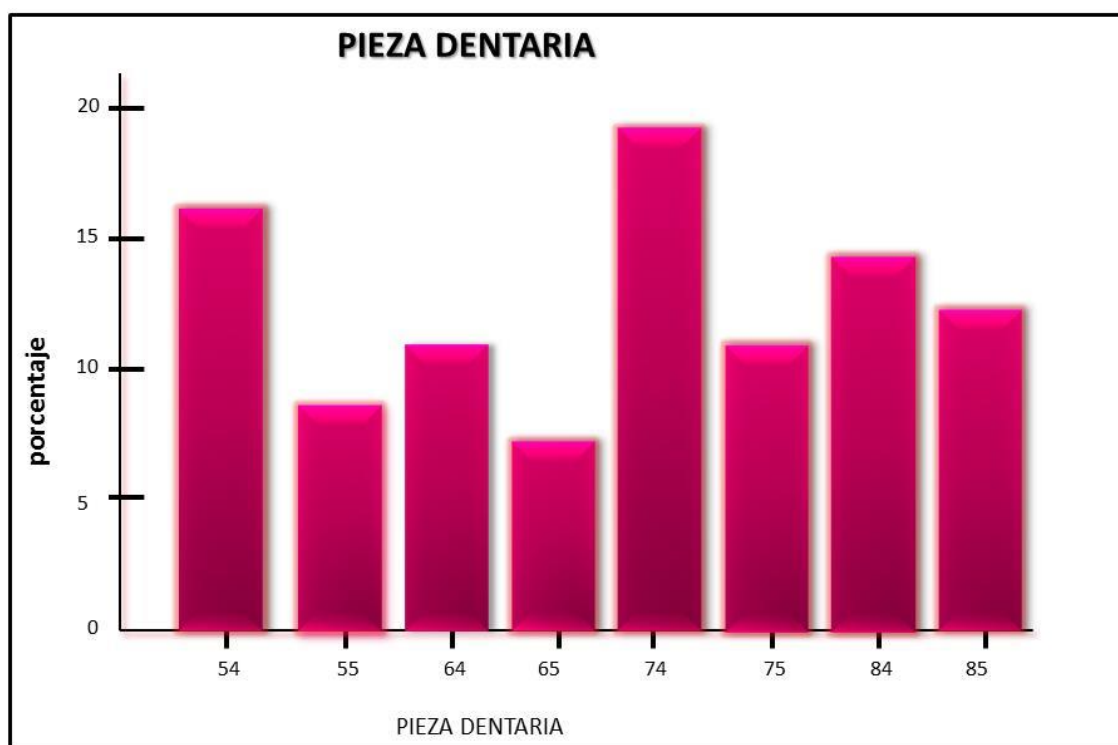


Figura 18. Gráfica resultante de la variable pieza dentaria.

### *5.3. RESULTADOS DE LA MONITORIZACIÓN CLÍNICA.*

#### *5.3.1. Valoración de las repercusiones en la dentición permanente.*

Entre las posibles repercusiones cabe mencionar la alteración en la calcificación dentaria. En nuestro estudio no se observaron alteraciones de este tipo en ninguno de los casos. Otra de las posibles repercusiones es la erupción alterada de la dentición, bien sea adelanto en la erupción. Teniendo en cuenta que se observó la erupción de 50 premolares respecto al total de la muestra contemplada, se cuantificaron 10 casos de adelanto en la cronología eruptiva, es decir se observó adelanto en el 22% de los casos. En relación al retraso en la erupción, se cuantificaron 12 casos, es decir un 24% del total de premolares erupcionados. Por tanto en un 56% de los casos no se observó alteración en la erupción (28 casos). En ninguno de los casos el tiempo de adelanto o retraso en un diente erupcionado fue mayor a 6 meses.<sup>223</sup>(Figura 19).

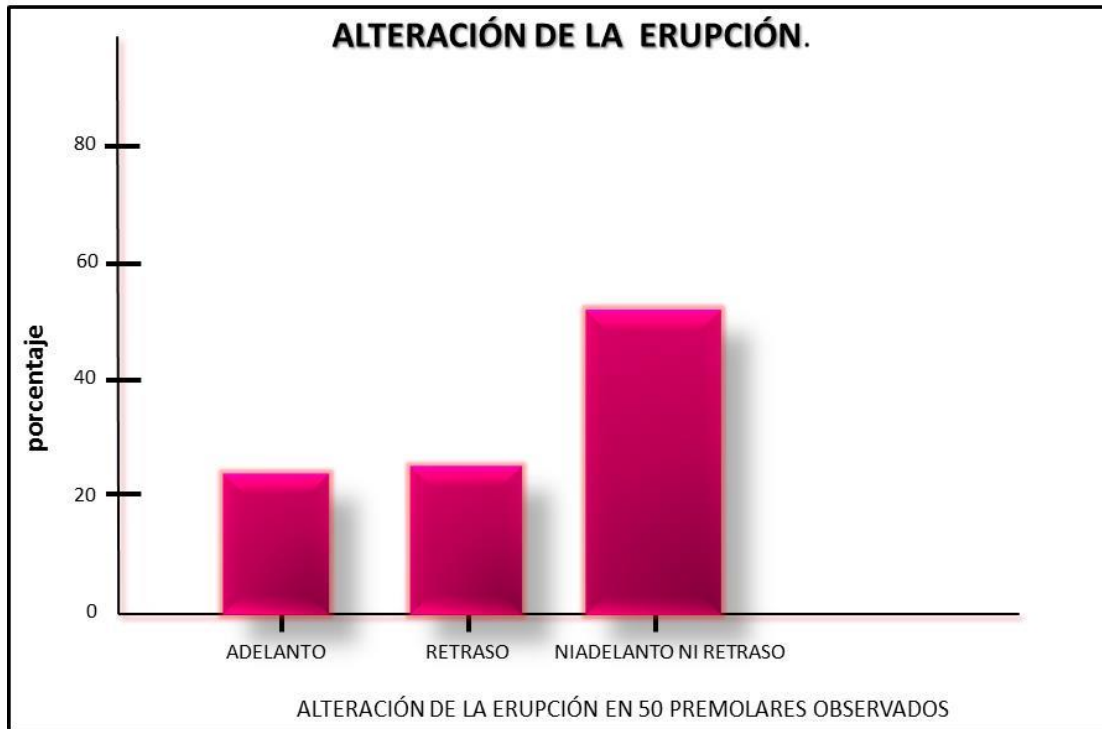


Figura 19. Gráfica resultante de la variable repercusiones eruptivas en el diente permanente.

En nuestro estudio tanto el adelanto como el retraso eruptivo se han comparado con el contralateral sin tratar.

### 5.3.2 Valoración del fracaso clínico.

Según se ha especificado, se tomó como umbral de fracaso clínico la presencia de a) flemón, b) fistula, c) dolor, d) movilidad en el molar previamente sometido a pulpotomía con MTA.

En nuestro estudio obtuvimos un total de 2 casos con flemón y movilidad equivalentes a 1,4%, obteniendo por tanto un éxito clínico del 98,6% y por tanto 136 casos. (Figura 20).



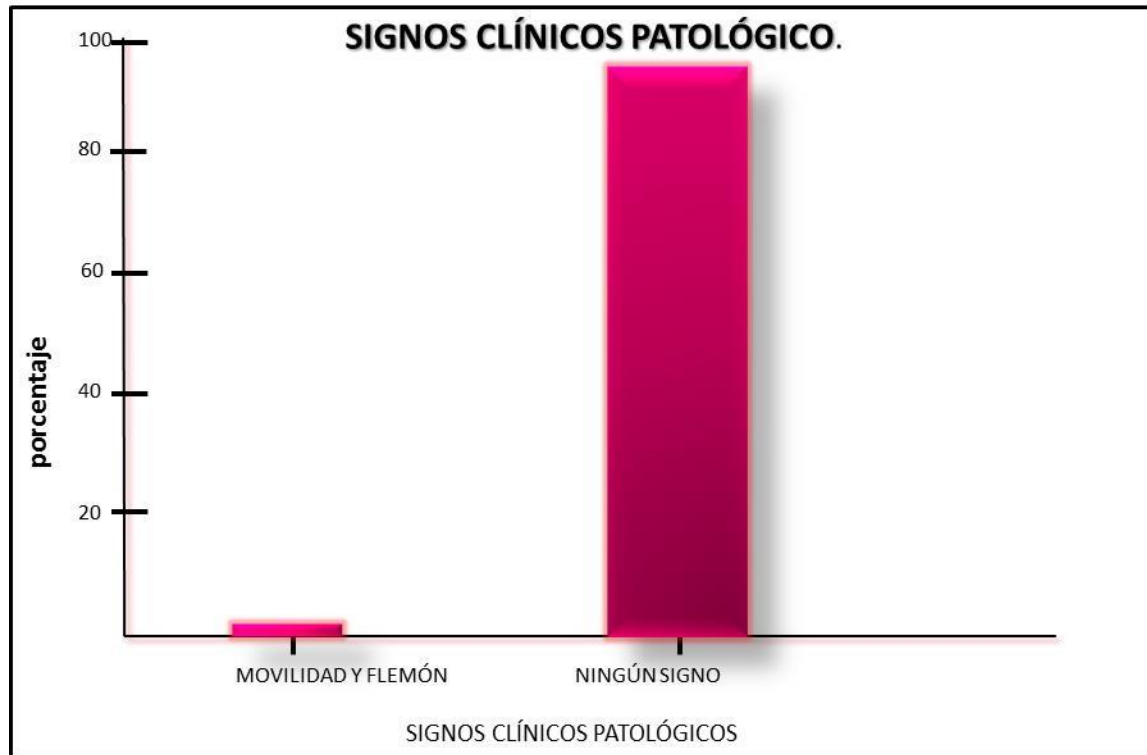


Figura 20. Gráfica resultante de la variable fracaso clínico.

### 5.3.3. Mes del fracaso clínico.

En cuanto al mes del fracaso, se observó a los 18 meses un caso con aparición de flemón y movilidad y a los 24 meses otro caso de la misma forma, es decir, con presencia de flemón y movilidad.(Figura 21).



Figura 21. Gráfica resultante de la variable mes del fracaso clínico.

#### 5.4. RESULTADOS DE LA MONITORIZACIÓN RADIOLÓGICA.

##### 5.4.1. Obliteración radicular.

##### 5.4.1.1. Obliteración de la raíz palatina de molares superiores.

Los molares superiores poseen 3 raíces, es por tanto que hemos considerado 3 raíces tanto a nivel del primer como del segundo molar temporal superior, es decir, raíz mesial, raíz distal y raíz palatina. Por tanto, raíces palatinas tienen todos los molares superiores. En nuestro estudio obtuvimos un total de 59 raíces palatinas. (Figura 22)



Figura 22. Gráfica resultante de la variable obliteración de la raíz palatina de molares superiores.

En relación a la obliteración de los conductos palatinos se obtuvo una obliteración de 37'3% correspondiente a 22 molares. Los meses de mayor obliteración hallados fueron entre 12 y 24 meses.

Asimismo cuando comparamos la obliteración observada a nivel de los conductos palatinos en pacientes mayores y menores de seis años, se observan diferencias significativas ( $p=0,044$ ) resultando una mayor frecuencia observable de obliteración en los pacientes más jóvenes. (Figura 23)

OBLITERACION SINOPALAT * MAYORDE6AÑOS				
Crosstab				
Count		MAYORDE6AÑOS		
		NO	SI	Total
OBLITERACION SINOPALAT	SI	28	9	37
	NO	11	11	22
	Total	39	20	59

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	4,059 <sup>a</sup>	1	,044		
Continuity Correction <sup>b</sup>	2,994	1	,084		
Likelihood Ratio	4,009	1	,045		
Fisher's Exact Test				,053	,042
Linear-by-Linear Association	3,990	1	,046		
N of Valid Cases	59				

Figura 23. Resultados comparativos de la obliteración a nivel de los conductos palatinos de los molares evaluados.

5.4.1.2. *Obliteración de las raíces mesiales y distales de molares superiores e inferiores.*

Las raíces mesiales inferiores (mesiovestibular, mesiolingual) se han considerado como una, tomando como referencia la primera que se calcifica. Es por tanto que de 138 raíces mesiales, 79 corresponden a los molares inferiores (47 primeros molares y 32 segundos molares) y 59 corresponden a los molares superiores (37 primeros molares y 22 segundos molares). La obliteración de estas raíces tuvo lugar en 91 de los molares, equivalente al 65,9%, mientras que en 47 molares no se produjo obliteración, lo que equivale a un 34,1%. (Figura 24), (Figura 25).

Los meses en los que tuvieron lugar la obliteración de dichas raíces oscilaron entre los 12 y 24 meses en su mayor parte.



Figura 24. Gráfica resultante de la variable obliteración de la raíz mesial.

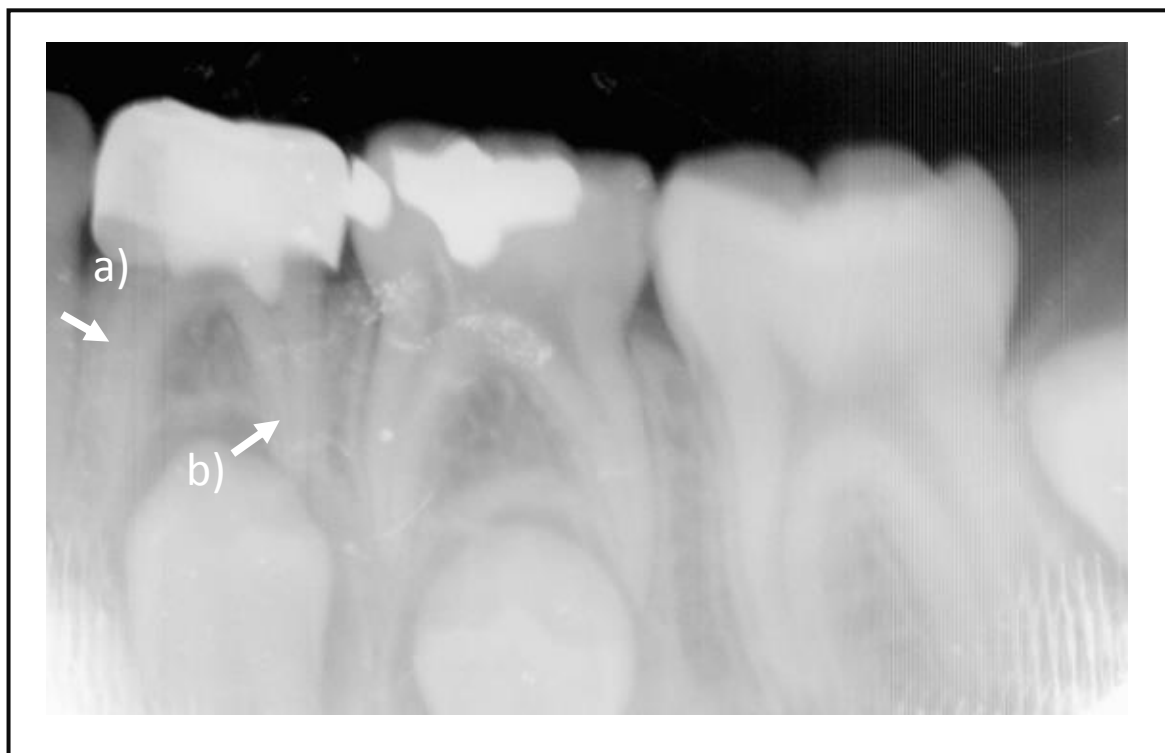


Figura 25. Imagen radiográfica obtenida 24 meses después del tratamiento con MTA Blanco en la que se indica obliteración mesial (a) y parcialmente distal (b).

En cuanto al total de raíces distales, obtuvimos un total de 138 raíces, es decir, todos los molares superiores e inferiores poseen raíces distales. Dado que obtuvimos 79 molares inferiores y 59 molares superiores, por tanto existen 79 raíces distales inferiores (47 primeros molares y 32 segundos molares) y 59 raíces distales superiores (37 primeros molares y 22 segundos molares). Del total de raíces distales se obtuvo un 68,1% de obliteración, correspondiente a un total de 94 raíces distales, y un 31,2% no se obliteraron, correspondiendo a un total de 43 raíces distales. Los meses entre los que tuvo lugar la mayor parte de la obliteración de las raíces distales fueron comprendidos entre los 12 y 24 meses. (Figura 26).



Figura 26. Gráfica resultante de la variable obliteración de la raíz distal.

Asimismo cuando comparamos la obliteración observada a nivel de los conductos mesiales y distales en pacientes mayores y menores de seis años, se observan diferencias significativas en los conductos mesiales ( $p=0,024$ ) y no así en los distales ( $p=0,68$ ) resultando una mayor frecuencia observable de obliteración en los pacientes más jóvenes en los conductos mesiales y distales. (Figura 27)

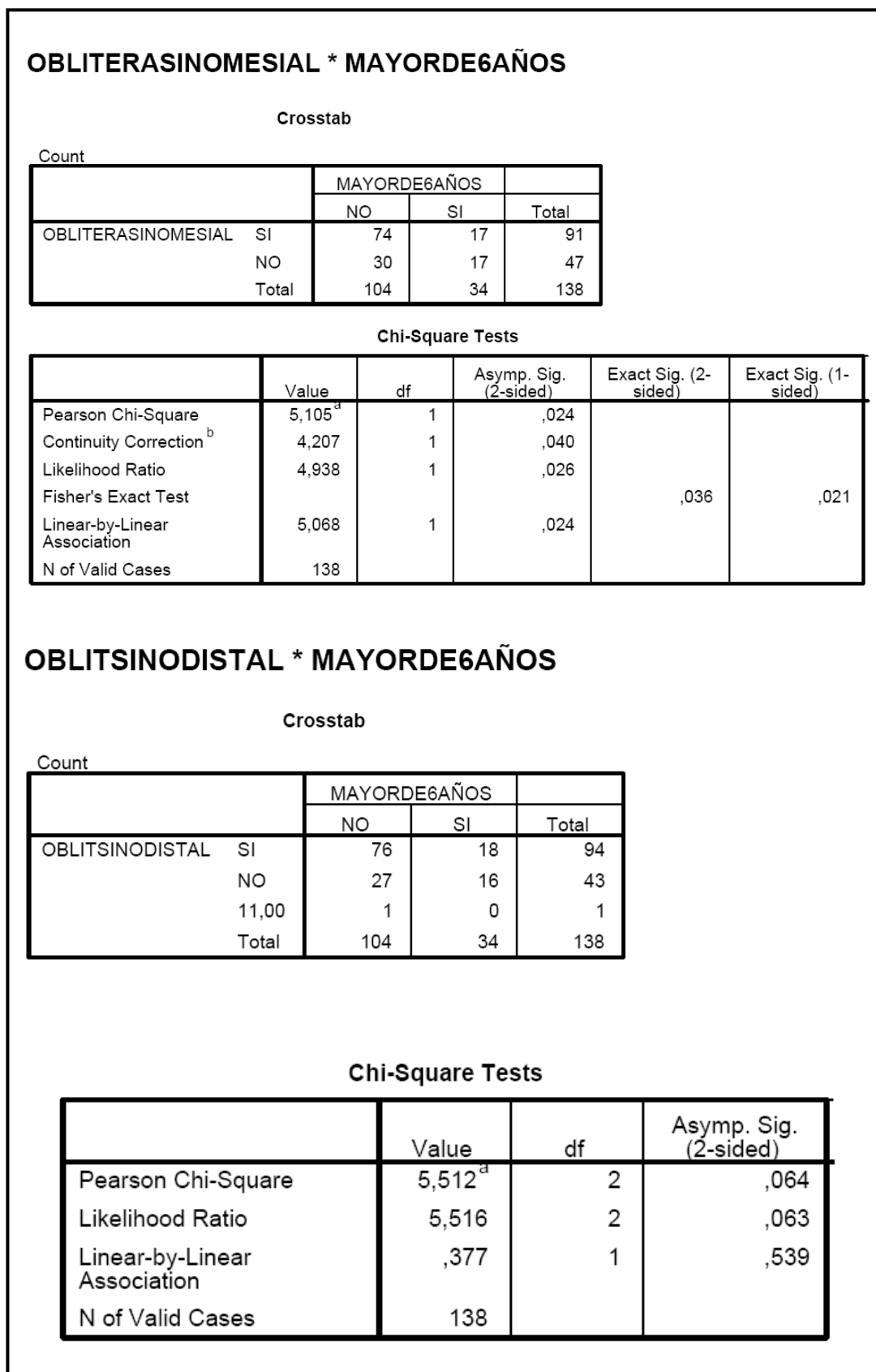


Figura 27. Resultados comparativos de la obliteración a nivel de los conductos mesiales y distales de los molares evaluados.



## 5.4.2. EVALUACIÓN DE LA FORMACIÓN DE PUENTE DENTINARIO.

### 5.4.2.1. Formación puente dentinario palatino de molares superiores.

De la muestra de 59 raíces palatinas se formaron puente en 42 raíces, equivalente al 71,2% y no se formó puente en 17 raíces equivalente a 28,8%. Aparece con mayor frecuencia en un (64,4%) entre los 6 a los 12 meses de monitorización tras la realización de la pulpotomía con MTA, siendo del 28,8% a los 6 meses y del 35,6% a los 12 meses. (Figura 28).

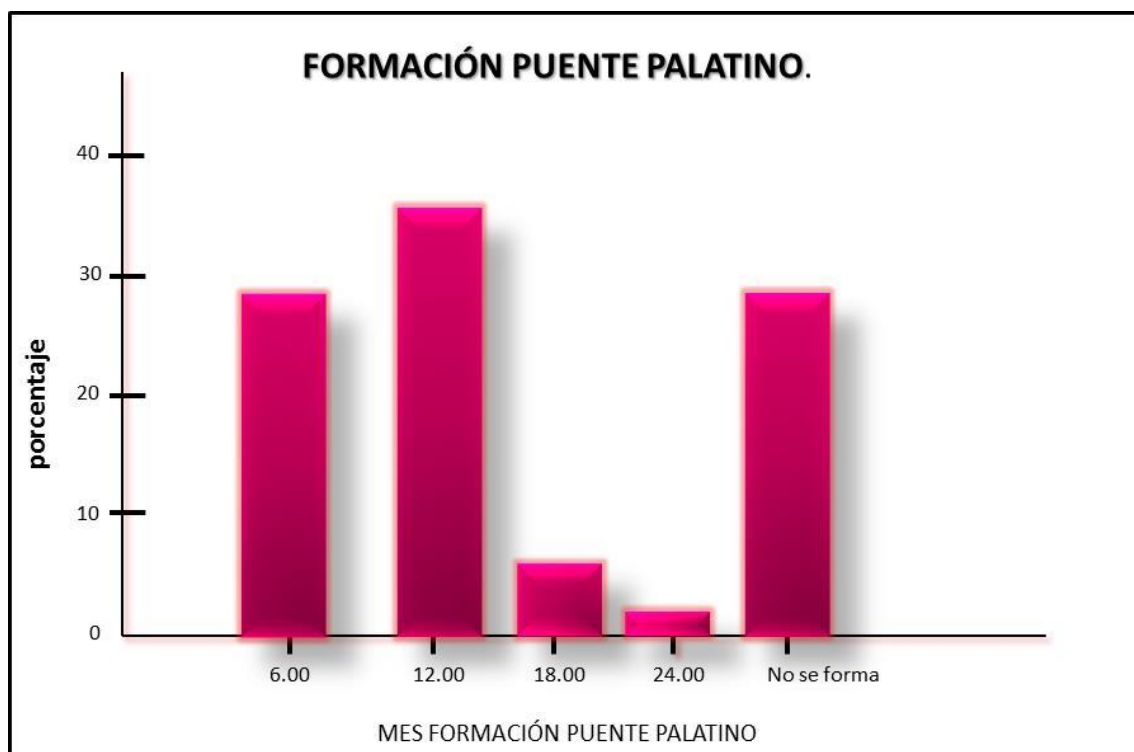


Figura 28. Gráfica resultante de la variable formación de puente dentinario en la raíz palatina de molares superiores.

En cuanto a la formación de puente dentinario observable a nivel radiológico en el conducto palatino se observa una similar formación de puentes de dentina en los pacientes tratados independientemente del rango de edad en el que se encuentra situado ( $p > 0,05$ ). (Figura 29).

PUENTEPALATSINO * MAYORDE6AÑOS				
Crosstab				
Count				
		MAYORDE6AÑOS		
		NO	SI	Total
PUENTEPALATSINO	SI	28	14	42
	NO	11	6	17
	Total	39	20	59

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,021 <sup>a</sup>	1	,885		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,021	1	,886		
Fisher's Exact Test				1,000	,558
Linear-by-Linear Association	,020	1	,886		
N of Valid Cases	59				

Figura 29. Resultados comparativos de la formación de puente palatino a nivel de los los molares evaluados.

### 5.4.2.2 Formación puente dentinario mesial de molares superiores e inferiores.

De las 138 piezas dentales resultantes, presentaron formación de puente mesial en 124 piezas equivalente a 89,9%, y no presentaron formación de puente mesial en 14 piezas correspondiendo a 10,1%.

La presencia de puente se presentó en una mayor frecuencia en un (84,8%) entre los 6 y 12 meses, es decir de un 47,1% a los 6 meses y en un 37,7% a los 12 meses. (Figura 30).

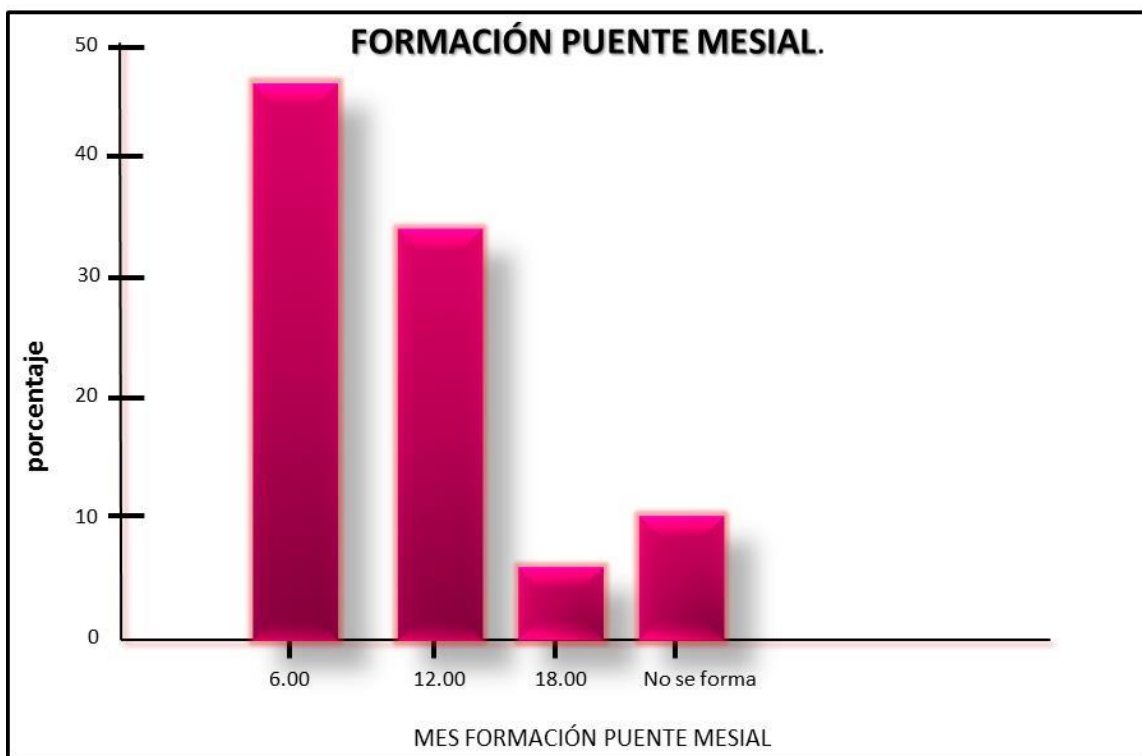


Figura 30. Gráfica resultante de la variable formación de puente dentinario en la raíz mesial.

Asimismo en cuanto a la formación de puente dentinario observable a nivel radiológico en los conductos mesiales se observa una similar formación de puentes de dentina en los pacientes tratados independientemente del rango de edad en el que se encuentran situados ( $p > 0,05$ ). (Figura 31).

<b>PUENTEMESIALSINO * MAYORDE6AÑOS</b>				
Crosstab				
Count				
		MAYORDE6AÑOS		
		NO	SI	Total
PUENTEMESIALSINO	SI	96	28	124
	NO	8	6	14
	Total	104	34	138

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,785 <sup>a</sup>	1	,095		
Continuity Correction <sup>b</sup>	1,800	1	,180		
Likelihood Ratio	2,503	1	,114		
Fisher's Exact Test				,109	,094
Linear-by-Linear Association	2,765	1	,096		
N of Valid Cases	138				

Figura 31. Resultados comparativos de la formación de puente mesial de los molares evaluados.

5.4.2.3. *Formación puente dentinario distal de molares superiores e inferiores.*

De las 138 piezas dentales obtenidas, presentaron formación de puente distal en 122 piezas, equivalente a 88,4% y no presentaron formación en 16 piezas equivalente a 11,6%. Por tanto el puente se presentó en mayor frecuencia en un (86,3%) entre los 6 y 12 meses. Así pues, en un 49,3% se presentó a los 6 meses y en un 37,01% a los 12 meses. (Figura 32, 33 y 34).

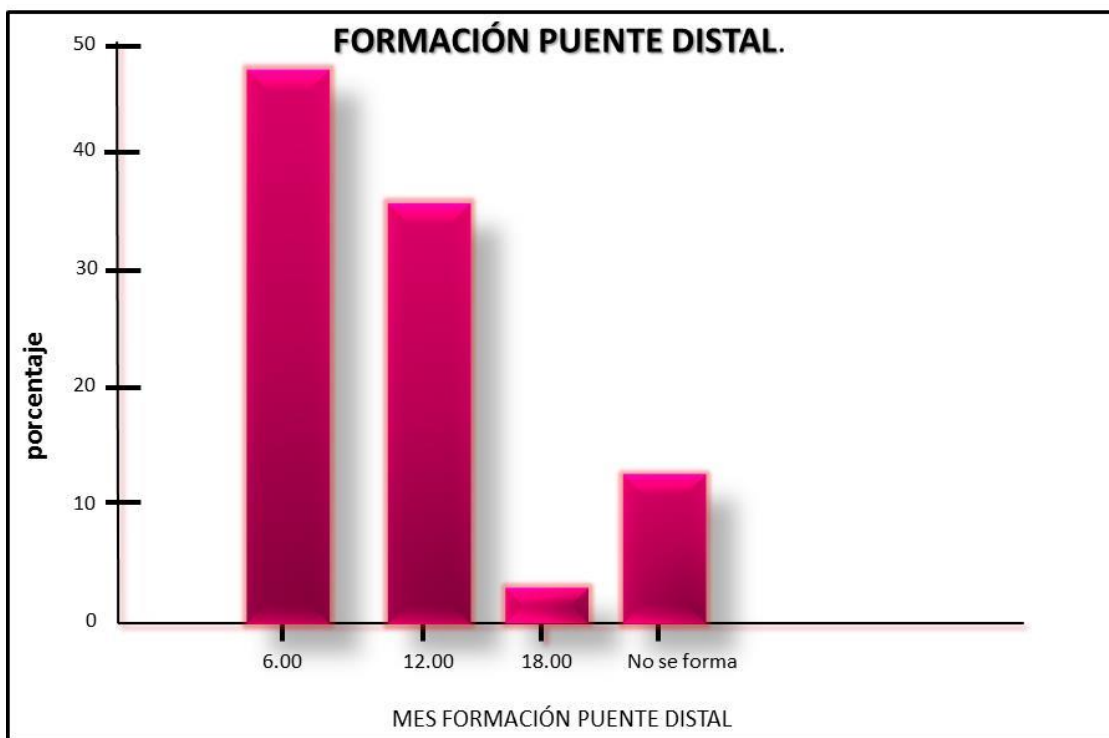


Figura 32. Gráfica resultante de la variable formación de puente dentinario en la raíz distal.



Figura 33. Imagen radiográfica obtenida 12 meses después del tratamiento con MTA blanco en la que se señala la formación del puente dentinario mesial y distal.

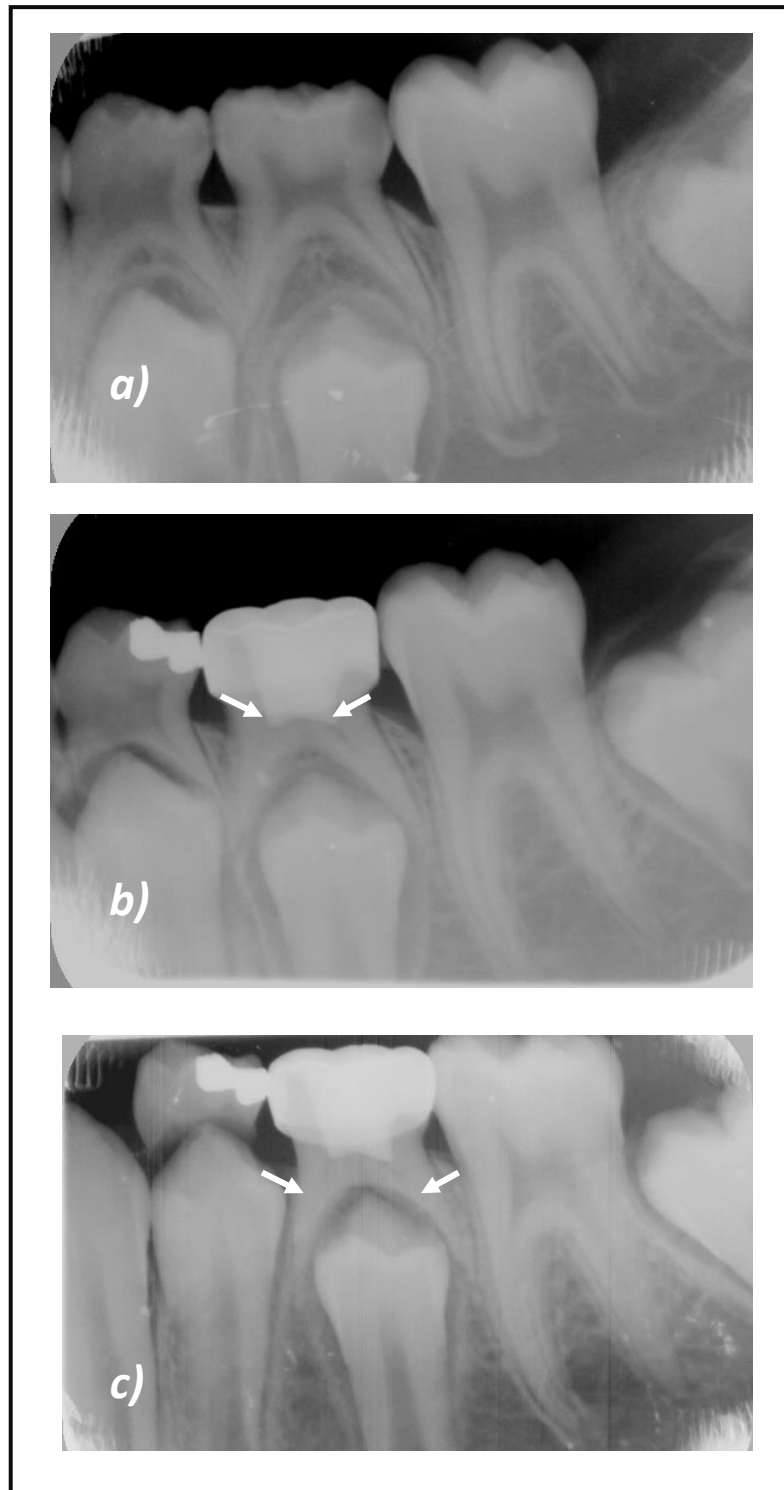


Figura 34. a) Imagen radiográfica previa al tratamiento de pulpotomía. b) Imagen radiográfica de la revisión 12 meses después del tratamiento de pulpotomía con MTA blanco. Se observa puente dentinario de los conductos radiculares. c) Imagen radiográfica a la revisión a los 18 meses. Se observa obliteración total de los conductos radiculares.

En cuanto a la formación de puente dentinario observable a nivel radiológico en los conductos distales se observa una similar formación de puentes de dentina en los pacientes tratados independientemente del rango de edad en el que se encuentran situados ( $p > 0,05$ ). (Figura 35).

**PUENTEDISTALSINO \* MAYORDE6AÑOS**

Crosstab

Count

		MAYORDE6AÑOS		Total
		NO	SI	
PUENTEDISTALSINO	SI	95	27	122
	NO	9	7	16
Total		104	34	138

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	3,561 <sup>a</sup>	1	,059		
Continuity Correction <sup>b</sup>	2,491	1	,114		
Likelihood Ratio	3,197	1	,074		
Fisher's Exact Test				,070	,062
Linear-by-Linear Association	3,535	1	,060		
N of Valid Cases	138				

Figura 35. Resultados comparativos de la formación de puente distal de los molares evaluados.



			Correlations					
			OBLITERACION SINOPALAT	OBLITERACION MESIAL	OBLITERACION DISTAL	PUNTE PALATINO	PUNTE MESIAL	PUNTE DISTAL
Spearman's rho	OBLITERACION SINOPALAT	Correlation Coefficient	1,000	,728**	,783**	,438**	,436**	,476**
		Sig. (2-tailed)		,000	,000	,001	,001	,000
		N	59	59	59	59	59	59
	OBLITERACION MESIAL	Correlation Coefficient	,728**	1,000	,745**	,340**	,468**	,504**
		Sig. (2-tailed)	,000		,000	,008	,000	,000
		N	59	138	138	59	138	138
	OBLITERACION DISTAL	Correlation Coefficient	,783**	,745**	1,000	,473**	,485**	,523**
		Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000
	N	59	138	138	59	138	138	
PUNTE PALATINO		Correlation Coefficient	,438**	,340**	,473**	1,000	,529**	,577**
		Sig. (2-tailed)	,001	,008	,000		,000	,000
		N	59	59	59	59	59	59
PUNTE MESIAL		Correlation Coefficient	,436**	,468**	,485**	,529**	1,000	,928**
		Sig. (2-tailed)	,001	,000	,000	,000		,000
		N	59	138	138	59	138	138
PUNTE DISTAL		Correlation Coefficient	,476**	,504**	,523**	,577**	,928**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	
		N	59	138	138	59	138	138

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Figura 36. Resultados de correlación r de Spearman potencial entre la obliteración y formación de puente dentinario en los distintos conductos valorados.

### 5.4.3. VALORACIÓN DEL FRACASO RADIOLÓGICO.

Tal y como se detalló en el apartado de descripción se ha considerado como existencia de fracaso radiológico cuando en alguna de las radiografías de control realizadas se observó reabsorción radicular interna. Adicionalmente esta se clasificó como reabsorción radicular interna perforada (RRIP) o reabsorción radicular interna no perforada (RRINP). La presencia de reabsorción radicular externa (RRE) así como radiolucidez en furca fueron otros de los valores de fracaso radiológico.

Obtuvimos un total de 9 casos (6,5%) de los cuales, 2 casos (1,4%) presentaba radiolucidez en furca; 1 caso (0,7%) RRINP; 4 casos (2,9%) RRIP y 2 casos (1,4%) RRE.

En cuanto a la reabsorción radicular, como hemos mencionado con anterioridad consideramos fracaso radiológico a diferencia de la literatura consultada Smith y cols. 2000<sup>65</sup>, Caicedo y cols. 2006, Holan y cols 2005<sup>6</sup>, Maroto y cols 2005<sup>220</sup>; excepto Law 1956<sup>221</sup>, Foreman y Barnes 1990<sup>222</sup>, Waterhouse y cols. 2000<sup>60</sup>, que consideran que para que exista RRINP debe haber inflamación pulpar previa. Por eso consideramos que el tratamiento no es exitoso.

Por tanto podemos concluir que se obtuvo un éxito radiológico del 93,5%, es decir 129 casos.

El mes donde se observaron con más frecuencia el fracaso radiológico es a los 18 meses (2 casos de RRE y un caso de radiolucidez en furca y 1 caso de RRI).

#### *5.4.3.1. Reabsorción radicular interna no perforada (RRINP).*

En el proceso de monitorización radiológica secuenciada, se observó únicamente un caso de RRINP en el total de la muestra, es decir lo que representaría un 0,7% del total de casos analizados, por tanto 147 casos (99,3%) no presentaron este tipo de patología.(Figura 37).



Figura 37. Gráfica resultante del fracaso radiológico reabsorción radicular interna no perforada.

#### 5.4.3.2. Reabsorción radicular interna perforada (RRIP).

Obtuvimos un total de 4 casos de reabsorción radicular interna perforada, es decir un 2,9%. Este tipo de reabsorción se considera como fracaso, pues comúnmente suele ser una evolución de la reabsorción radicular interna no perforada. Por tanto, no presentaron reabsorción radicular interna no perforada 134 casos, equivalente a un 97,1%. (Figura 38).



Figura 38. Gráfica resultante del fracaso radiológico reabsorción radicular interna perforada.

#### 5.4.3.3 Mes de aparición de la reabsorción radicular interna.

De los casos presentados, dos tuvieron lugar a los 6 meses de evolución, uno a los 12 meses, otro a los 18 meses y otro a los 36 meses.

De las 5 reabsorciones radiculares internas, en un solo 1 caso no progresó de no perforada a perforada sin embargo en cuatro casos si se observó dicho dicho progreso. (Figura 39 y 40).



Figura 39. Gráfica resultante del mes fracaso radiológico reabsorción radicular interna.

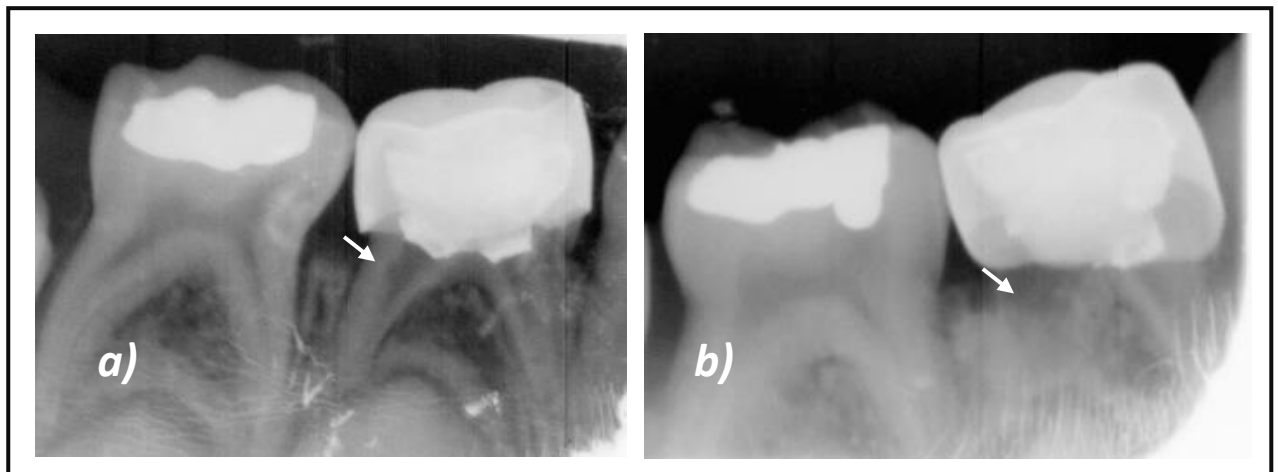


Figura 40. Imagen radiográfica de reabsorción radicular interna a los 12 meses de revisión a), y a los 18 meses de revisión b).

#### 5.4.3.4. Reabsorción radicular externa (RRE).

Obtuvimos la presencia de 2 casos, es decir un 1,4%, por tanto no presentaron reabsorción radicular externa 136 casos equivalente a un 98,55%. Dichas reabsorciones radiculares fueron observadas en el décimo octavo mes de seguimiento postoperatorio. (Figura 41,42 y 43). Dichas reabsorciones radiculares fueron observadas a los 18 meses de evolución.



Figura 41. Gráfica resultante del fracaso radiológico reabsorción radicular externa.



Figura 42. Gráfica resultante del mes fracaso radiológico reabsorción radicular externa.

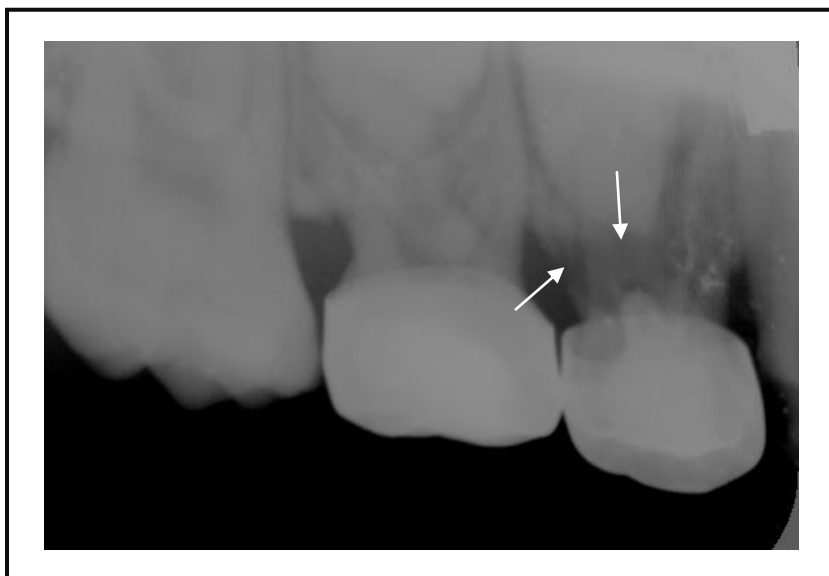


Figura 43. Imagen radiográfica de reabsorción radicular interna y externa a los 36 meses de revisión.

#### 5.4.3.5. Presencia de radiolucidez en furca.

La radiolucidez en fue presenciada en 2 casos (1,4%), por tanto 136 casos no presentaron radiolucidez, es decir, un 98,55%.

De los dos casos, uno de ellos fue observado a los 18 meses y otro a los 24 meses. (Figura 44).

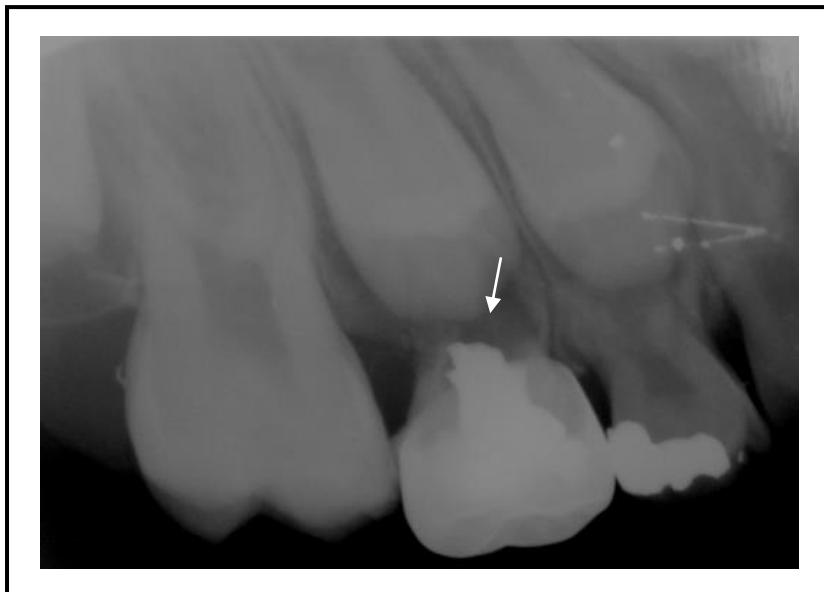


Figura 44. Presencia imagen radiolúcida.



# ***DISCUSIÓN***

---



## VI. DISCUSIÓN.

El conocer acerca del material empleado en nuestro estudio, Agregado Trióxido Mineral, polvo fino compuesto por pequeñas partículas hidrofílicas de silicato tricálcico ( $3\text{Ca Si O}_4$ ), silicato dicálcico ( $2\text{Ca SiO}_2$ ), aluminato tricálcico ( $3\text{Ca-Al}_2 \text{O}_3$ ) y óxido de bismuto ( $\text{Bi}_2 \text{O}_3$ ), así como pequeñas cantidades de otros óxidos minerales, nos lleva a la comprensión de sus propiedades físicas y químicas que les confieren. Los principales iones presentes el calcio y el fósforo fraguan en presencia de humedad entre dos y cuatro horas de su colocación. El objetivo de añadir oxido de bismuto es obtener una radiopacidad superior a la dentina.<sup>157, 158, 166</sup>

Debido al oscurecimiento observado en los dientes tratados, se redujo la fórmula ( $\text{Fe}_3 \text{O}_3$ ) y se desarrolló el MTA blanco, que a priori conserva todas las propiedades físicas y terapéuticas del MTA gris, pero que a pesar de todos los esfuerzos, al ponerse en contacto con la sangre, sigue produciendo cambio de coloración del diente.<sup>165</sup> No obstante a partir de su aparición ha sido el más usado, aunque algunos estudios como el de Agamy y cols. 2004<sup>224</sup>, indican una menor efectividad del MTA blanco frente al gris, pero con tamaño muestral de tan solo diecinueve molares en ambos materiales. Sin embargo Cardoso y cols. 2011<sup>225</sup> con una muestra de

136 molares para MTA blanco y 74 para el MTA gris, no encuentra diferencias estadísticamente significativas en su efectividad.

Los estudios que han comparado los componentes de MTA gris y blanco, han encontrado estudios contradictorios con respecto a las fases de óxido de hierro y magnesio en el gris y en el blanco.<sup>165</sup> El MTA blanco contenía una cantidad significativamente menor de óxidos de hierro, aluminio y magnesio que el MTA gris. Sin embargo otros estudios han informado de la ausencia total de óxido de hierro en el MTA blanco.<sup>165</sup>

Por tanto se ha demostrado que ambos tienen propiedades similares, es decir los osteoblastos tenían la misma reacción biocompatible en ambos tipos de MTA; tanto es así que se ha visto que cuando el MTA blanco y gris se aplicaba como agentes de pulpotomías, todas las muestras resultaban con curación de la pulpa y con la formación de un puente de tejido duro.<sup>165</sup>

Algunos estudios *in vitro*, han informado que la línea celular osteoblástica cultivadas en MTA gris se adherían y se diferenciaban mejor que las células cultivadas en MTA blanco, así como se ha demostrado que el MTA gris mostraba filtraciones significativamente menor en comparación con MTA blanco.

Otro punto que deberíamos discutir, es la diferencia entre nuestro estudio y la mayoría de los trabajos revisados en cuanto al concepto de éxito radiológico, pues la mayoría de los autores consideran éxito radiológico la presencia de reabsorción radicular interna no perforada en alguno de los controles radiológicos como Smith y cols. 2000<sup>65</sup>, Caicedo y cols. 2006<sup>219</sup>, Holan y cols. 2005<sup>6</sup> y Maroto y cols. 2005<sup>220</sup>. Por otro lado, alguno de los trabajos revisados al describir el fracaso radiológico citan únicamente la reabsorción radicular sin detallar el tipo de reabsorción aparecida tal y como describieron Sönmez y cols. en el año 2008<sup>226</sup> y Jabrarafar y cols en 2004<sup>227</sup>. Nosotros en concordancia con los estudios de Law y cols . en 1956<sup>221</sup>, Foreman and Barnes 1990<sup>222</sup> y Waterhouse y cols. 2000<sup>60</sup>, creemos que la reabsorción radicular interna es el resultado de una pulpitis crónica y puede ser progresivo hasta llegar a producirse la reabsorción radicular interna perforada, como una consecuencia de la necrosis de los tejidos pulpares presentes, como mencionaba Tronstad en 1988.<sup>228</sup> Por todo ello, la pulpotomía no debería de considerarse exitosa mientras no observemos ausencia de patología clínica y radiológica en ninguna de sus revisiones de seguimiento realizadas hasta la erupción del sucesor permanente, y erupcionado este, sin ningún trastorno en la mineralización del esmalte según Eidelman y cols. en el 2001.<sup>156</sup>

Así pues, el presente estudio considera la reabsorción radicular interna no perforada como un fracaso radiológico que aunque sea un hallazgo radiológico que inicialmente no va a requerir tratamiento, pero que debe ser controlado clínica y radiológicamente hasta la erupción del diente sucesor, pues muchas de estas reabsorciones internas van a finalizar en reabsorciones internas perforada en algún momento de su evolución.

La formación de puente dentinario, es decir, la presencia de dentina reparativa en la entrada de los conductos radiculares de los molares tratados o el fenómeno de estrechamiento, estenosis u obliteración del conducto radicular observados tras la pulpotomía con MTA, también ocurre con otros tipos de materiales y según la mayoría de los estudios esta formación de tejido reparativo se considera éxito del tratamiento, pues representa la reacción de la pulpa sana como reparación de la zona herida. <sup>45,77, 111, 229, 230</sup>

En la revisión de la literatura realizada, los tamaños muestrales empleados en dichos estudios en la que se analiza la muestra y su seguimiento clínico y radiológico, se ha considerado éxito clínico cuando no aparece ninguna sintomatología clínica como dolor, flemón, fistula o movilidad. Por otra parte se ha tomado como éxito radiológico cuando existe ausencia de reabsorción radicular interna, reabsorción radicular externa o radioloucidez en la furca, a la vez que se observa la formación de

punteo dentinario y se observa la obliteración de los canales radiculares, tal como lo hacemos en nuestro trabajo y con las premisas antes reseñadas.

Existen distintos estudios revisados que pueden ser comparados con el nuestro, si bien existen diferencias en cuanto al tamaño de la muestra y las premisas para considerar éxito radiológico. Como ya hemos mencionado anteriormente la mayoría de los autores consideran éxito radiológico aunque se detecte RRI no perforada en alguno de sus controles de seguimiento.

Existen dos estudios de referencia previos y con una metodología similar a la empleada en la presente investigación. El trabajo de Cardoso y cols. en el año 2011<sup>225</sup> realizado con 136 pulpotomías empleando MTA blanco, frente a las 138 realizadas en nuestro estudio. A diferencia del trabajo aquí presentado estos autores han omitido la reabsorción radicular interna no perforada como fuente de fracaso en el empleo de la pulpotomía con MTA. Este hecho tiene una importancia destacada y puede alterar notablemente la tasa de potenciales fracasos pudiendo sesgar potencialmente los hallazgos clínicos y la valoración objetiva del éxito del éxito/fracaso radiológico de esta técnica. El otro estudio de referencia por su tamaño muestral es el de Sushynski y cols. en 2012<sup>231</sup> con una muestra de 108 molares realizada en MTA gris a diferencia del MTA blanco que ha sido el material empleado en el presente trabajo.

El resto de los estudios <sup>6, 60, 65, 219-222, 226, 227</sup> presentan un tamaño muestral que oscila de los seis hasta los sesenta y nueve molares, aspecto que tendrá una gran importancia cuando se sume al periodo de observación contemplando en cada estudio, ya que un tamaño muestral alto y un periodo de seguimiento largo nos permitirán valorar los éxitos y fracasos de una forma verdaderamente significativa dadas las diferencias entre lo que se considera éxito clínico y radiológico.

Al analizar la siguiente variable comparativa, el seguimiento, la mayoría de los estudios están entre los seis a veinticuatro meses y tan sólo dos de ellos, Hollan y cols. 2011<sup>235</sup> y Cardoso y cols. 2011<sup>225</sup>, hacen un seguimiento mayor de los 48 meses realizado en nuestro estudio, seis meses más que el estudio de Maroto y cols. 2005<sup>220</sup> de cuarenta y dos meses. Nosotros creemos que este es un factor determinante en la veracidad de los resultados a largo plazo, dado que el éxito del 100% clínico referido por el resto de los estudios, Sakai y cols. 2009<sup>232</sup>, Moretti y cols. 2008<sup>39</sup>; Aeinehchi y cols. 2007<sup>85</sup>, Farsi y cols. 2005<sup>233</sup>, Eidelman 2001<sup>156</sup>, podría ser debido a la falta de seguimiento a más largo plazo así como la ausencia de un criterio más restrictivo en cuanto al fracaso radiológico tal y como se ha definido en líneas anteriores.

Al margen de lo expuesto de la importancia del tamaño de la muestra y del periodo de observación a corto o largo plazo, existe muy

poca variación en el porcentaje de fracaso clínico con una variabilidad entre 0,1% y el 7%, este mayor porcentaje se da en los estudios de menor tamaño de muestra.

Tan solo Agamy y cols. 2004<sup>224</sup> en su estudio de sólo diecinueve dientes pulpotomizados con MTA blanco y con un seguimiento de doce meses describe un éxito clínico y radiológico del 80%, es decir, un fracaso del 20%. En nuestro estudio, de los 138 dientes tratados tan solo hubo dos fracasos clínicos (1,4%), por flemón y movilidad, uno encontrado a los doce meses y otro a los veinticuatro meses. Por tanto el porcentaje de éxito es del 98,6%, igual al observado por Cardoso y cols. 2011<sup>225</sup> con el MTA blanco.

Teniendo en cuenta lo considerado anteriormente respecto al éxito radiológico, es decir, ausencia de RRI no perforada o perforada, RRE o radiolucidez en furca, el porcentaje de fracaso radiológico representa un 6,5% de los cuales 0,7% es por RRI no perforada, 2,9% es por RRI perforada, 1,4% es por RRE, 1,4% por radiolucidez en furca; es decir el éxito radiológico representa un 93,5% (129 casos), similar al de Ansari<sup>236</sup> (95%) e inferior al de Cardoso (97,2%) incluso aunque este último autor considera la RRI no perforada como éxito radiológico.

En cuanto a la formación de puente dentinario, de toda la revisión de la literatura realizada, sólo 10 trabajos (<sup>39, 85, 219, 220, 224, 226, 232, 237, 238</sup>)



estudian el porcentaje de formación de puente dentinario, oscilando entre el 0% encontrado por Agamy y cols. 2004<sup>224</sup> a los doce meses en las pulpotomías realizadas con MTA blanco, y el 83,3% encontrado por Cardoso y cols. 2011<sup>225</sup> a los cincuenta y cuatro meses en pulpotomías realizadas también con MTA blanco.

En nuestro trabajo hemos encontrado una media del 83,16% igual a Cardoso y cols.<sup>225</sup>, ocurriendo la mayor parte entre los seis y doce meses posterior al tratamiento de pulpotomía; puente dentinario raíz palatina 71,2%, puente dentinario raíz mesial 89,2%, puente dentinario raíz distal 88,4%.

Tan sólo Cardoso y cols.<sup>225</sup> en el mismo estudio anterior describe un porcentaje de formación de puente dentinario mayor (100%), a los cincuenta y cuatro meses en pulpotomías realizadas con MTA gris.

De igual forma ocurre con la obliteración de los canales radiculares, observada solo en nueve de los veintiuno estudios revisados, donde oscila desde el 5% descrito por Noorollahian 2008<sup>234</sup> hasta el 84% descrito por Maroto y cols.<sup>220</sup>, ambos estudiados en pulpotomías con MTA gris pero con veinticuatro meses de seguimiento en el estudio de Nooroollahian 2008<sup>234</sup> frente a los cuarenta y dos meses en el estudio de Maroto y cols.<sup>220</sup>.

En nuestro estudio, hemos observado una media del 65,56%, observando la mayor parte de las obliteraciones entre los doce y

veinticuatro meses posterior a la pulpotomía. En este sentido, hemos detectado obliteración de la raíz palatina en un 62,7% de los casos, obliteración de la raíz mesial en un 65,9%, obliteración de la raíz distal en un 68,1%, así pues, un total de 196,7%. Nuestro porcentaje del 65,56% es superior al encontrado por Hollan y cols.<sup>235</sup> (58%) e inferior al encontrado por Maroto y cols.<sup>220</sup> (84%), los demás estudios revisados que describen la obliteración encuentran valores muy inferiores, si bien el periodo de seguimiento también es muy inferior.

De un modo destacado, a pesar de la importancia que se deriva del empleo de un material en el diente temporal en cuanto a la repercusión potencial sobre el germen de formación de su sucesor, ninguno de los trabajos revisados estudia la referencia en el premolar erupcionado.

En esta línea, en el presente estudio, hemos recabado toda la información respecto a la repercusión en las piezas sucesoras. Observamos que durante los cuarenta y ocho meses en los que hemos monitorizado la erupción del diente sucesor no se han registrado ningún tipo de alteración en la mineralización de estos premolares. Esto indica que el MTA como material de empleo en las pulpotomías representa un material válido en cuanto a la no repercusión o afectación en el normal proceso de formación y depósito mineral del premolar. En cuanto a la otra variable estudiada, es decir, adelanto o retraso en su erupción, no se han observado unas

diferencias significativas entre los grupos analizados, observándose 10 casos de adelanto (22%) y 12 (24%) casos de retraso; obteniendo resultados similares al estudio de Kurji y cols. 2011<sup>80</sup> donde observaron un 66% de dientes exfoliados de los cuales el 29% sufrieron una exfoliación temprana.

# ***CONCLUSIONES***

---



## **VII. CONCLUSIONES.**

1. En el presente estudio se han observado signos de patología clínica en el tratamiento de pulpotomías de molares temporales realizadas con MTA Blanco, en únicamente 2 casos del total de la muestra estudiada (1,4%).

2. En base a la valoración de las imágenes radiológicas, se han detectado imágenes de respuesta pulpar desfavorable en 9 casos (6,5%) con radiolucidez en furca, RRIP o RRE de molares tratado con MTA Blanco presentados del total de la muestra.

3. En cada uno de los molares estudiados se ha observado la formación de dentina reparativa, manifestada radiográficamente como puentes dentinarios, en un 71,2% puente palatino, 89,9% puente mesial y 88,4% puente distal. Siendo estadísticamente no significativa la formación de puentes de dentina en pacientes tratados independientemente del rago de edad ( $p>0.05$ )

4. La formación de dentina reparativa en los conductos radiculares, con manifestaciones radiológicas de estenosis de los conductos, se observó

en un 37,3% en el conducto palatino, 65,9% en el medial y 68,1% en el distal, sin que existieran diferencias significativas ( $p>0.05$ ).

5. Los 50 premolares sucesores de los molares incorporados en la muestra de la presente investigación, que se han podido observar, no presentaron signos de alteración de color, calcificación, estructura o posición.

6. En base a los resultados clínicos y radiológicos de la presente investigación, el Agregado Trióxido Mineral (MTA) presenta un nivel de éxito clínico y radiográfico elevado, pudiendo indicarse como sustituto al formocresol en el tratamiento de pulpotomía de molares temporales sin producir patología alguna en el premolar sucesor.

# ***BIBLIOGRAFÍA***

---



## VIII. BIBLIOGRAFÍA.

1. Tuna D., Ölmez A. Clinical long- term evaluation of MTA as a direct pulp capping material in primary teeth. *Int Endod J.* 2008; 41:273-278.
2. Quesada JRB., Pizarro MC., Ballesta CG., Leache EB., Mendoza AM. *Odontopediatría.* 2ª ed. España: Elsevier; 2001.
3. Andreasen JO., Andreasen FM., Andersson L. *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth.* 4ª ed. Oxford, England: Blackwell Munksgaard; 2008.
4. Andreasen JO., Andreasen FM. *Lesiones dentarias traumáticas.* Madrid, España: Editorial Médica Panamericana; 1990.
5. Pinkham J.R., *Odontología pediátrica.* 3ª ed. México: Mc Graw- Hill Interamericana; 1999.
6. Holan G., Eidelman E., Fuks AB. Long-term Evaluation of pulpotomy in primary molars using mineral trioxide aggregate or formocresol. *Pediatr. Dent.* 2005; 27:129-136.
7. Thompson KS., Seale NS., Nunn ME., Huff G. Alternative method of hemorrhage control in full strength formocresol pulpotomy. *Pediatr. Dent.* 2001; 23: 217-222.
8. Coelho A. Pulpotomía de Dientes Deciduos con Mineral Trióxido Agregado. Caso Clínico. *Revista Portuguesa de Estomatología, Medicina Dentaria y Cirugía Maxilo Facial.* 2005; Volumen 46 núm. 2.
9. Andaw RJ., Rock WP. *Manual de odontopediatría.* 3 ed. México: Mc Graw.Hill Interamericana. 1998.
10. Morales AM., Cabañas LC., Ramos CL. Uso de formocresol diluido en dientes temporales. *Rev Cubana Estomatol.* 1998; 35:5-10.



11. Waterhouse PJ., Nunn JH., Whitworth JM. An investigation of the relative efficacy of Buckley's Formocresol and calcium hydroxide in primary molar vital pulp therapy. *Br.Dent.J.* 2000; 188:32-36.
12. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatr.Dent.* 2004; 26:115-119.
13. Llewelyn DR.UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. The pulp treatment of the primary dentition. *Int.J.Paediatr.Dent.* 2000; 10:248-252.
14. Fuks AB. Vital pulp Therapy with New Materials for Primary Teeth: New Directions and Treatment Perspectives. *Pediatr Dent.* 2008; 30: 211-219.
15. Lucea A., Echarri P. Mantenedores y recuperadores de espacio. *Ortodoncia Clínica.* 2002; 5:88-98.
16. Ranly DM., DDS. Pulpotomy therapy in primary teeth: new modalities for old rationales. *Pediatr Dent.* 1994; 16: 403-409.
17. Nunn JH., Smcaton I., Gilary J. The development of formocresol as a medicament for primary molar pulpotomy procedures. *ASDC J Dent Child.* 1996; 63:51-53.
18. Buckley JP. A rational treatment for putrescent pulps. *Dent Rev.* 1904; 18:193-197.
19. Roberts JF. Treatment of vital and non-vital primary molar teeth by one-stage formocresol pulpotomy: clinical success and effect upon age of exfoliation. *Int J Paediatr Dent.* 1996; 6:111-115.
20. Lewis B. Formaldehyde in dentistry: a review for the millennium. *J.Clin.Pediatr.Dent.* 1998; 22:167-177.
21. Witzel A. *Compendium der pathologie und Therapie der pulpkrankheiten.* Berlin.1886.
22. Teuscher G., Zander H. Preliminary report on pulpotomy. *Northwestern. Uni.D.Bull.*1938; 39:4

23. Sweet C.A. Treatment for deciduous teeth with exposed pulps. Mich State Dent Soc J. 1937; 19:131-136.
24. Sweet C.A. Procedures for treatment of exposed and pulpless deciduous teeth. JADA.1930; 17:150-153.
25. Buckley JP. The chemistry of pulp decomposition with a rational treatment for this condition and its sequela. Am Dent J. 1904; 764-771.
26. Méndez Blanco VM., Alvarez Congost C., Alvarez Brasa C. Pulpotomías en la dentición decidua: buscando alternativas. Odontología Pediátrica. 1995; 4:145-149.
27. Contreras MF., Sáez S., Bellet LJ. Pulpotomías en molares primarios. Revisión de la literatura. Odontología Pediátrica. 2007; 15:61-69.
28. Udin RD. The formocresol pulpotomy revisited: looking at alternatives. J Calif Dent Assoc. 1991; 19:27-34.
29. Massler W.A., Mausukhani N. Effects of formocresol on the dental pulp. J Dent Child. 1959; 26:277-297.
30. Doyle W.A., McDonald R.E., Mitchell DE. Formocresol versus calcium hydroxide in pulpotomy. J Dent Child. 1962; 29:86-97.
31. Berger JE. Pulp tissue reaction to formocresol and zinc oxide-eugenol. J Dent Child. 1965; 32:13-28.
32. Dankert J., Gravenmade EJ., Wemes JC. Diffusion of formocresol and glutaraldehyde through dentin and cementum. J Endod. 1976; 2:42-46.
33. Landau Mj., Johnson DC. Pulpal response to ferric sulfate in monkeys. J Dent Res.1988; 67:215.
34. Burnett S., Walker J. Comparison of ferric sulfate, formocresol, and a combination of ferric sulfate/formocresol in primary tooth vital pulpotomies: a retrospective radiographic survey. ASDC J Dent Child. 2002; 69:44-48.

35. Loh A., O'Hoy P., Tran X., Charles R., Hughes A., Kubo K. et al. Evidence-based assessment: evaluation of the formocresol versus ferric sulfate primary molar pulpotomy. *Pediatr Dent*. 2004; 26:401-419.
36. Neamatollahi H., Tajik A. Comparison of clinical and radiographic success rates of pulpotomy in molars using formocresol, ferric sulfate and mineral trioxide aggregate (MTA). *J. Dent*. 2006; 3: 6-12.
37. Magnusson B. Therapeutic pulpotomy in primary molars--clinical and histological follow-up. I. Calcium hydroxide paste as wound dressing. *Odontol Revy*. 1970; 21:415-431.
38. Schröder U. A 2-year follow-up of primary molars, pulpotomized with a gentle technique and capped with calcium hydroxide. *Scand J Dent Res*. 1978; 86:273-278.
39. Moretti ABS., Sakai VT., Oliveira TM., Fornetti APC., Santos CF., Machado MAAM. The effectiveness of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide and formocresol for pulpotomies in primary teeth. *Int Endod J*. 2008; 41:547-555.
40. Maroto EM., Barberia LE., Planells Del PP. Clinical study of mineral trioxide aggregate in pulpotomy procedures on primary molars; a 15 months pilot study. *RCOE*. 2004; 1:23-30.
41. Fidalgo TKS., Risso PA., Kuchler EC., Costa MC. Direct pulp protection with mineral trioxide aggregate (MTA) in a primary molar with successor permanent agenesis. *Rev Odontol. UNESP*. 2009; 38: 383-387.
42. Yacobi R., Kenny DJ., Judd PL., Johnston DH. Evolving primary pulp therapy techniques. *J Am Dent Assoc*. 1991; 122:83-85.
43. Elliott RD., Roberts MW., Burkes J., Phillips C. Evaluation of the carbon dioxide laser on vital human primary pulp tissue. *Pediatr.Dent*. 1999; 21:327-331.
44. Fuks AB. Terapia pulpar para dientes temporales y permanentes jóvenes y conceptos actuales en odontopediatría restauradora. 2001 [citado: 7 junio 2001]. Disponible en: dirección: <http://www.coeb.com>

45. Camp JH., Barrett EJ., Pulver F. Endodoncia Pediátrica: tratamiento endodóncico en la dentición temporal y permanente joven. En: Cohen S, Burns RC. Vías de la pulpa. 8ªed. Madrid: Mosby Elsevier; 2002.p 797-847.
46. Fuks AB., Eidelman E., Cleaton-Jones P., Michaeli Y. Pulp response to ferric sulfate, diluted formocresol and IRM in pulpotomized primary baboon teeth. J Dent Child (Chic). 1997; 64:254-259.
47. Fuks AB. Tratamiento pulpar para la dentición primaria. En: Pinkham JR, Casamassimo PS, Fields HW, McTigue DJ, Nowak A. Odontología pediátrica. 2ªed.México: Interamericana.McGraw-Hill; 1996. p. 334-347.
48. Barbería E. Terapéutica pulpar. En: Barbería E, Boj JR, Catalá M, García C, Mendoza A. Odontopediatría. 2ªed. Barcelona: Masson; 1995. p. 253-266.
49. Rodd HD., Waterhouse PJ., Fuks AB., Fayle SA., Moffat MA, British Society of Paediatric Dentistry. Pulp therapy for primary molars. Int.J.Paediatr.Dent. 2006; 16 Suppl 1:15-23.
50. Gonzalez Rodriguez E., Ruiz Linares M. Diagnóstico y tratamiento en dentición temporal. En: Boj JR, Catalá M, García-Ballesta C, Mendoza A. Odontopediatría. 1ª ed. Barcelona: Masson; 2004 p.173-183.
51. Fernandez Delgado FJ., López Trujillo JM., Vallejo Bolaños E. Alternativas a la pulpotomía con formocresol en odontopediatría. Quintessence . 2001; 14:385-392.
52. American Academy of Paediatric Dentistry. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. Pediatr Dent. 2005-2006; 130-134.
53. Bellet L., Villarino F., Rivas I., Broch S., Sáez S., Martínez P, et al. Estudio comparativo entre MTA y sulfato férrico en pulpotomías de molares temporales: resultados preliminares. Dendum. 2004; 4:50-54.
54. American Academy of Pediatric dentistry. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent tooth. Pediatr Dent 2004; 26 :115-119.

55. JR Boj, M.Catalá., C.García-Ballesta., A.Mendoza, P. Planells, Odontopediatría., 2ª ed . España: RIPANO; 2010.
56. Hayashi Y. Ultrastructure of initial calcification in wound healing following pulpotomy. J Oral Pathol. 1982; 11:174-180.
57. Barbería LE. Terapéutica pulpar .Odontopediatría .2ª ed. España: Masson. 2001.
58. Kupietzky A., Holan G. Treatment of crown fractures UIT pulp exposure in primary incisors. Pediatr. Dent. 2003; 25: 241-247.
59. Waterhouse PJ., Nunn JH., Whiworth JM., Soames JV. Primary molar pulp therapy-histological evaluation of failure. Int J Paediatric Dent. 2000; 10: 313-321.
60. Gartner AH., Dorn SO. Advances in endodontic surgery. Deant Clin North Am. 1992; 36: 357-378.
61. Patchett CL.,Srinivasan V.,Waterhouse PJ. Is there life after Buckley's formocresol? Part II - Development of a protocol for the management of extensive caries in the primary molar. Int.J.Paediatr.Dent. 2006; 16:199-206.
62. Lasala A. Formaldehído, Endodoncia. 3ª ed. México: Salvat reimpresión.1983.
63. Soria HMA. Comparación mutagénica y genotóxica de formocresol, cresol, formaldehído y glutaraldehído. Acta Pediátrica Mexicana. 2005; 26: 190-195.
64. Kimberly S., Thompson MS., Seale S., Numm M., Huff G. Alternative method of hemorrhage control in full strength. Pediatr Dent.2001; 23: 217-222.
65. Smith NL, Seale NS., Nunn ME. Ferric sulfate pulpotomy in primary molars: A retrospective studio. Pediatr Dent. 2000; 22:192-199.
66. Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of glutaraldehyde pulpotomies in primary teeth. Acta Odontológica Pediátrica. 1983;4:41-44.
67. Heiling J., Yates J., Siskin M., Mcknight J., Turner J. Calcium Hydroxide pulpotomy for primary teeth: a clinical study. J Am Dent Assoc. 1984; 108:775-778.

68. Fuks A.B., Holan G., Davis J.M., Eidelman E. Ferric sulfate versus dilute formocresol in pulpotomized primary molars: long term follow up. *Pediatric Dent.*1997;19:327-330.
69. Lee S., Monsef M., Torabinejad M. Sealing ability of a Mineral Trioxide Aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod.* 1993;19:541-544.
70. Haghgoo R., Abbasi F. Clinical and radiographical success of pulpotomy with mineral trioxide aggregate compared with formocresol in primary molars. *Dental Journal of Shaid Beheshti University of Medical Sciences.* 2008; 26: 340-350.
71. Fuks AB., Bimstein E., Bruchim A. Radiographic and histologic evaluation of the effect of two concentrations of formocresol on pulpotomized primary and young permanent teeth in monkeys. *Pediatr Dent.*1983; 3:321-324.
72. McDonald RE., Avery DR. *Odontología pediátrica y del adolescente.* 6ª ed. Madrid: Harcourt Brace; 1998.
73. Garcia Godoy F., Novakovic DP., Carvajal, IN. Pulpar response to different application times of formocresol. *J Pedod.* 1982; 6:176-193.
74. Rusmah M., Rahim ZH. Diffusion of buffered glutaraldehyde and formocresol from pulpotomized primary teeth. *ASDC J Dent Child.* 1992; 59:108-110.
75. Myers DR., Shoaf HK., Dirksen TR., Pashley DH., Whitford GM., Reynolds KE. Distribution of <sup>14</sup>C-formaldehyde after pulpotomy with formocresol. *J Am Dent Assoc.* 1978; 96:805-813.
76. Pruhs R.J., Olen GA., Sharma PS. Relationship between formocresol pulpotomies on primary teeth and enamel defects on their permanent successors. *J Am Dent Assoc.* 1977; 94:698-700.
77. Fernandez H., Mendoza A., Solano E. Pulpotomía: estudio comparativo entre glutaraldehido al 4% y formocresol al 20% en dientes temporales vitales. *Odontol Pediatr.* 2000; 8:19-25.
78. Messer LB., Cline JT., Korf NW. Long term effects of primary molar pulpotomies on succedaneous bicuspid. *J Dent Res.* 1980; 59:116-123.

79. Kurji ZA., Sigal MJ., Andrews P., Titley K. A retrospective study of a modified 1-minute formocresol pulpotomy technique part 2: effect on exfoliation times and successors. *Pediatr Dent.* 2011; 33:139-143.
80. Kurji ZA., Sigal MJ., Andrews P., Titley K. A retrospective study of a modified 1-minute formocresol pulpotomy technique part 1: clinical and radiographic findings. *Pediatr Dent.* 2011; 33:131-138.
81. Ketley CE., Goodman JR. Formocresol toxicity: is there a suitable alternative for pulpotomy of primary molars?. *Int J Paediatr Dent.* 1991; 2:67-72.
82. Swenberg JA., Kerns WD., Mitchell RI. Induction of squamous cell carcinomas of the rat nasal cavity by inhalation exposure to formaldehyde vapor. *Cancer Research.* 1980; 40: 3398-3402.
83. Mitchell PJ., Pitt Ford TR., Torabinejad M., McDonald F. Osteoblast biocompatibility of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials.* 1999 ; 20:167-173.
84. Srinivasan V., Patchett CL., Waterhouse PJ. Is there life after Buckley formocresol Part 1: a narrative review of alternative interventions and materials. *Int J Paediatr Dent.* 2006; 16: 117- 127
85. Aeinehchi M., Dadvand S., Fayazi S. Randomized controlled trial of mineral trioxide aggregate and formocresol for pulpotomy in primary molar teeth. *Int Endod J.* 2007; 40:261-267.
86. Sonmez D., Saziye S., Cetinbas T. A comparison of four pulpotomy techniques in primary molars: A Long- term Follow-up. *J Endod.* 2008; 34: 950-955.
87. Waterhouse PJ. "New Age" Pulp Therapy: Personal Thoughts on Hot Debate. *Pediatr Dent.* 2008; 30:247-252.
88. Salako N., Joseph B., Ritwik P., Salomen J., John P., Junaid TA. Comparison of bioactive glass, mineral trioxide aggregate, ferric sulfate, and formocresol as pulpotomy agents in rat molar. *Dent Traumatol.* 2003; 19:314-320.

89. Zarzar PA., Rosenblatt A., Takahashi CS., Takeuchi PL., Costa LA. Formocresol mutagenicity following primary tooth pulp therapy: an in vivo study. *J Dent.* 2003; 31:474-485.
90. Koh ET., McDonald F., Pitt Ford TR., Torabinejad M. Cellular response to Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod.* 1998; 24: 543-547.
91. Vargas KG., Packham B. Radiographic success of ferric sulfate and formocresol pulpotomías in relation to early exfoliation. *Pediatr Dent.* 2005; 27:233-237.
92. Casas MJ., Kenny DJ., Judd PL., Johnston DH. Do We Still Need Formocresol in Pediatric Dentistry. *J Can Dent Assoc.* 2005; 7: 749-751.
93. Fava L., Saunders W. Calcium Hydroxyde pastes: Classification and clinical indications. *Int Endod J.* 1999; 32:257-282.
94. Fava LRG., Saunders WP. Calcium Hydroxide pastes. Classification and clinical indications. *REVIEW Endodontic Practice, Sao Paulo, Brazil.* And.1999; 257-269.
95. Mani SA., Chawla HS., Tewari A., Goyal A. Evaluation of calcium hydroxide and zinc oxide eugenol as root canal filling materials in primary teeth. *ASDC J Dent Child (Chic).* 2000; 67:142-147.
96. Verde S. Aplicaciones del hidróxido de calcio en la terapia endodóntica. 1997 [citado 1997] Disponible en : [www.endodental.ucv.com](http://www.endodental.ucv.com).
97. Holland R., Gonzalez AC., Sousa V., Nery MJ., Bernabé PFE., Obotoni JA. Recambio del hidróxido de calcio después de la pulpotomía y su influencia en la reparación. Estudio histológico en dientes de monos. *Endodoncia* 1999; 17:35-45.
98. Waterhouse PJ. Formocresol and alternative primary molar pulpotomy medicaments: a review. *Endod Traumatol.* 1995; 11: 157-162.
99. Fallahinejad GM., Mirkarimi M., Vatanpour M., Kharrazi Fard MJ. Comparison of pulpotomy with formocresol and MTA in primary molars: a systematic review and meta-analysis. *Iran Endod.* 2008; 3:45-49.



100. Rodrigues CHAC., Czlusniak GD. The use of Mineral trioxide aggregate en primary teeth pulpotomies: case report. UePG Ci.Biol. Saúde, Ponta Grossa. 2003; 9: 21-27.
101. Calatayud J., Casado I., Álvarez C. Análisis de los estudios clínicos sobre la eficacia de la técnicas alternativas al formocresol en las pulpotomías de dientes temporales. Av. Odontoestomatol. 2006; 22: 229-239.
102. Koch.G, Modere T., Poulsen S., Rasmussen P. Odontopediatría: Enfoque Clínico.1ª ed. Buenos aires: Médica Panamericana.1994.
103. Doyle W.A, McDonald R.E, Mitchell DE. Formocresol versus calcium hydroxide in pulpotomy. J Dent Child. 1962; 29:86-97.
104. Fucks AB. Tratamiento de la pulpa para las denticiones primaria y permanente juvenil. Dent Clin North Am. 2000; 3:625-651.
105. Yamamura T. Differentiation of pulpal cells and inductive influences of various matrices with reference to pulpal wound healing.J Dent Res.1985; 64 Spec Nº:530-540.
106. Estrela C., Sydney GB., Pesce HF., Felipe O Jr. Dentinal difusion of hydroxyl ions of various calcium hidroxide paste. Brazil Dent J. 1995; 6:5-9.
107. Siqueira J., Lopes H. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide. Int Endod J.1999; 32:361-369.
108. Ranly DM., Horn D. Assessment of the systemic distribution and toxicity of formaldehyde following pulpotomy treatment: Part II. ASDC J Dent CHILD. 1987; 54: 40-44.
109. Hannah DR. Glutaraldehyde and calcium hidroxide. A pulp dressing material. Br. Dent J. 1972; 21: 227-231.
110. Cameron., Widmer R. Tratamiento Pulpar para los Dientes Primarios y Permanentes Jóvenes. Manual de Odontología Pediátrica. 1ª ed. España: Mosby; 2000.

111. Ranly DM., Garcia GF. Current and potencial pulp therapies for primary and young permanent teeth. J Dent .2000; 28:153-161.
112. Wemes JC., S´ Gravenmade EJ. Glutaraldehyde: neew fixative en endodontics. J Dent. 1973; 52: 601.
113. Llewelyn DR. The pulp treatment of the primary dentition. Int. J Pediatric. Dent 2000; 10: 246-252.
114. Ranly DM. Assessment of the systemic distribution and toxicity of glutaraldehyde following pulpotomy treatment. J Dent Child. 1985; 52: 431-434.
115. Tsai TP., Su HL., Tseng LH. Glutaraldehyde preparations and pulpotomy in primary molars. Oral Surg. 1993; 76: 346-350.
116. Gutierrez SR. Estudio comparativo del uso de óxido de zinc y eugenol reforzado vs. Sulfato Ferroso como apósitos pulpares para el tratamiento de pulpotomía en dientes deciduos. Medicina Oral. 2003; 5:. 5-12.
117. Christensen GL, Christensen R. Astringedent by ultradent. Clin Res. Ass Newsletter. 1979; 3:2.
118. Fei Al., Udin RD., Johnson R. A Clinical study of Ferric sulfate as a pulpotomy agent in primary teeth. Peditr Dent. 1991; 13:327-332.
119. Fuks AB., Holan G., Davis JM., Eidelman E. Ferric sulfate versus dilute formocresol in pulpotomized primary molars: long-term follow up. Pediatr Dent. 1997; 19:3273-3230.
120. Casas MJ., Kenny DJ., Johnson DH., Judd PL., Layug MA. Outcomes of Vital Primary Incisor Ferric Sulfate Pulpotomy and Root Canal, Therapy. J Can Dent Assoc. 2004; 70: 34-38.
121. Ranly DM. Pulpotomy therapy in primary teeth:new modalities for old rationales. Pediatr Dent. 1994; 16:403-409.
122. Mansukhani N. Pulpal reactions to formocresol. Master´s thesis. Urbana, College of Dentistry, University of Illinois, 1959.

123. Ibricevic H., Al-Jame Q. Ferric sulfate as pulpotomy agent in primary teeth: twenty month clinical follow-up. *J Clin Pediatr Dent.* 2000; 24:269-272.
124. Hadder A., Agamy. Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp-capping agents in pulpotomized primary teeth. *Pediatr Dent.* 2004; 26:302-309.
125. Rosendahl R., Weinert-Grodd A. Root canal treatment of primary molars with infected pulps using calcium hydroxide as a root canal filling. *J Clin Pediatr Dent.* 1995; 19:255-258.
126. García-Godoy F. Evaluation of a iodoform paste in root canal therapy for infected primary teeth. *J Dent Child (Chic).* 1987; 54:30-34.
127. Cátedra de Odontología Pediátrica. Facultad de Odontología. Conceptos básicos en Odontología Pediátrica. Universidad Central de Venezuela. Disinlimed: Caracas. 1996.
128. Strange DM., Seale NS., Nunn ME., Strange M. Outcome of formocresol/ZOE subbase pulpotomies utilizing alternative radiographic success criteria. *Pediatr Dent.* 2001; 23:331-336.
129. Campos Q.I, LLamosas et al. Evaluación de la biocompatibilidad del cemento Portland implantado en tejido conectivo subepitelial de ratas. *Revista ADM fes. Iztacala.* 2003; 9: 45-50.
130. Zavaleta-de la Huerta D., España-Tost AJ., Berini-Aytés L., Gay-Escoda C. Aplicaciones del láser Nd:YAG en Odontología. *RCOE.* 2004; 9:539-545.
131. Oltra-Arimon D., España Tost AJ., Berini-Aytes L., Gay-Escoda C. Aplicaciones del láser de baja potencia en Odontología. *RCOE.* 2004; 9:517-524.
132. García-Ortiz de Zárate F., España Tost AJ., Berini-Aytés L., Gay-Escoda C. Aplicaciones del láser de CO<sub>2</sub> en Odontología. *RCOE.* 2004; 9:567-576.
133. Yamamoto H., Ooya K. Potencial of yttrium-aluminum-garnet laser in caries prevention. *J Oral Pathol.* 1974; 3:7-15.

134. Wigdor H., Walsh J Jr., Featherstone J., Visuri S., Fired D., Waldvogel J. Laser in dentistry. *Lasers Surg Med.* 1995; 16:103-133.
135. Revilla-Gutierrez V., Aranabat-Dominguez J., España-Tost AJ., Gay-Escoda C. Aplicaciones de los láser de Er:YAG y de Er,Cr:YSGG en Odontología. *RCOE.* 2004; 9:551-562.
136. Sulewski JG. Historical survey of laser dentistry. *Dent Clin North Am.* 2000; 44:717-752
137. España-Tost AJ, Arnabat J, Berini-Aytés, Gay-Escoda C. Aplicaciones del láser en odontología. *RCOE.* 2004; 9:497-511.
138. España AJ., Velasco V., Gay C., Berini L., Arnabat Y. Aplicaciones del láser CO2 en odontología. Madrid: Argón; 1995.
139. Kinoshita J., Kimura Y., Matsumoto K. Comparative study of carious dentin removal by Er,Cr:YSGG laser and Carisolv. *J Clin Laser Med Surg.* 2003; 21:307-315.
140. Kreisler M., Kohen W., Beck M y cols. Efficacy of NaOCl/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> irrigation and GaAlAs laser in decontamination root canals in vitro. *Laser Surg Med.* 2003; 32:189-196.
141. Mier M. Laserterapia y sus aplicaciones en Odontología. *Práctica Odontológica.* 1989; 10:9-16.
142. Basford JR. Low intensity laser therapy. Still not an established clinical tool. *Lasers. Surg Med.* 1995; 16:331-342.
143. Auderman I. Indications for use of electrosurgery in pedodontics. Symposium on electrosurgery. *Dent Clin N Am.* 1982; 26:711-728.
144. Mack RB., Dean JA. Electrosurgical pulpotomy; a retrospective human study. *J Dent Child (Chic).* 1993; 60:107-114.
145. Dean JA., Mack Fulkerson BT., Sanders BJ. Comparison of electrosurgical and formocresol pulpotomy procedures in children. *Int J Paediatr Dent.* 2002; 12:177-182.

146. Ingle JI, Bakland LK. Endodoncia. 5<sup>a</sup> ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2004.
147. Oztas N., Ulusu T., Pygur T., Cokpeikin F. Comparison of electro surgery and formocresol as pulpotomy techniques in dog primary teeth. *Pediatr Dent* 1994; 18:285-289.
148. Shayegan A., Petein M., Abbeele AV. Beta-Tricalcium phosphate, white mineral trioxide aggregate, white apotland cement, ferric sulfate, and formocresol used as pulpotomy agents in primary pig teeth. *Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 105:536-542.
149. Camilleri J. The chemical composition of mineral trioxide aggregate. *J Conserv Dent.* 2008; 11: 141-143.
150. Srinivasan V., Waterhouse P., Whitworth J. Mineral trioxide aggregate in paediatric dentistry. *Int J Paediatr Dent.* 2009; 19:34-47.
151. Pitt Ford TR., Mannocci F., Woolford M. Survey on the teaching and use of mineral trioxide aggregate in UK dental schools. *Eur J Dent Educ.* 2007 ;11:155-159.
152. Santos AD., Moraes JC., Araujo EB., Yukimitu K., Valerio Filho WV. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *Int Endod J.*2005; 38:443-447.
153. Roberts HW., Toth JM., Berzins DW., Charlton DG. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: A review of the literature. *Dent Mater.* 2008; 24:149-164.
154. Torabinejad M., White DJ. Tooth filling material and use. US Patent number 5,769,638.
155. Buckley JP: The chemistry of pulp decomposition, with a rational treatment for this condition and its sequelae. *Am Dent J.* 1904; 3:764-771.

156. Eidelman E., Holan G., Fuks AB. Mineral trioxide aggregate vs. formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report. *Pediatr Dent.* 2001; 25: 97-102.
157. Schmitt D, Lee J, Bogen G. Multifaceted use of ProRoot MTA root canal repair material. *Pediatr Dent.* 2001; 23: 326-30.
158. Torabinejad M., Hong CU., McDonald F., Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod.* 1995; 21:349-353.
159. Dammaschke T., Gerth HUV., Züchner H., Schäfer E. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dent Mater.* 2005; 21:731-738.
160. Fridland M., Rosado R. MTA solubility: A long term study. *J Endod.* 2005; 31:376-379.
161. Wucherpfennig AL., Gren DB et al. "Mineral Trioxide vs. Portland Cement: Two Biocompatible Filling Material's J. Tufts School of Dental Medicine. 1999; 25: 308.
162. Hargreaves, K.M. , Cohen, S. , Berman, L.H. Segunda Parte. *Vías de la pulpa.* 9ª ed. Barcelona: Elsevier Mosby. 2008.
163. Camp JH. Diagnosis dilemmas in vital pulp therapy: Treatment for the toothache is changing, especially in young, immature teeth. *Pediatr Dent.* 2008; 30:197-205.
164. Nekoofar MH., Adusei G., Sheykhrezae MS., Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PM. The effect of condensation pressure on selected physical properties of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2007; 40:453-461.
165. Ribeiro DA., Matsumoto MA., Duarte MA., Marques ME., Salvadori DM. Ex vivo biocompatibility tests of regular and white forms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2006; 39:26-30.

166. Torabinejad M., Hong CU., Lee SJ., Monsef M., Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate as root end filling material. *J Endod.* 1995; 21:603-608.
167. Witherspoon DE., Small JC., Harris GZ. Mineral trioxide aggregate pulpotomies, a case series outcomes assessment. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137:1214-1216.
168. Chaple AM., Herrero Herrera L. Generalidades del agregado de trióxido mineral (MTA) y su aplicación en odontología: Revisión de la literatura. *Acta Odontol Venez.* 2007; 45:467-472.
169. Torabinejad M., Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1999; 25:197-205.
170. 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 Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 102:809-815.
171. Torabinejad M., Hong CU., Pitt Ford TR., Kettering JD. Antibacterial effects of some root end filling materials. *J Endod.* 1995; 21:403-406.
172. Torabinejad M., Rastegar AF., Kettering JD., Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod.* 1995; 21:109-112.
173. De Vasconcelos BC., Bernardes RA., Cruz SM., Duarte MA., Padilha Pde M., Bernardineli N, et al. Evaluation of pH and calcium ion release of new root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108:135-139.
174. Shah PM., Chong BS., Sidhu SK., Ford TR. Radiopacity of potential root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996; 81:476-479.

175. Schwartz RS., Mauger M., Clement DJ. Walker WA,3rd. Mineral trioxide aggregate: A new material for endodontics. J Am Dent Assoc. 1999; 130:967-975.
176. Islam I., Chng HK., Yap AU. X-ray diffraction analysis of mineral trioxide aggregate and portland cement. Int Endod J. 2006; 39:220-225.
177. Miñana-Gómez M. El agregado de trióxido mineral (MTA) en endodoncia. RCOE. 2002; 7:283-289.
178. Torabinejad M., Smith PW., Kettering JD., Pitt Ford TR. Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. J Endod. 1995; 21:295-299.
179. Fridland M., Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. J Endod. 2003; 29:814-817.
180. Camilleri J. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. Int Endod J. 2008; 41:408-417.
181. Camilleri J. Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. Int Endod J. 2007; 40:462-470.
182. Ward J. Vital pulp therapy in cariously exposed permanent teeth and its limitations. Aust Endod J. 2002; 28:29-37.
183. Tang HM, Torabinejad M, Kettering JD. Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin. J Endod. 2002 ; 28:5-7.
184. Andreasen JO., Farik B., Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. Dent Traumatol. 2002; 18:134-137.
185. Sipert CR., Hussne RP., Nishiyama CK., Torres SA. In vitro antimicrobial activity of fill canal, sealapex, mineral trioxide aggregate, portland cement and EndoRez. Int Endod J. 2005; 38:539-543.
186. Al-Hezaimi K., Al-Shalan TA., Naghshbandi J., Oglesby S., Simon JH., Rotstein I. Antibacterial effect of two mineral trioxide aggregate (MTA) preparations against



- enterococcus faecalis and streptococcus sanguis in vitro. J Endod. 2006; 32:1053-1056.
187. Eldeniz AU., Hadimli HH., Ataoglu H., Orstavik D. Antibacterial effect of selected root-end filling materials. J Endod. 2006; 32:345-349.
188. Nandini S., Ballal S., Kandaswamy D. Influence of glass-ionomer cement on the interface and setting reaction of mineral trioxide aggregate when used as a furcal repair material using laser raman spectroscopic analysis. J Endod. 2007; 33:167-172.
189. Ballal S., Venkateshbabu N., Nandini S., Kandaswamy D. An in vitro study to assess the setting and surface crazing of conventional glass ionomer cement when layered over partially set mineral trioxide aggregate. J Endod. 2008; 34:478-480.
190. Camilleri J., Pitt Ford TR. Mineral trioxide aggregate: A review of the constituents and biological properties of the material. Int Endod J. 2006; 39:747-754.
191. Kettering JD., Torabinejad M. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. J Endod. 1995; 21:537-542.
192. Perez AL., Spears R., Gutmann JL., Opperman LA. Osteoblasts and MG-63 osteosarcoma cells behave differently when in contact with ProRoot MTA and white MTA. Int Endod J. 2003; 36:564-570.
193. Koulaouzidou EA., Economides N., Beltes P., Geromichalos G., Papazisis K. In vitro evaluation of the cytotoxicity of ProRoot MTA and MTA angelus. J Oral Sci. 2008; 50:397-402.
194. Haglund R., He J., Jarvis J., Safavi KE., Spangberg LS., Zhu Q. Effects of root-end filling materials on fibroblasts and macrophages in vitro. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003; 95:739-745.

195. Huang TH, Yang CC, Ding SJ, Yeng M, Kao CT, Chou MY. Inflammatory cytokines reaction elicited by root-end filling materials. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2005 ;73:123-128.
196. Koh ET., Torabinejad M., Pitt Ford TR., Brady K., McDonald F. Mineral trioxide aggregate stimulates a biological response in human osteoblasts. *J Biomed Mater Res.* 1997; 5;37:432-439.
197. Thomson TS., Berry JE., Somerman MJ., Kirkwood KL. Cementoblasts maintain expression of osteocalcin in the presence of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2003; 29:407-412.
198. Bonson S., Jeansonne BG., Lallier TE. Root-end filling materials alter fibroblast differentiation. *J Dent Res.* 2004; 83:408-413.
199. Takita T., Hayashi M., Takeichi O., Ogiso B., Suzuki N., Otsuka K, et al. Effect of mineral trioxide aggregate on proliferation of cultured human dental pulp cells. *Int Endod J.* 2006; 39:415-422.
200. Moretton TR., Brown CE,Jr., Legan JJ., Kafrawy AH. Tissue reactions after subcutaneous and intraosseous implantation of mineral trioxide aggregate and ethoxybenzoic acid cement. *J Biomed Mater Res.* 2000; 52:528-533.
201. Masuda YM., Wang X., Hossain M., Unno A., Jayawardena JA., Saito K, et al. Evaluation of biocompatibility of mineral trioxide aggregate with an improved rabbit ear chamber. *J Oral Rehabil.* 2005; 32:145-150.
202. Regan JD., Gutmann JL., Witherspoon DE. Comparison of diaket and MTA when used as root-end filling materials to support regeneration of the periradicular tissues. *Int Endod J.* 2002; 35:840-847.
203. Economides N., Pantelidou O., Kokkas A., Tziafas D. Short-term periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate (MTA) as root-end filling material. *Int Endod J.* 2003; 36:44-48.
204. Apaydin ES., Shabahang S., Torabinejad M. Hard-tissue healing after application of fresh or set MTA as root-end-filling material. *J Endod.* 2004; 30:21-24.

205. Baek SH., Plenk H,Jr., Kim S. Periapical tissue responses and cementum regeneration with amalgam, SuperEBA, and MTA as root-end filling materials. *J Endod.* 2005; 31:444-449.
206. Ham KA., Witherspoon DE., Gutmann JL., Ravindranath S., Gait TC., Opperman LA. Preliminary evaluation of BMP-2 expression and histological characteristics during apexification with calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2005; 31:275-279.
207. Kitamura C., Ogawa Y., Morotomi T., Terashita M. Differential induction of apoptosis by capping agents during pulp wound healing. *J Endod.* 2003; 29:41-43.
208. Menezes R., Bramante CM., Letra A., Carvalho VG., Garcia RB. Histologic evaluation of pulpotomies in dog using two types of mineral trioxide aggregate and regular and white portland cements as wound dressings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004; 98:376-379.
209. Walker MP., Diliberto A., Lee C. Effect of setting conditions on mineral trioxide aggregate flexural strength. *J Endod.* 2006; 32:334-336.
210. Camilleri J. Characterization and chemical activity of portland cement and two experimental cements with potential for use in dentistry. *Int Endod J.* 2008; 41:791-799.
211. Bogen G., Kim JS., Bakland LK. Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: An observational study. *J Am Dent Assoc.* 2008; 139:305-315.
212. Asgary S., Eghbal MJ., Parirokh M., Ghanavati F., Rahimi H. A comparative study of histologic response to different pulp capping materials and a novel endodontic cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106:609-614.
213. Shayegan A., Petein M., Vanden Abbeele A. The use of beta-tricalcium phosphate, white MTA, white portland cement and calcium hydroxide for direct pulp capping of primary pig teeth. *Dent Traumatol.* 2009; 25:413-419.

214. Abbasipour F., Rastqar A., Bakhtiar H., Khalilkhani H., Aeinehchi M., Janahmadi M. The nociceptive and anti-nociceptive effects of white mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2009; 42:794-801.
215. O'Sullivan SM., Hartwell GR. Obturation of a retained primary mandibular second molar using mineral trioxide aggregate: A case report. *J Endod.* 2001; 27:703-705.
216. Bellet LJ., Guinot F., Arregui M. Aplicaciones clínicas del MTA en odontopediatría. *Dentum* . 2006; 6: 96-102.
217. Kim E, Jou YT. A supernumerary tooth fused to the facial surface of a maxillary permanent central incisor: Case report. *J Endod.* 2000; 26:45-48.
218. Organización Mundial de la Salud. Encuestas de salud bucodental. Métodos básicos. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. p.14-41.
219. Caicedo R., Alongi DJ., Sarkar NK. Treatment-dependent calcium diffusion from two sealers through radicular dentine. *Gen Dent.* 2006; 54:178-181.
220. Maroto M., Barberia E., Planells P., Garcia godoy F. Dentin bridge formation after mineral trioxide aggregate (MTA) pulpotomies in primary teeth. *Am J Dent.* 2005. 18: 151-154.
221. Law DB . An evaluation of vital pulpotomy technique. *J Dent Child (Chic).* 1956; 23: 40-44.
222. Foreman PC., Barnes IE. Review of calcium hydroxide. *Int Endod J.* 1990; 23: 283- 297.
223. Leory R., Cecere S.,Lesaffre E. Declerck D. Variability in permanent tooth emergence sequences in flemish children. *Eur J Oral Sci.* 2008; 116: 11-17.
224. Agamy HA., Bakry NS., Mounir MM., Avery DR. Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp-capping agents in pulpotomized primary teeth. *Pediatr Dent.* 2004; 26:302-309.

225. Cardoso S.C., Barberia E., Maroto M., Garcia –Godoy F. Clinical study of Mineral trioxide Agregate in primary molars. Comparison between Grey and White MTA- A long term follow –up (84 months) J. Dent. 2011; 39:187-193.
226. Sönmez D., Durutürk L. Ca(OH)<sub>2</sub> pulpotomy in primary teeth. Part I: internal resorption as a complication following pulpotomy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008; 106:94-98.
227. Jabbarifar SE., Khademi A., Ghasemi D. Success rate of formocresol pulpotomy versus mineral trioxide aggregate in human primary molar tooth. J Res Med Sci. 2004; 6: 304-307.
228. Tronstad L .Root resoption- aetiology, terminology and clinical manifestation. Endod and Dent traumatol. 1988; 4: 241-252.
229. Saad AY. Pulp: part 1 nerves an nerve endings, part 2 blood vessels and lymphatics. J Pedod.1989; 13:89-107.
230. Fadavi S., Anderson AW., Punwani IC. Freeze-dried bone in pulpotomy procedures in monkey. J Pedod. 1989; 13: 108-121.
231. Sushynski JM., Zealand CM., Botero TM., Boynton JR., Majewski RF., Shelburne CE., Hu JC..Comparison of gray mineral trioxide aggregate and diluted formocresol in pulpotomized primary molars: a 6- to 24-month observation. Pediatr Dent. 2012 ; 34:120-128.
232. Sakai VT, Moretti AB, Oliveira TM, Fornetti AP, Santos CF, Machado MA, et al. Pulpotomy of human primary molars with MTA and Portland cement: a randomised controlled trial. Br Dent J. 2009; 207:E5.
233. Farsi N., Alamoudi N., Balto K., Mushayt A. Success of mineral trioxide aggregate in pulpotomized primary molars. J Clin Pediatr Dent. 2005 ;29: 307-312.
234. Noorollahian H. Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp medicaments for pulpotomies in primary molars. Br Dent J .2008; 204: E20.

235. Holland R., de Souza V., Murata SS., Nery MJ., Bernabé PF., Otoboni Filho JA., Dezan Júnior E. Healing process of dog dental pulp after pulpotomy and pulp covering with mineral trioxide aggregate or Portland cement. *Braz dent J.* 2001; 12: 109-113.
236. Ansari G., Ranjpour M. Mineral trioxide aggregate and formocresol pulpotomy of primary teeth: a 2-year follow-up. *Int Endod J.* 2010 ;43:413-418.
237. Zealand CM., Briskie DM., Botero TM., Boynton JR., Hu JC. Comparing gray mineral trioxide aggregate and diluted formocresol in pulpotomized human primary molars. *Pediatr Dent.* 2010; 32: 393-399.
238. Naik S., Hedge AH. Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in primary molars: an in vivo study. *J Ind Soc Pedod and Prev Dent.* 2005; 23:13-16.

# ***ANEXOS***

---



## IX. ANEXO I.

### ABREVIATURAS.

---

As,Ga	Arseniuro de galio
As,Ga,Al	Arseniuro de galio y aluminio
$\beta$	Beta
$\text{Bi}_2 \text{O}_3$	Óxido de bismuto
b-TCP	Fosfato beta - tricálcico
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Hidróxido de calcio
$3\text{Ca-SiO}_2$	Silicato tricálcico
$3\text{Ca-Al}_2 \text{O}_3$	Aluminato tricálcico
$2\text{CaO-SiO}_2$	Silicato dicálcico
$4\text{CaO-SiO}_2$	Aluminato tetracálcico
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Sulfato de calcio dihidratado
$\text{CaCl}_2$	Cloruro de calcio
Cu	Cobre
EDAX	Rayos X de energía dispersa
FDA	La administración de Alimentos y Fármacos de los Estados Unidos.
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Sulfato férrico
$\text{Fe}^{4+}(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_5$	Subsulfato férrico
$\text{Fe}_3 \text{O}_3$	Óxido férrico
$\text{Fe}^{+3}$	Hierro



H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de hidrógeno
He, Ne	Helio Neón
IL	Interleuquina
ISO	Organización Internacional de Normalización.
ISLD	Sociedad Internacional de Odontología Láser.
Mn	Manganeso
Mpa	Megapascales
MTA	Agregado trióxido mineral
NaOCl	Hipoclorito Sódico
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Fosfato de sodio difásico
OMS	Organización Mundial de la Salud
P/NP	Perforada/No Perforada
rpm	Revoluciones por minuto
RRI	Reabsorción radicular interna
RRIP	Reabsorción radicular interna perforada
RRINP	Reabsorción radicular interna no perforada
RRE	Reabsorción radicular externa
SEM	Microscopio electrónico de barrido
Sr	Estroncio
WMTA	MTA blanco
WPC	Cemento Portland blanco
Zn OE	Óxido de cinc eugenol

**X. ANEXO II.**



*Comité Ético de Experimentación  
de la Universidad de Sevilla*



A quien pueda interesar:

El Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Sevilla, habiendo examinado el Proyecto “VALORACIÓN DEL TRATAMIENTO DE LA PULPOTOMÍA CON MTA EN 90 DIENTES TEMPORALES VITALES Y SU REPERCUSIÓN EN LOS SUCESORES PERMANENTES.” presentado por D<sup>a</sup>. Asunción Mendoza Mendoza emite el siguiente informe,

El proyecto cumple los requisitos exigidos para experimentación en sujetos humanos y en animales, y se ajusta a las normativas vigentes en España y en la Unión Europea.

Sevilla, a 01 de octubre de 2012.

EL PRESIDENTE DEL COMITE,



Fdo.: Prof. Dr. Fernando Rodríguez Fernández.

**XI. ANEXO III.**

**XXXV REUNIÓN ANUAL DE  
LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
ODONTOPEDIATRÍA**

**Alicante  
2013  
16-18 mayo**



El Comité Organizador  
de la XXXV Reunión Anual

**CERTIFICA**

que  
la COMUNICACION ORAL :  
” **Valoración del tratamiento de la pulpotomía con mta en 150 dientes temporales vitales y su repercusión en los sucesores permanentes.** “  
ha sido presentada por “**BIEDMA M, Iglesias A, Martín R, García IM, Mendoza A**”  
en la XXXV Reunión de la Sociedad Española de Odontopediatría celebrada en Alicante los días 16, 17 y 18 de mayo 2013.

Alicante a 18 de Mayo de 2013

**Olga Cortés**  
Presidenta del Comité Organizador  
XXXV Reunión Anual de la SEOP

**Montserrat Catalá**  
Presidenta de la Sociedad  
Española de Odontopediatría



## CERTIFICADO DE PRESENTACIÓN DE COMUNICACIÓN CIENTÍFICA

D./D<sup>a</sup>

**BIEDMA, M; RIBAS, D; IGLESIAS, A; MENDOZA, A**

han presentado la comunicación científica:

**“TRATAMIENTO DE LA PULPOTOMÍA CON MTA EN DIENTES TEMPORALES VITALES”**

en el **XIX Congreso Nacional I Internacional de la Sociedad Española de Epidemiología y Salud Pública Oral**, celebrado en Sevilla los días 21, 22 y 23 de Noviembre de 2013.

Y para que así conste, se expide la presente certificación en Sevilla a 23 de noviembre de dos mil trece.

Antonio Castaño Séiquer  
Presidente Comité Organizador

Manuel Bravo Pérez  
Presidente Comité Científico

SESPO2013

Plaza Nueva, 9 1º. 41001 Sevilla, Es  
Teléfono: (+34) 95 447 54 97

