

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

## FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA



### EVOLUCIÓN CON EL TIEMPO DE LA RADIOPACIDAD Y ESTABILIDAD DEL MATERIAL DE OBTURACIÓN VITAPEX: ESTUDIO CLÍNICO E *IN VITRO* Y CASO CLÍNICO

Trabajo Terminal para obtener el DIPLOMA de  
ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA

#### PRESENTA

CD Zalma Yamileth López Ramos

#### PRESIDENTE

Dra. Eustolia Rodríguez Velázquez

#### SINODAL

Dra. Haydeé Gómez Llanos Juárez

#### SINODAL

Dr. Manuel Alatorre Meda

#### SINODAL

MC Betsabé De La Cruz Corona

Tijuana, Baja California, México.

Octubre 2018

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA**  
**ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA**

**AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo Terminal:  
**EVOLUCIÓN CON EL TIEMPO DE LA RADIOPACIDAD Y ESTABILIDAD DEL  
MATERIAL DE OBTURACIÓN VITAPEX: ESTUDIO CLÍNICO E *IN VITRO* Y  
CASO CLÍNICO.**

Propuesto por la **CD Zalma Yamileth López Ramos**, fue revisado y ha sido  
aprobado para su impresión.

Por lo que la sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**ATENTAMENTE**

**"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"**

Tijuana, B.C. 18 de septiembre 2018



**Dra. Eustolia Rodríguez Velázquez**

**PRESIDENTE**

Ccp.- Archivo.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA**  
**ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA**

**AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo Terminal:  
**EVOLUCIÓN CON EL TIEMPO DE LA RADIOPACIDAD Y ESTABILIDAD DEL  
MATERIAL DE OBTURACIÓN VITAPEX: ESTUDIO CLÍNICO E *IN VITRO* Y  
CASO CLÍNICO.**

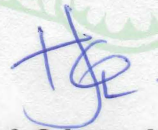
Propuesto por la **CD Zalma Yamileth López Ramos**, fue revisado y ha sido  
aprobado para su impresión.

Por lo que la sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**ATENTAMENTE**

**"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"**

Tijuana, B.C. 18 de septiembre 2018



**Dra. Haydeé Gómez Llanos Juárez**

**SINODAL**

Ccp.- Archivo.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA**  
**ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA**

**AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo Terminal:  
**EVOLUCIÓN CON EL TIEMPO DE LA RADIOPACIDAD Y ESTABILIDAD DEL  
MATERIAL DE OBTURACIÓN VITAPEX: ESTUDIO CLÍNICO E *IN VITRO* Y  
CASO CLÍNICO.**

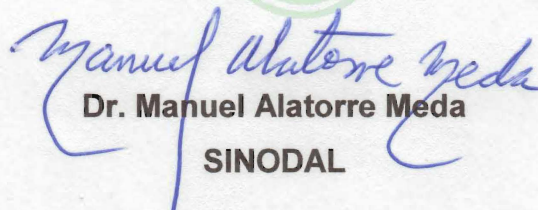
Propuesto por la **CD Zalma Yamileth López Ramos**, fue revisado y ha sido  
aprobado para su impresión.

Por lo que la sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**ATENTAMENTE**

**"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"**

Tijuana, B.C. 18 de septiembre 2018

  
**Dr. Manuel Alatorre Meda**  
**SINODAL**

Ccp.- Archivo.

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

## FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo Terminal:  
**EVOLUCIÓN CON EL TIEMPO DE LA RADIOPACIDAD Y ESTABILIDAD DEL  
MATERIAL DE OBTURACIÓN VITAPEX: ESTUDIO CLÍNICO E *IN VITRO* Y  
CASO CLÍNICO.**

Propuesto por la **CD Zalma Yamileth López Ramos**, fue revisado y ha sido  
aprobado para su impresión.

Por lo que la sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**ATENTAMENTE**

**"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"**

Tijuana, B.C. 18 de septiembre 2018



**MC Betsabé De La Cruz Corona**

**SINODAL**

Ccp.- Archivo.

**EVOLUCIÓN CON EL TIEMPO DE LA RADIOPACIDAD Y  
ESTABILIDAD DEL MATERIAL DE OBTURACIÓN VITAPEX:  
ESTUDIO CLÍNICO E IN VITRO Y CASO CLÍNICO.**

**Presenta:**

---

CD Zalma Yamileth López Ramos

**Directora:**

---

Dra. Eustolia Rodríguez Velázquez

**Co-directores:**

---

Dra. Haydee Gómez Llanos Juárez

---

Dr. Manuel Alatorre Meda

---

MC Betsabé De La Cruz Corona

Tijuana, Baja California, 21 de septiembre del 2018

## **DEDICATORIA**

Dedico esta trabajo a mis papás, hermanas y a mi novio; sin su constante amor y apoyo, no me habría sido posible superar mis miedos y cumplir con los retos de este camino que emprendí.

## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a las personas que ayudaron a hacer posible este trabajo, a la Dra. Eustolia Rodríguez y al Dr. Manuel Alatorre por enseñarme como escribir correctamente una Tesis y por el valioso tiempo que ambos dedicaron. Además, gracias Dra. Eustolia por escucharme y por siempre haberme dado ánimos con las dificultades que se presentaron a lo largo de esta investigación.

Gracias a la Coordinadora del Posgrado, MC Betsabé de la Cruz, y a la MC Perla Núñez por prestarme horas de su clínica para la recolección de muestras, a la Dra. Irma Verdugo por su ayuda en el caso clínico y a la Dra. Haydeé Gómez Llanos por el apoyo prestado a lo largo del proyecto.

## AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Al CONACyT por la beca otorgada CVU/Becario: **781414/614990**

A la Clínica de Especialidad en Odontología Pediátrica de la Universidad Autónoma de Baja California - Campus Tijuana, por el apoyo otorgado para la realización del estudio clínico de este proyecto.

Al Dr. Manuel Alatorre Meda, Coordinador de los Laboratorios de Cultivo Celular y Microscopia Confocal del Instituto Tecnológico de Tijuana, por recibirnos en su Institución, asignarnos un lugar de trabajo y apoyarnos con equipo de laboratorio y reactivos para la realización los estudios *in vitro* de este proyecto.

Finalmente, se agradece a los siguientes proyectos por el apoyo económico y tiempo de instrumentación cedido para el desarrollo de esta investigación:

- Proyecto de PRODEP: UABC-PTC-689 / Responsable: Dra. Eustolia Rodríguez Velázquez.
- Proyecto de CONACyT: INFR-2015-251863 / Responsable: Dr. Manuel Alatorre Meda.
- Proyecto de CONACyT: PDCPN-2015-89 / Responsable: Dr. Manuel Alatorre Meda.

**CONTENIDO**

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
ANATOMÍA DE LA DENTICIÓN TEMPORAL .....	5
Anatomía del primer molar temporal inferior .....	6
Anatomía del segundo molar temporal inferior.....	8
Topografía de los canales radiculares y furcación .....	9
RIZÓLISIS DE DIENTES TEMPORALES.....	10
DIAGNÓSTICO PULPAR .....	13
CLASIFICACIÓN DE ENFERMEDAD PULPAR .....	15
PULPECTOMÍA .....	18
Objetivos de la pulpectomía .....	19
MATERIALES DE OBTURACIÓN RADICULAR.....	21
Materiales a base de óxido de zinc y eugenol.....	22
Materiales a base de hidróxido de calcio .....	23
Materiales a base de yodoformo .....	25
Otros materiales.....	26

Hidróxido de calcio con óxido de zinc. ....	27
Hidróxido de calcio con yodoformo .....	27
Vitapex® .....	28
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	32
JUSTIFICACIÓN .....	33
HIPÓTESIS .....	34
HIPÓTESIS DE TRABAJO .....	34
HIPÓTESIS NULA (H0) .....	34
HIPÓTESIS ALTERNATIVA 1 (H1) .....	34
HIPÓTESIS ALTERNATIVA 2 (H2) .....	34
OBJETIVO GENERAL .....	35
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	35
VARIABLES .....	37
VARIABLE INDEPENDIENTE: .....	37
VARIABLE DEPENDIENTE:.....	37
OPERACIÓN DE VARIABLES .....	37
MATERIALES Y MÉTODOS .....	38
TIPO DE ESTUDIO .....	38
UNIVERSO DE ESTUDIO .....	38
CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	38
CRITERIOS EXCLUSIÓN.....	39

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN .....	39
MATERIALES E INSTRUMENTAL.....	40
METODOLOGÍA DE LOS ESTUDIOS <i>IN VITRO</i> .....	40
METODOLOGÍA DEL ESTUDIO CLÍNICO.....	44
ANÁLISIS DE IMAGEN.....	46
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN CON EL TIEMPO DE LA ESTABILIDAD FÍSICA DEL VITAPEX EN MODELOS <i>IN VITRO</i> .....	49
ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN CON EL TIEMPO DE LA RADIOPACIDAD DEL VITAPEX EN EL INTERIOR DE LOS CONDUCTOS RADICULARES.....	60
ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN CON EL TIEMPO DE LA RADIOPACIDAD DEL VITAPEX EXTRUIDO EN LA REGIÓN PERIAPICAL.....	63
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES .....	69
CASO CLÍNICO.....	70
RESUMEN.....	70
ABSTRACT.....	71
INTRODUCCIÓN.....	72
REPORTE DEL CASO .....	75
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	82
CONCLUSIONES .....	85

ANEXOS .....	87
HISTORIA CLÍNICA CON CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	87
BIBLIOGRAFÍA .....	94

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Etapas de la rizólisis en órganos dentales temporales (22). ..... 12

Figura 2. Fotografías de equipo instrumental..... 42

Figura 3. Fotografías del procedimiento caracterización *in vitro* de la radiopacidad.  
..... 43

Figura 4. Análisis de imagen con el programa Image J..... 48

Figura 5. Fotografías de cambios dimensionales *in vitro* del Vitapex..... 50

Figura 6. Hinchamiento y disolución *in vitro* del Vitapex. .... 53

Figura 7. Radiografías del Vitapex estudio *in vitro* de la evolución de la  
radiopacidad..... 55

Figura 8. Análisis de los estudios radiográficos del Vitapex..... 57

Figura 9. Radiopacidad *in vitro* del Vitapex. .... 59

Figura 10. Evolución de la radiopacidad del Vitapex dentro de los conductos  
radiculares..... 60

Figura 11. Radiopacidad del Vitapex en el interior de conductos radiculares. .... 62

Figura 12. Evolución de la radiopacidad del Vitapex extruido en la región  
periapical..... 63

Figura 13. Radiopacidad del Vitapex extruido a la región periapical. .... 65

Figura 14. Fotografías extraorales. .... 76

Figura 15. Fotografías intraorales iniciales..... 77

Figura 16. Radiografía inicial de órgano dental 74..... 78

Figura 17. Pasos iniciales para terapia pulpar..... 79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 18. Fotografías trans-operatorias de la terapia pulpar. ....	80
Figura 19. Radiografías del órgano dental obturado con Vitapex.....	83
Figura 20. Evolución de la radiopacidad del Vitapex en el interior del conducto radicular distal. ....	85

## RESUMEN

A la fecha, no existen estudios que ayuden a determinar de forma precisa si la pérdida de radiopacidad del Vitapex después de la obturación se debe al proceso natural de reabsorción exclusivamente o a la ocurrencia simultánea de procesos adicionales tales como la disociación de iones de alto número atómico. Por tanto, en este proyecto se propone un estudio multidisciplinario de la evolución clínica e *in vitro* de la radiopacidad y estabilidad física del Vitapex.

Los ensayos *in vitro* demostraron que el Vitapex presenta alta afinidad por el agua así como disociación iónica acentuada en el seno de un modelo de difusión acelerada de iones (solución acuosa de EDTA a 37 °C), alcanzando porcentajes máximos de disociación de hasta ca. -70% a 74 días de incubación.

Asimismo, los ensayos *in vitro* también demostraron que el Vitapex presenta una pérdida de radiopacidad acentuada en presencia de EDTA, misma que se atribuye a la disociación de especies iónicas de alto número atómico promovida por la acción quelatante del ácido.

Finalmente, a partir del estudio clínico se encontró que el Vitapex extruido a la región periapical desplegó un decremento de radiopacidad acentuado, con diferencia estadísticamente significativa a partir del mes 3 después de la obturación. Esta pérdida de radiopacidad es atribuida al proceso natural de reabsorción.

Con base en los hallazgos clínicos e *in vitro*, se demuestra que la pérdida de radiopacidad del Vitapex se debe al proceso natural de reabsorción en combinación con la disociación de iones.

## ABSTRACT

To date, there are no studies that help determine whether the radiopacity of Vitapex is lost after obturation due to the natural process of resorption or the simultaneous occurrence of additional processes such as the dissociation of high-atomic-number ions. Therefore, this project proposes a multidisciplinary study of the clinical and in vitro evolution of radiopacity and stability of Vitapex.

The in vitro tests showed that Vitapex had a high affinity for water as well as a marked ionic dissociation while incubated within an EDTA solution at 37 °C, reaching maximum dissociation percentages of up to ca. -70% at 74 days of incubation.

Likewise, the in vitro tests also showed that Vitapex presents a loss of radiopacity in the presence of EDTA, which is attributed to the dissociation of high-atomic-number species promoted by the chelating action of the acid.

Finally, from the clinical study, it was found that Vitapex extruded to the periapical region showed a marked decrease in radiopacity, with a statistically significant difference from month 3 after obturation. This loss of radiopacity is attributed to the natural process of resorption.

Based on the clinical and in vitro findings, it is demonstrated that the loss of radiopacity of Vitapex is due to the natural process of resorption in combination with the dissociation of ions.

## INTRODUCCIÓN

La caries dental es una enfermedad infectocontagiosa que provoca la desmineralización de la superficie del diente. Aunque es causada por bacterias, principalmente por *Streptococcus mutans*, también involucra múltiples factores como la susceptibilidad del huésped, los hábitos higiénicos, la dieta y el tiempo que los microorganismos permanecen en la superficie dental. Dependiendo del grado de evolución de la lesión cariosa, el proceso de desmineralización puede afectar el paquete vasculo-nervioso dando como resultado desde una pulpitis irreversible hasta una necrosis pulpar. Para estos casos, el tratamiento de elección en la dentición temporal es la pulpectomía, siempre y cuando las raíces del diente conserven una longitud de por lo menos 2/3 (1,2).

Aunque esta técnica de terapia pulpar ha permanecido a través de los años, los materiales de obturación radicular se han ido modificando con el fin de mejorar sus propiedades. Entre otras características, es importante que el material de obturación dentro de los conductos sea reabsorbido por el organismo a la par que el proceso fisiológico de rizólisis en dientes temporales. Si el proceso de reabsorción del material ocurre más rápido provoca la aparición de espacios vacíos dentro del conducto radicular dando como resultado el fracaso de la terapia pulpar (3). Si por el contrario, la reabsorción del material es más lenta que el proceso de la rizólisis, da como resultado la desviación en la trayectoria de erupción de las piezas de la dentición permanente (4).

En la actualidad el material más utilizado en Odontopediatría es la pasta yodoformada (Vitapex) debido a que cumple con las características ideales requeridas de un material de obturación para dentición temporal, además de que existen estudios que reportan un éxito de 100% para éste material (5,6). Aunque hay estudios clínicos que mencionan que este material presenta reabsorción tras ser extruido del ápice radicular, existe una gran variabilidad entre estudios con respecto al tiempo en que ocurre la reabsorción del material, reportándose tiempos que van desde 1 semana hasta 6 meses (3–6). Teniendo en mente lo anterior y con el objetivo de contextualizar este trabajo de investigación, en las sub-secciones siguientes de esta introducción se abordaran distintos conceptos, tanto biológicos como técnicos relacionados con las características y aplicación del material de obturación Vitapex.

### **Anatomía de la dentición temporal**

La dentición temporal consta de 20 dientes en total, 10 en cada arcada clasificados en: i) cuatro incisivos, ii) dos caninos y iii) cuatro molares. La dentición temporal puede ser diferenciada de la dentición permanente por el tamaño en general y por las dimensiones de la corona. En dientes deciduos la corona es más baja y con aspecto globoso por sus evidentes cúngulos palatinos o linguales, presenta bordes cervicales más pronunciados, cuellos más estrechos y una coloración más clara. Las raíces son más cortas y divergentes, en el caso de molares con el propósito de albergar el germen del órgano dentario permanente. Las cámaras pulpares de los dientes temporales son

grandes y existen amplios conductos radiculares. Presentan de tres a cinco cuernos pulpares muy prominentes. Estas características, sumadas al menor espesor de la dentina y esmalte, explican el porqué de las exposiciones pulpares por caries o por accidentes de maniobras operatorias (9,10).

### ***Anatomía del primer molar temporal inferior***

*Cara vestibular:* desde la zona de contacto hasta el cuello, es casi recto, vista de perfil vestibular. La porción distal de la corona es más corta que la mesial, las dos cúspides vestibulares son bastante marcadas, la cúspide mesial es mayor que la distal y una depresión de desarrollo se extiende sobre esta cara. Desde esta perspectiva, las raíces son largas y delgadas y se ensanchan considerablemente en el tercio apical, más allá de la proyección de la corona (9,10).

*Cara lingual:* la corona y la raíz convergen marcadamente hacia lingual por la parte mesial, ocurriendo lo contrario por la parte distal. La cúspide distolingual es redondeada y se aprecia un surco de desarrollo entre esta cúspide y la mesiolingual. Una característica muy peculiar del primer molar temporal mandibular es que la cúspide mesiolingual es prominente, ocupa casi la totalidad de esta cara, situada casi en el centro de la cara lingual, pero alineada con la raíz mesial. Presenta la cresta marginal mesial muy desarrollada (9,10).

*Cara mesial:* tiene una curvatura muy pronunciada hacia bucal en el tercio cervical. Como la longitud mesiovestibular de la corona es mayor que la mesiolingual, la línea cervical tiene una dirección ascendente en dirección vestibulolingual. El contorno vestibular y lingual de la raíz mesial desciende desde la corona, casi en línea recta y paralelamente en más de la mitad de su longitud, estrechándose ligeramente al llegar al tercio apical. El extremo de la raíz es plano, casi cuadrado. Normalmente existe una depresión de desarrollo que se extiende por toda la longitud de la raíz (9,10).

*Cara distal:* comparada con la cara mesial, la línea cervical es casi recta, la longitud lingual y vestibular de la corona es más uniforme, las cúspides distovestibular y distolingual no son tan grandes o tan agudas, la cresta marginal distal no es tan recta ni está tan bien definida, la raíz distal es más redonda y más corta y se adelgaza más apicalmente (9).

*Cara oclusal:* su contorno general es romboidal, destacando su prominencia mesiovestibular. La cúspide mesiovestibular es la más grande y la mejor desarrollada de todas las cúspides. El surco de desarrollo vestibular de la cara oclusal divide proporcionalmente las dos cúspides vestibulares. Este surco de desarrollo es corto y se extiende desde los bordes de la cúspide vestibular hasta un punto situado aproximadamente en el centro de la corona, en una fóvea central. El surco central de desarrollo se une con él en ese punto y se extiende mesialmente separando la cúspide mesiovestibular de la cúspide mesiodistal. El surco central termina en una fosita mesial situada en la fosa triangular mesial, distal a la cresta marginal mesial. En el centro de la fosa

triangular mesial, se extienden dos surcos suplementarios, uno hacia vestibular y otro hacia lingual (9,10).

### ***Anatomía del segundo molar temporal inferior***

Este diente tiene características muy similares al primer molar mandibular permanente, aunque con diferentes dimensiones (9).

Mesiodistalmente es más estrecho en la parte cervical que en las zonas de contactos. Los surcos de desarrollo mesio- y distovestibular dividen a la cara vestibular en tres porciones cuspídeas de aproximadamente del mismo tamaño, i) mesiovestibular, ii) vestibular y iii) distovestibular (9,10).

Las raíces del segundo molar mandibular temporal son más delgadas y más largas que el primer molar temporal, siendo ligeramente más larga la raíz mesial en su tercio medio y apical presentan un típico acampanamiento mesiodistal (9,10).

Desde la cara lingual se observan dos cúspides de dimensiones casi idénticas y entre ellas un surco lingual corto. Las dos cúspides linguales no tienen la misma anchura que las tres cúspides vestibulares; esta disposición hace que la corona se estreche lingualmente. La línea cervical es relativamente recta y la corona sobrepasa a la raíz en mayor grado por la parte distal que mesialmente (9,10).

Visto desde la cara mesial, la cresta marginal de este molar es alta, lo que ocasiona que la cúspide mesiovestibular y la mesiolingual parezcan más cortas.

La cúspide lingual es más alta que la vestibular. La línea cervical es regular, si bien se extiende hacia arriba vestibulolingualmente, compensando la diferencia de longitud entre la cúspide vestibular y la lingual. La raíz mesial es extraordinariamente ancha y plana, con el ápice romo (9,10).

Por la cara distal se puede apreciar que la corona es más ancha mesial que distalmente. La cresta marginal distal desciende de forma más pronunciada y es más corta vestibulolingualmente que la cresta marginal mesial. La raíz distal es casi tan ancha como la mesial y se va estrechando a nivel apical (9,10).

### ***Topografía de los canales radiculares y furcación***

Para poder realizar adecuadamente la terapia pulpar es de gran importancia el conocimiento detallado de los canales radiculares. Aminababi y cols. estudiaron 160 molares deciduos en 85 pacientes de 4 a 6 años de edad. En promedio en el maxilar inferior el 79.2% de los primeros molares inferiores presentaban tres conductos y 20.8% cuatro conductos. Todos los segundos molares presentaban cuatro conductos (11). Con respecto a la localización del límite apical del conducto, esta varía dependiendo del grado de maduración o reabsorción de la raíz, cuando esta completa su maduración, el límite apical del conducto tiende a coincidir con el final de la raíz. Por otro lado, en las raíces con reabsorción la terminación radicular rara vez se ubica perpendicular al eje mayor del diente, por lo tanto, el límite apical del conducto se ubica varios milímetros antes del ápice radicular (entre 0.5 y 2 mm) (12).

En lo que respecta a la furcación, esta es definida como un área limitada próxima a la bi- o trifurcación de las raíces dentarias. Se reconoce como furcación el área que engloba la furcación propiamente dicha y cerca de 4 mm por debajo de la superficie interna de las raíces dentarias. En la región interradicular está delimitada por las superficies internas de las raíces de los molares deciduos; su base está circunscrita por la cripta ósea del germen del diente permanente en formación y el límite superior está comprendido por el piso de la cámara pulpar del molar deciduo (10). Entre la cavidad pulpar y los conductos radiculares de la dentición temporal se observa una considerable variación individual de tamaño (10,13).

### **Rizólisis de dientes temporales**

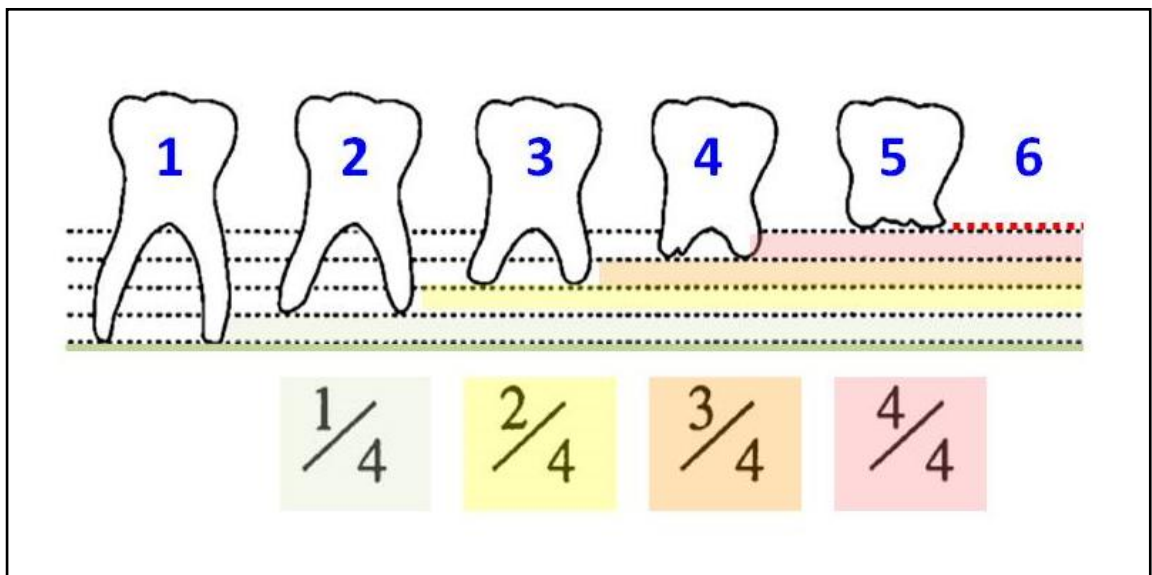
Los eventos de formación de los dientes deciduos terminan alrededor de los tres años de edad, pero la reabsorción de sus raíces y la exfoliación dura un lapso de tiempo más prolongado. Dicho proceso de reabsorción comienza desde la niñez media y se prolonga hasta la adolescencia temprana, abarcando un lapso de tiempo de entre 6 y 8 años aproximadamente (14). Este conjunto de fenómenos fisiológicos que se producen progresivamente en la raíz del diente temporal es lo que se conoce como rizólisis o también conocida como la reabsorción de los tejidos duros radiculares dentarios, tejidos pulpares, ligamento periodontal y del hueso alveolar (15,16).

La rizólisis de los dientes temporales es un proceso intermitente, con períodos de reabsorción activa y otros de reposo, remodelación y neoformación de las estructuras dentales. Este proceso es llevado a cabo por distintos tipos de células mesenquimales como odontoclastos, macrófagos, fibroblastos, cementoblastos y osteoclastos. El papel más claro y definido es el de los odontoclastos, aunque el proceso es todavía controvertido, la reabsorción se produce de manera parecida a lo que ocurre en el hueso (15–18), sin embargo, el hueso se somete a remodelación constante y la reabsorción radicular ocurre solo una vez en la dentición primaria (17).

La fase inicial de reabsorción radicular mediada por odontoclastos es la solubilización y posterior eliminación de los componentes inorgánicos. La dentina sometida a la acción de los odontoclastos tiene zonas parcialmente desmineralizadas debido a la extrusión de iones de hidrógeno provocada por la ATPasa H<sup>+</sup> situada en las membranas de los odontoclastos. Una vez que se degrada la sustancia inorgánica comienza la degradación de la matriz orgánica, como ocurre en el hueso, por la acción de enzimas hidrolíticas como captesinas B, L y K (17,19). El proceso resortivo comienza cuando el odontoclasto se adhiere a la matriz de hueso; tres grupos de moléculas de adhesión están involucradas en este proceso de degradación: colagenasas y matriz de metaloproteinasas que actúan con un pH neutro y la familia proteinasa cisteína, la cual actúa con un pH ácido (16,20). Al igual que ocurre en el hueso, el área reabsorbida es rápidamente reparada por depósito de cemento o tejido parecido

al cemento, debido a que la raíz está cubierta por cementoblastos y fibras de colágeno (15,21).

La reabsorción radicular del diente primario se inicia en el sitio de la raíz que está más cerca al sucesor permanente (16,17,19). Bjerklin y cols. describen el proceso de rizólisis de los dientes temporales en 6 etapas (Figura 1). En la etapa 1 el órgano dental temporal presenta la formación completa de la raíz, en la etapa 2 apenas se observa en la radiografía 1/4 de raíz reabsorbida, conforme avanza este proceso podemos ubicar que 2/4 y 3/4 de raíz reabsorbida se encuentran en la etapa 3 y 4 respectivamente; finalmente se pierde el soporte radicular alcanzando la completa reabsorción de las raíces en la etapa 5, siendo la exfoliación del órgano dental la última etapa del proceso de rizólisis (22).



**Figura 1. Etapas de la rizólisis en órganos dentales temporales (22).**

Aunque la presión del diente permanente en erupción juega un papel contribuyente en la activación de la reabsorción, la presencia de un sucesor permanente no es requisito para que este proceso ocurra. Algunos estudios como el de Harokopakis-Hajishengallis mencionan que este proceso parece ser un evento genéticamente programado, por lo tanto, el desarrollo de la vía de erupción, que implica la reabsorción ósea y la reabsorción de la raíz del diente primario, no depende de la presión del diente en erupción (16,17,20). El proceso de erupción de los dientes permanentes está regulado por factores como la función de las glándulas endocrinas o la nutrición (16,17,19). Algunos factores ambientales y/o genéticos como hipotiroidismo, el enanismo hipofisario, y la desnutrición crónica pueden retrasar la exfoliación de dientes primarios, ya que interfieren con el proceso de erupción de los dientes permanentes, entonces se puede decir, que la velocidad de reabsorción fisiológica de los dientes deciduos, está determinada también por la cronología de erupción de los dientes permanentes (16).

### **Diagnóstico pulpar**

Para poder determinar un diagnóstico preciso es importante realizar una primera aproximación diagnóstica del estado pulpar del órgano dental. Existen signos y síntomas clínicos que indican un estado severo de inflamación y patología pulpar como lo son: i) el tiempo de permanencia del dolor, especialmente dolor nocturno, ii) dolor a la masticación, iii) necesidad de

ingesta de analgésicos, iv) lesiones cariosas extensas, v) presencia de inflamación intraoral y vi) presencia de inflamación extraoral (23,24).

El tiempo de permanencia del dolor se puede determinar mediante el reconocimiento de dos tipos de estímulo de dolor dentario: “provocado” y “espontáneo”. Por un lado, el dolor provocado es aquel estimulado por irritantes térmicos, químicos o mecánicos y cesa cuando se retira el estímulo. Esto significa sensibilidad dentinaria debido a una lesión cariosa profunda o una restauración defectuosa, la pulpa se encuentra en un estado generalmente reversible. Por otro lado, el dolor espontáneo es un dolor constante que puede mantener despierto al paciente durante toda la noche. Generalmente indica daño pulpar avanzado y la pulpa usualmente no es tratada. Este diagnóstico clínico debe ser corroborado con la ayuda de pruebas complementarias como la presión digital, que permite determinar si el diente presenta movilidad, y la percusión, que puede revelar la sensibilidad de un diente en donde la inflamación ha progresado hasta comprometer el ligamento periodontal (23,24).

Las pruebas térmicas con frío o calor y la prueba eléctrica en dientes deciduos son de poco valor debido a que se puede obtener falsos positivos como resultado de estimular el tejido gingival o el ligamento periodontal. Las radiografías aportan información fundamental sobre la extensión de la caries, la proximidad de restauraciones a los cuernos pulpares, la presencia de cualquier tipo de patología peri-radicular, el grado de reabsorción fisiológica o patológica y la presencia o ausencia del diente sucesor. Asimismo, puede realizarse un

diagnóstico operativo mediante la evaluación directa de la apariencia del tejido pulpar (24,25).

### **Clasificación de enfermedad pulpar**

Pumarola y cols. diferenciaron pulpitis, necrosis y procesos degenerativos pulpares y clasificaron las enfermedades pulpares en (23,25):

- a) Pulpa vital: normal y asintomática. En el examen radiográfico revela un canal claramente delineado que se afila suavemente hacia el ápice, no hay evidencia de calcificación o reabsorción de la raíz y la lámina dura está intacta.
  
- b) Estados reversibles:
  - *Pulpitis reversible*: el síntoma distintivo es el dolor a cambios de temperatura, alimentos dulces o ácidos. El dolor es provocado, agudo punzante, de corta duración y desaparece con el retiro del estímulo. La causa generalmente es obvia: una caries, o una cavidad con exposición dentinaria.
  
- c) Estados irreversibles:
  - *Pulpitis irreversible*: es el cuadro en el que la inflamación persiste por la acción de las bacterias o de los productos tóxicos de degradación.

Predominan las células plasmáticas y los linfocitos formando un tejido de granulación que intenta delimitar y reparar el tejido dañado. Se trata de una fase más avanzada de la inflamación aguda y pulpitis crónica.

- *Necrosis*: significa pérdida de vitalidad pulpar, estructura y defensas naturales. Resulta de una pulpitis irreversible no tratada, una lesión traumática o cualquier suceso que cause una interrupción prolongada del aporte sanguíneo a la pulpa. Comienza a producirse por la zona coronal del tejido pulpar y se extiende a la pulpa radicular en sentido apical. Puede ser una necrosis total o parcial según la cantidad del tejido afectado. Existen dos estados en la necrosis pulpar: i) la *necrosis aséptica o por coagulación*, que es la muerte pulpar sin la participación de microorganismos asociada con la disminución o bloqueo total del riego sanguíneo, que es originada por traumatismos que provocan la ruptura del paquete vasculo-nervioso a nivel apical y ii) la *necrosis séptica*, que se origina por la invasión bacteriana como consecuencia de una lesión cariosa o por una pulpitis crónica no tratada. Al examen clínico el diente presenta una lesión cariosa amplia con compromiso pulpar. En la mayoría de los casos los dientes deciduos son asintomáticos durante la fase inflamatoria, aunque pueden existir casos en los que los síntomas sean muy severos.
- d) Estados degenerativos: se producen como resultado de una inflamación de larga duración, la cual no es tan severa como para destruir la pulpa. Desde el punto de vista clínico se pueden considerar dos estados degenerativos de la pulpa:

- *Degeneración cálcica*: la calcificación pulpar se produce por el depósito de sales cálcicas que son acumulados con mayor frecuencia en el tercio apical y su incidencia aumenta con la edad. Generalmente se presenta como reacción a un traumatismo y produce la obliteración parcial o completa de la cámara pulpar o los conductos radiculares, sin embargo, al examen radiográfico da la impresión de que existe una obliteración completa donde se observa un conducto extremadamente fino con restos pulpares en su interior. Debido a la calcificación, la corona de los dientes muestra una coloración amarillenta que lo diferencia de su homólogo.
- *Reabsorción dentinaria interna*: puede aparecer a cualquier nivel de la cámara pulpar o de la pulpa radicular y sus causas pueden ser idiopáticas, infecciosas o traumáticas. Los traumatismos y la pulpitis crónica persistente son los responsables de la formación de los odontoclastos, los cuales van reabsorbiendo la dentina que rodea la pulpa. La reabsorción puede identificarse por medio de radiografías de rutina en las cuales se observa una imagen radiolúcida. Si la reabsorción no es detectada a tiempo puede llegar a perforar la raíz y manifestarse como una mancha rosa (debido a la transparencia de la gran cantidad de vasos sanguíneos presentes en la lesión), pocas veces presenta sintomatología dolorosa, cuando lo hace, el paciente siente más una molestia que un dolor de mayor magnitud.

## **Pulpectomía**

La terapia de conducto fue defendida en 1932 como un método para retener los dientes primarios que de lo contrario se perderían (7). El término de pulpectomía se refiere a la eliminación completa del tejido pulpar, tanto de la pulpa de la porción coronaria como de la pulpa radicular, con la posterior obturación de los conductos radiculares utilizando materiales reabsorbibles, bacteriostáticos y bactericidas que permitan la erupción fisiológica de la dentición permanente; la pulpectomía está indicada en casos de pulpitis clínica y estadios terminales de la pulpa (11,13).

Para lograr el éxito del tratamiento es de vital importancia conocer tanto las indicaciones como las contraindicaciones de la pulpectomía. Entre las indicaciones podemos encontrar: i) caries profunda, ii) hemorragia oscura y excesiva en el muñón pulpar, iii) necrosis pulpar al intentar hacer pulpotomía, iv) en pulpotomía fallida, v) afectación ósea interradicular sin pérdida de sostén, vi) reabsorción interna que no perfore la raíz, vii) longitud radicular igual o mayor a 2/3, viii) pulpitis crónica agudizada y ix) lesiones traumáticas. Con respecto a las contraindicaciones se destacan las siguientes: i) estructura dental sin posibilidad de reconstruirse, ii) afección periapical extensa que involucre al germen permanente, iii) movilidad del órgano dental, iv) reabsorción patológica radicular mayor a 1/3, v) reabsorción interna avanzada y que perfora la bifurcación, vi) pacientes con infecciones recurrentes y vii) pacientes poco colaboradores (26,27).

### ***Objetivos de la pulpectomía***

La dentición temporal juega un papel muy importante en el desarrollo y crecimiento de los niños debido a que influye en distintos aspectos como lo son fonación, masticación, estética, prevención de malos hábitos, además de servir como guía en la erupción de los dientes permanentes. La importancia de la pulpectomía radica en que este tratamiento permite rehabilitar el órgano dental temporal con el fin de conservarlo hasta la erupción del órgano dental permanente. La pulpectomía tiene como objetivos la prevención de infecciones en los tejidos periapicales, la prevención de la pérdida prematura del órgano dental deciduo, la prevención del daño a los gérmenes dentales permanentes y el mantenimiento de un espacio apropiado hasta su erupción (11,27–31).

Se reporta en la literatura que para que una técnica de pulpectomía sea práctica debe ser un procedimiento rápido con tiempo de tratamiento corto y un número mínimo de citas. Además, el desbridamiento del conducto radicular debe ser eficaz pero sin debilitar la estructura del diente o poner en peligro los dientes permanentes. La pulpectomía se lleva a cabo mediante la ejecución de los pasos siguientes: i) eliminación del tejido carioso, ii) apertura de la cámara pulpar, iii) extirpación del tejido orgánico, iv) limpieza de los conductos radiculares y v) obturación de los conductos (12).

Uno de los pasos importantes en la pulpectomía es la limpieza de los conductos radiculares; para poder realizarla de forma efectiva es necesario obtener la longitud de trabajo, denominada conductometría. Grossman estableció una

técnica de conductometría que consta de los siguientes pasos: i) medir la longitud del diente sobre la radiografía de diagnóstico, ii) introducir en el interior del conducto radicular una lima de bajo calibre con una medida preestablecida basada en la longitud media de conducto radicular (Tabla 1) (2-3 mm antes del ápice radiográfico o del límite del bisel de rizólisis, para tener la longitud real del instrumento (LRI) luego se toma una radiografía periapical ortoradial y con el auxilio de una regla milimetrada se mide en la radiografía la longitud aparente del diente (LAD) y la longitud aparente del instrumento (LAI) obtenida midiendo la longitud de la lima en la radiografía desde el tope de goma que debe estar apoyado en una referencia constante, hasta su porción apical. Con éstas 3 medidas se aplica el corolario del Teorema de Thales (Ecuación 1), convertido en una sencilla regla de tres, a través de la cual se obtiene la longitud real del diente (LRD) (12).

**Ecuación 1. Corolario del Teorema de Thales (12).**

$$LRD = \frac{(LRI)(LAD)}{LAI}$$

**Tabla 1. Longitud media de los conductos radiculares de molares deciduos inferiores.**

Conducto	Longitud en milímetros	
	Media	Variación
<b>Primer molar</b>		
Mesio vestibular	16.4	15 - 17
Mesio lingual	14.2	9 - 15
Disto vestibular	13.1	12 - 15
Disto lingual	12.7	10 - 15
<b>Segundo molar</b>		
Mesio vestibular	15.8	13 - 17
Mesio lingual	14.4	11 - 16
Disto vestibular	14.9	13 - 16
Disto lingual	14.9	12 - 16

### **Materiales de obturación radicular**

Existen distintos tipos de materiales de obturación radicular que con el paso del tiempo y los avances en la tecnología han ido mejorando sus propiedades.

Entre las características ideales que debe presentar un material de obturación

se encuentran las siguientes (4,7,11,32,33):

- Ser de fácil manipulación/aplicación y que selle completamente los conductos.
- Poseer propiedades bactericidas o bacteriostáticas.
- Reabsorberse a la misma velocidad que el proceso de rizólisis en caso de que el material sobrepase el límite apical.
- Poseer una radiopacidad adecuada.
- Ser biocompatible para no producir daño en tejidos periradiculares y que a la vez permita la erupción normal de los dientes sucedáneos.
- No provocar cambios en la coloración del diente.
- Debe ser fácil de removerse del conducto radicular en caso de ser necesario retratamiento pulpar.

Existen varias sustancias que cumplen con algunas de las características antes mencionadas para usar como materiales de obturación radicular en pulpectomía de dientes primarios. Entre los materiales de obturación radicular más populares podemos encontrar el óxido de zinc y eugenol, la pasta yodoformada y las pastas de hidróxido de calcio (32,34,35).

### ***Materiales a base de óxido de zinc y eugenol***

El óxido de zinc y eugenol (por sus siglas en inglés, ZOE) fue el primer material de obturación radicular recomendado para los dientes deciduos, según lo

descrito por Sweet en 1930 y hasta el 2008 era el único material recomendado por la Academia Americana de Odontología Pediátrica como obturador de conductos (4,7,8,36).

El ZOE se encuentra en el mercado en presentación de polvo-líquido. El polvo es generalmente de color blanco y su componente principal es el óxido de zinc, contiene también algunas partículas de relleno de sílice y alrededor de 1% de sales de zinc como acetato, propionato o sulfato que son utilizadas como aceleradores. El líquido con el que es mezclado el polvo consta de un 85% de eugenol, puede contener ácido acético o propiónico y pequeñas cantidades de agua (4). Aunque el ZOE ha sido utilizado como material de obturación presenta las siguientes desventajas: reabsorción lenta, irritación de los tejidos periapicales, necrosis de hueso y cemento, altera el camino de la erupción del diente sucesorio y tiene pocas propiedades antimicrobianas a menos que se le adicione formocresol (7,8,29,35).

### ***Materiales a base de hidróxido de calcio***

El hidróxido de calcio  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  fue introducido a la odontología en 1930 por Hermann, comercialmente puede conseguirse de manera pura o se puede encontrar premezcladas en diferentes presentaciones. Su peso molecular es de 74 g/mol, es ligeramente soluble en agua e insoluble en alcohol, la mezcla de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  con agua posee un pH fuertemente alcalino (alrededor de 12) lo que le da su acción bactericida (4,37). Un mecanismo a través del cual ejerce su

actividad antibacteriana es mediante el daño que pueden provocar los iones de hidroxilo sobre la membrana celular bacteriana y la inactivación de los ácidos grasos; otro mecanismo es que el  $\text{Ca(OH)}_2$  reacciona fácilmente con el dióxido de carbono formando carbonato de calcio, la absorción de este metabolito priva a las bacterias del conducto radicular (en su mayoría anaerobias) de su sustrato esencial para su supervivencia. Las propiedades biológicas del  $\text{Ca(OH)}_2$  son que por su alta concentración de iones de calcio puede activar la aceleración de la pirofosfatasa, enzima que juega papel importante en el proceso de mineralización. Cuando el  $\text{Ca(OH)}_2$  entra en contacto con tejido conectivo (pulpar o periapical) provoca una zona de necrosis superficial autolimitante en la primera hora. El  $\text{Ca(OH)}_2$  presente en esta zona de necrosis reacciona químicamente y forma cristales grandes de carbonato de calcio en forma de calcita en las primeras 48 horas. Estos cristales estimulan el tejido conectivo subyacente a la zona de necrosis para que comience a depositar granulaciones finas de sales de calcio; esta capa estimula los fibroblastos, los cuales comienzan a desarrollar una intensa actividad y producción de colágeno secretándolo en forma de matriz hacia la barrera inicial compuesta por las granulaciones gruesas. De esta forma la barrera mineralizada que separa el tejido conectivo del  $\text{Ca(OH)}_2$  está constituida por una zona de necrosis superficial, una zona de granulaciones gruesas, una zona de granulaciones finas de sales de calcio y dentina o cemento (13). Diversos estudios realizados en la misma década en la que se introdujo el  $\text{Ca(OH)}_2$  confirmaron que cuando se utilizaba, este promovía la formación de puentes dentinarios.

Los materiales a base de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  son utilizados como materiales de obturación de conductos radiculares en odontopediatría. Este tipo de materiales presentan buena reabsorción cuando sobrepasan del ápice, sin embargo, presenta las desventajas de que su velocidad de reabsorción es más rápida en comparación con las raíces deciduas y además ocasiona reabsorción radicular interna (4,35,38).

### ***Materiales a base de yodoformo***

Estos materiales fueron introducidos por Walkhoff en 1928. El yodoformo es un polvo de color amarillento poco soluble en agua, soluble en alcohol y éter, compuesto por un 97% de Yodo, el cual presenta potencial acción bactericida, excelentes propiedades curativas con una tasa de éxito del 84-100%. Los materiales a base de yodoformo presentan una mejor reabsorción del material extruido que los materiales a base de óxido de zinc y eugenol (4,5,22).

Con el paso de los años han surgido distintas composiciones a base de yodoformo tales como la pasta KRI (80.8% de yodoformo, 4.8% de alcanfor, 1.21% de mentol y 2.025% de paraclorofenol) originalmente fue creada para la terapia pulpar radicular en dientes permanentes (4,38,39); esta pasta tiene menor microfiltración que el ZOE, cuando el material se extruye del ápice, se reabsorbe al poco tiempo sin afectar al órgano dental permanente. Sin embargo, la principal desventaja que presenta esta pasta es que su reabsorción avanza con mayor rapidez que el proceso de rizólisis, provocando la formación

de espacios vacíos antes de la exfoliación del órgano dental.

Otra composición a base de yodoformo es la pasta Maisto (42 gr yodoformo, 3 ml clorofenol alcanforado, 14 gr óxido de zinc, 0.5 gr lanolina y 2 gr timol), la cual se considera una modificación de la pasta KRI. Esta pasta fue creada con la intención de mejorar el grado de reabsorción del producto, sin embargo, la reabsorción del material intraconducto sigue siendo más rápida que la de la raíz (4,29).

La pasta Guedes-Pinto se ubica dentro de este grupo (0.30 gr de yodoformo, 0.1 ml paraclorofenol alcanforado y 0.25 gr de rifocort®) y también presenta buena actividad antibacteriana, su velocidad de reabsorción sigue siendo más rápida que la de la rizólisis (4,11).

En general, las desventajas que presentan las pastas a base de yodoformo son que causan pigmentación en los dientes, hipersensibilidad, irritación de tejidos periapicales y necrosis del cemento radicular, además se suman ellas las desventajas propias de los derivados fenólicos (4).

### ***Otros materiales***

Se han desarrollado combinaciones a partir de los materiales ya mencionados (ZOE,  $\text{Ca(OH)}_2$  y yodoformo) con la finalidad de mejorar sus propiedades y disminuir sus efectos secundarios, entre los materiales que han obtenido mejores resultados podemos encontrar los siguientes:

***Hidróxido de calcio con óxido de zinc.***

Dentro de éste grupo se encuentra un material conocido comercialmente como Sealapex (Kerr Corporation®) en presentación de dos pastas compuestas de hidróxido de calcio, sulfato de bario, óxido de zinc, dióxido de titanio, estearato de zinc, salicilato de isobutilo, salicilato de metilo y pigmentos (40). Este material es biocompatible y en un lapso de 60 días presenta un pH aproximado al neutro (4). Aunque tiene buena capacidad de sellado, la principal desventaja de este material es su solubilidad, se ha reportado en estudios que el grado de filtración aumenta progresivamente con el tiempo (33).

Otro nombre comercial que recibe ésta formulación es Endoflas FS (Sanlor Laboratories®) que contiene los siguientes componentes: óxido de zinc, sulfato de bario, pentaclorofeno, eugenol y una mínima cantidad de hidróxido de calcio (35). Se presenta comercialmente en constitución polvo-líquido, lo cual implica una desventaja con respecto a la técnica de obturación y el tiempo de trabajo. Esta pasta también posee la capacidad de ser reabsorbida rápidamente cuando se extruye del ápice, es eficaz contra *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans* (4), su mayor efecto antimicrobiano lo alcanza dentro de las primeras 24 horas y disminuye considerablemente después de éste plazo (8).

***Hidróxido de calcio con yodoformo***

Ésta combinación ha demostrado un éxito clínico de hasta 100%, lo que hace sugerir a algunos autores que es el material más cercano al ideal

(7,8,13,37,38). Sus componentes son hidróxido de calcio, yodoformo, aceite de silicón como vehículo oleoso y material inerte (29). Posee un pH cercano al neutro en un registro de tiempo de 60 días. Éste material no endurece debido a su contenido de silicón, lo que en caso de ser necesario facilita su remoción y re-obturación (4,8); su presentación comercial facilita la técnica de empleo y ayuda a disminuir el tiempo durante de obturación. Además, posee actividad bactericida *in vitro* contra microorganismos presentes en la microflora de la región apical como *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aureginosa*, *Bacillus subtilis* y *Candida albicans*. Se distribuye con los nombres comerciales de Vitapex (Neo Dental International Inc.®), Diapex (Daident Group International®), Metapex (Meta Biomed CO. LTD®), entre otros (4).

### **Vitapex®**

Es un material de relleno para conductos radiculares, con apariencia de una pasta amarilla, blanda y ligeramente viscosa, se encuentra en el mercado en presentación de jeringa predosificada con puntas dispensadoras que facilitan su aplicación dentro del conducto. Está compuesto por yodoformo (40.4%) que es bacteriostático e incrementa la radiopacidad, hidróxido de calcio (30.3%) que estimula las células y ayuda a la apexogénesis, aceite de silicón (22.4%) como lubricante que asegura el revestimiento completo de las paredes del conducto y material inerte (6.9%). Presenta un pH alto que neutraliza las endotoxinas producidas por las bacterias, es marcadamente radiopaco, biocompatible, no

endurece, y al ser soluble el hidróxido de calcio permanece activo en el canal radicular; puede ser utilizado en el tratamiento de apexificación y formación de tejido duro, trauma endodóntico de la niñez y como material de obturación radicular en dientes deciduos. (7,11,32).

Diversas investigaciones sustentan la utilización de Vitapex como material de obturación. Subramaniam y cols. mencionan un éxito de 100% (5,6). Mortazabi y cols. reportan un cambio en las radiografías preoperatorias con un 77.8% de reducción en el tamaño del área de radiolucidez que confirma la regeneración del tejido después de 3 meses de realizado el tratamiento (7). En estudios experimentales se reporta que después de 19 días del tratamiento se forma un puente dentinario en la superficie del tejido residual y en un período de 60 días las áreas periapicales se cierran por la constitución de un puente de cemento, además estos estudios reportan que la membrana periapical de los órganos dentales obturados se encuentra saludable (13). Grupta y cols. realizaron un estudio comparativo en el cual afirman que el éxito clínico de Vitapex fue de 90.4% contra un 85.7% del ZOE. Además, en estudios relacionados con la microfiltración de materiales de obturación radicular Bawazir demostró que el Vitapex presenta menor grado de microfiltración en comparación con el ZOE y la pasta KRI (4).

El Vitapex es bien tolerado en el periápice aún en grandes sobreobturaciones, estudios clínicos han reportado la reabsorción del material extruido del ápice radicular, como ejemplos representativos podemos mencionar dos casos clínicos llevados a cabo en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en los

que se realizó la pulpectomía al órgano dental 85 con diagnóstico de necrosis pulpar y se utilizó como material de obturación el Vitapex. En las radiografías post-operatorias inmediatas se observó la sobreobturación de los conductos radiculares. Se realizó la medición del material extruido y se determinó que, en el primer caso la sobreobturación fue de 3.5 mm y 5 mm en los conductos mesiolingual y distal, respectivamente; en el segundo caso la sobreobturación fue de 2 mm, 1 mm y 4 mm en los conductos mesiolingual, mesiovestibular y distal, respectivamente. Después de 30 días de realizado el tratamiento se tomó radiografía del área tratada y en ambos casos se observó que el material extruido se reabsorbió en su totalidad (13).

Una de las características más favorables del Vitapex es su capacidad de reabsorción, que ocurre con rapidez en la zona periapical y de forma más lenta dentro del conducto radicular (6,13). Aunque ensayos clínicos reportan que el material que se extruye del ápice es reabsorbido, existe una gran discrepancia en el tiempo que se reporta su completa reabsorción, refiriendo tiempos que van desde 1 semana a 6 meses después de la obturación (3–6). A este respecto, a la fecha no existen estudios multidisciplinarios que evalúen las propiedades fisicoquímicas del Vitapex que ayuden a determinar de forma más precisa si la pérdida de radiopacidad del material se debe a su reabsorción natural exclusivamente o a la ocurrencia simultánea de procesos adicionales tales como la disociación de sus iones constituyentes de alto número atómico (Z). Así pues, en este proyecto se propone un estudio de la evolución con el tiempo de la radiopacidad y estabilidad física del Vitapex, mediante la

comparación de hallazgos clínicos con estudios *in vitro*.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este proyecto se plantea un estudio multidisciplinar clínico e *in vitro* encaminado a determinar el efecto de la difusión de iones a partir del material de obturación Vitapex hacia su entorno en su radiopacidad y estabilidad física.

## JUSTIFICACIÓN

Es bien sabido que el material de obturación Vitapex presenta cambios en su radiopacidad y estabilidad física debidos a los procesos naturales de reabsorción *in vivo*. Sin embargo, para nuestro mayor conocimiento, no existe a la fecha ningún estudio que trate de elucidar el posible rol de la difusión de sus iones constituyentes hacia el entorno en las propiedades antes mencionadas. Este rol, en caso de confirmarse, puede mejorar tanto el entendimiento de los mecanismos de acción de este material de obturación (y otros de naturaleza similar) como su posible optimización para regular su estabilidad física y velocidad de reabsorción.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis de trabajo**

La investigación propuesta nos permitirá determinar si la difusión de los iones constituyentes del material de obturación Vitapex hacia su entorno tiene algún efecto en su radiopacidad y estabilidad física con el tiempo, además del ya conocido proceso natural de reabsorción.

### **Hipótesis nula (H0)**

El material de obturación Vitapex no presentará pérdida de su radiopacidad ni alteraciones en su estabilidad física ya sea debido al proceso natural de reabsorción o por difusión de sus iones constituyentes hacia su entorno.

### **Hipótesis alternativa 1 (H1)**

El material de obturación Vitapex presentará pérdida de radiopacidad debido al proceso natural de reabsorción, exclusivamente.

### **Hipótesis alternativa 2 (H2)**

Además de por el proceso natural de reabsorción, el material de obturación Vitapex presentará también pérdida de radiopacidad y alteraciones en su estabilidad física con el tiempo debido a la difusión de sus iones constituyentes hacia el entorno.

## OBJETIVO GENERAL

Determinar la evolución con el tiempo de la radiopacidad y estabilidad física del Vitapex a través de estudios clínicos e *in vitro*.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.- Tomar radiografías de pacientes con pulpectomía obturados con Vitapex, en molares deciduos inferiores, instrumentados con lima 35, tras la obturación y después de 1, 3 y 4 meses.

2.- Determinar la radiopacidad del Vitapex a partir de las radiografías adquiridas a todos los tiempos, utilizando un software especializado para el análisis de imagen, normalizando a escala de grises con respecto a la dentina.

3.- Tomar radiografías de muestras de Vitapex incubadas en modelos *in vitro* de difusión pasiva (agua Milli Q) y difusión acelerada de iones (solución acuosa de EDTA), a distintos tiempos y temperatura ambiente.

4.- Determinar la radiopacidad del Vitapex a partir de las radiografías adquiridas a todos los tiempos, utilizando un software especializado para el análisis de imagen, normalizando a escala de grises con respecto a una cuña de aluminio escalonada.

5.- Determinar la estabilidad física del Vitapex a partir de ensayos de gravimetría de muestras incubadas en modelos *in vitro* de difusión pasiva (agua Milli Q) y difusión acelerada de iones (solución acuosa de EDTA), a distintos tiempos y temperatura constante de 37 °C.

## VARIABLES

### Variable independiente:

- Tiempo (estudio clínico e *in vitro*).
- Tipo de solvente (estudio *in vitro*).
- Ubicación del material en el órgano dental y región periapical (estudio clínico).

### Variable dependiente:

- Radiopacidad del Vitapex (estudio clínico e *in vitro*).
- Estabilidad física del Vitapex (estudio *in vitro*).

### Operación de variables

Se determinará la evolución con el tiempo de la radiopacidad y estabilidad física del Vitapex a través de estudios clínicos e *in vitro*. La evolución de radiopacidad (pérdida) será evaluada a partir de: i) radiografías obtenidas de pacientes a distintos tiempos tras la obturación de los conductos y ii) tras la incubación del material en el seno de agua Milli Q y una solución acuosa de EDTA, utilizando el software para análisis de imagen Image J y normalizando a escala de grises con respecto a la dentina (estudio clínico) y una cuña de aluminio escalonada (estudio *in vitro*). La estabilidad física del material será evaluada mediante ensayos de gravimetría tras su incubación estática a 37 °C por convección a distintos tiempos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de estudio

- Estudio experimental.

### Universo de estudio

#### *Estudio clínico:*

Una población de siete pacientes de entre 3 y 7 años de edad con pulpectomía de molares inferiores temporales, con conductos radiculares instrumentados hasta la lima 35 y obturados con Vitapex.

#### *Estudio in vitro:*

Tres muestras de Vitapex por cada tiempo y condición de incubación, empleando modelos *in vitro* de difusión pasiva y acelerada de iones (agua Milli-Q y solución acuosa 10 mM de EDTA, respectivamente), a temperaturas definidas (temperatura ambiente y 37 °C).

### Criterios de inclusión

- Pacientes de entre 3 y 7 años de edad sistémicamente sanos.
- Pacientes con consentimiento informado firmado.

- Molares inferiores diagnosticados para tratamiento radicular que presenten 2/3 partes de la raíz.
- Molares inferiores que presenten dilaceración de conductos en el tercio apical radicular no mayor de 25°.
- Molares inferiores que presenten conductos rectos.
- Molares inferiores en los que se inició la instrumentación del conducto con una lima de calibre no mayor de 15.

**Criterios exclusión**

- Pacientes fuera del intervalo de edad antes mencionado.
- Molares superiores.
- Molares inferiores con menos de 2/3 partes de raíz.
- Molares que presenten dilaceración de conductos en el tercio apical radicular mayor de 25°.

**Criterios de eliminación**

- Pacientes que no asistieron a sus citas programadas.
- Pacientes con conducta inmanejable en el sillón dental.

### **Materiales e instrumental**

Todos los materiales e instrumental fueron de origen comercial. El Vitapex (pasta yodoformada) fue de la marca de Neo Dental International Inc. La mepivacaína al 2% fue de la marca Septodont. El óxido de zinc y eugenol (ZOE) con nombre comercial IRM fue de la marca Dentsply. El suero fisiológico fue de la marca PiSA. El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) fue adquirido de la casa comercial Sigma-Aldrich. La regla de endodoncia milimetrada fue de la marca TBS. La pieza de alta velocidad fue de la marca KaVo. Sistema de Radiología Digital marca Kodak con sensor marca Schick. Las fresas bola #4, 6 y troncocónica #330 fueron de la marca SS White Carbide Burs. Se utilizó material para aislamiento absoluto: dique de hule, portagrapa, perforadora de dique, grapas. Las limas K-File Colorinox Maillefer primera serie con longitud de 21 mm fueron de la marca Dentsply. La cuña de aluminio escalonada de 1-9 mm fue de la marca Dent-X. La experimentación *in vitro* fue realizada con agua destilada y desionizada calidad Milli-Q.

### **Metodología de los estudios *in vitro***

Los estudios *in vitro* de este proyecto fueron llevados a cabo en los laboratorios de Cultivo celular y Microscopía confocal del Instituto Tecnológico de Tijuana.

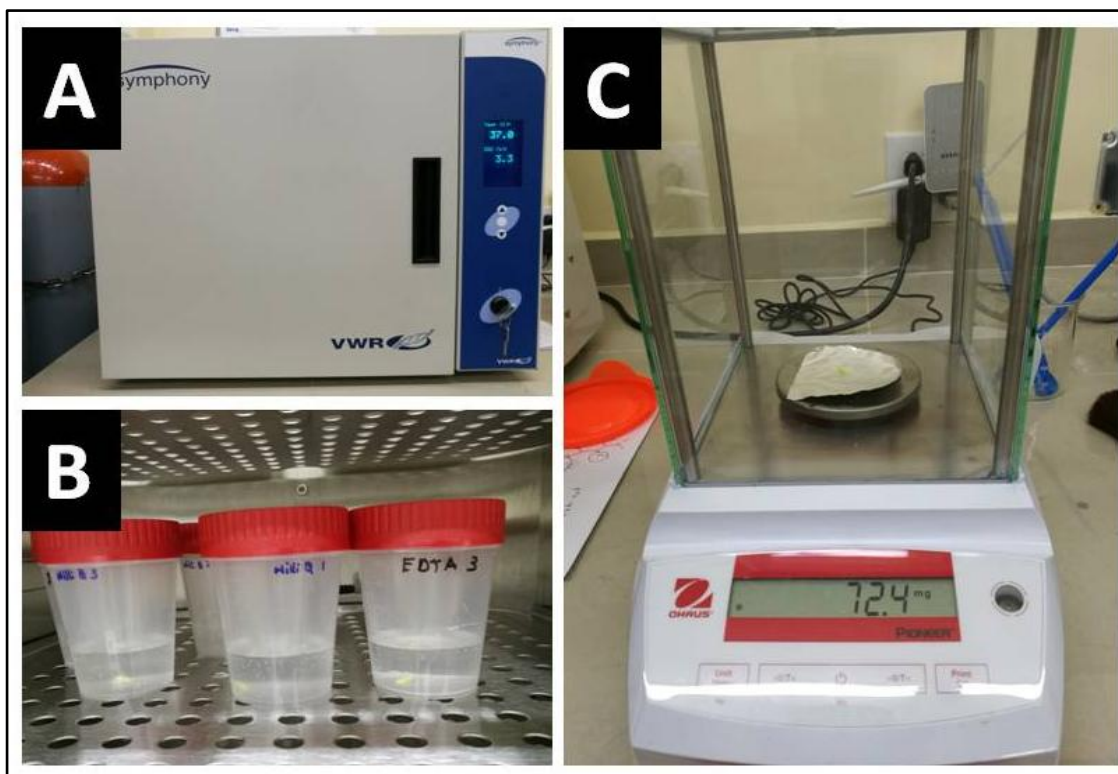
- Estabilidad física el Vitapex

La estabilidad física del Vitapex fue evaluada a través de fotografías y ensayos de gravimetría a distintos tiempos a lo largo de la incubación de las muestras en el seno de modelos *in vitro* de difusión pasiva (agua Milli-Q) y acelerada de iones (solución acuosa 10 mM de EDTA). Estos estudios fueron llevados a cabo por triplicado a una temperatura constante de 37 °C (temperatura fisiológica) hasta un tiempo máximo de 74 días. Para su caracterización en cada punto de tiempo, cada muestra fue extraída de su medio de incubación, secada con mucho cuidado por capilaridad con un papel absorbente, fotografiada, pesada en una microbalanza analítica y devuelta con mucho cuidado a su medio de incubación. En la Figura 2 se presentan fotografías del equipo instrumental empleado. Se muestran el exterior e interior de la incubadora donde se mantuvieron las muestras (paneles A y B, respectivamente), así como la microbalanza analítica con la que se llevaron a cabo los pesajes (panel C). Los resultados reportados para cambio en peso para cada condición experimental y cada tiempo (Figura 6) fueron calculados de acuerdo a la Ecuación 2:

**Ecuación 2. Cambio en peso (%).**

$$\text{Cambio en peso (\%)} = 100 * \frac{(P_t - P_0)}{P_0}$$

donde  $P_t$  y  $P_0$  corresponden a los pesos del Vitapex en el tiempo específico de estudio y tiempo inicial de experimentación, respectivamente.



**Figura 2. Fotografías de equipo instrumental.**

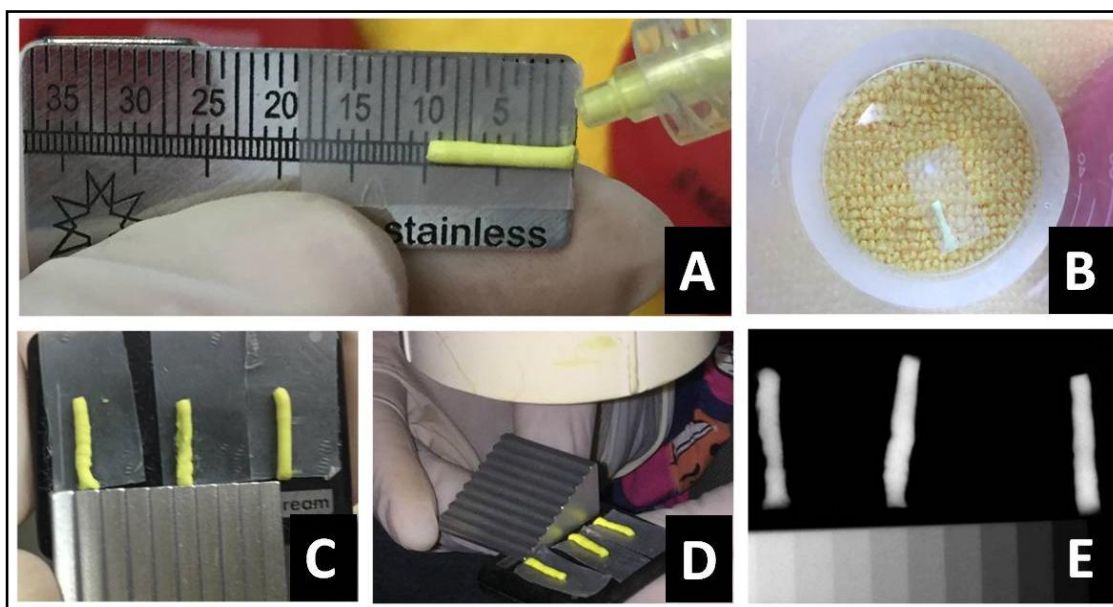
Equipo instrumental empleado para la caracterización de estabilidad física del Vitapex. A) Vista exterior de la incubadora, B) Vista interior de la incubadora y C) Microbalanza analítica.

- Radiopacidad del Vitapex

La radiopacidad del Vitapex fue evaluada a través de estudios radiográficos a distintos tiempos a lo largo de la incubación de las muestras en el seno de modelos *in vitro* de difusión pasiva (agua Milli-Q) y acelerada de iones (solución acuosa 10 mM de EDTA). Estos estudios fueron llevados a cabo por triplicado a temperatura ambiente (ca. 25 °C) hasta un tiempo máximo de 13 días.

Para su caracterización en cada punto de tiempo, cada muestra fue extraída de su medio de incubación, secada con mucho cuidado por capilaridad con un

papel absorbente, caracterizada por rayos X, pesada y devuelta con mucho cuidado a su medio de incubación. En la Figura 3 se presentan fotografías del procedimiento experimental llevado a cabo. Se muestra la extrusión de la muestra a una longitud de 1 cm (panel A), la inmersión de la muestras en el modelo de elección (panel B), montaje de las muestras para su estudio radiográfico empleando una cuña de aluminio escalonada como material de referencia (paneles C y D) y la radiografía obtenida (panel E). Las radiografías obtenidas fueron analizadas de acuerdo al procedimiento descrito en la sección “Análisis de imagen”.



**Figura 3. Fotografías del procedimiento caracterización in vitro de la radiopacidad.**

Procedimiento experimental de la caracterización in vitro de la radiopacidad del Vitapex. A) Extrusión de la muestra, B) Incubación de la muestra, C, D) Montado de la muestra para la radiografía y E) Radiografía adquirida.

### **Metodología del estudio clínico**

Para el estudio clínico se realizaron pulpectomías a pacientes de entre 3 y 7 años de edad en la Clínica de Especialidad en Odontología Pediátrica de la Universidad Autónoma de Baja California - Campus Tijuana.

Se recabó la información por medio de una ficha clínica (ver anexos) que incluye datos personales del paciente, condición general de salud, examen clínico y radiográfico para determinar el diagnóstico y plan de tratamiento requerido (pulpectomía). La población de estudio fue seleccionada al azar, siempre y cuando contara con la autorización de los padres o tutores mediante el consentimiento informado (ver anexos).

La técnica realizada para el tratamiento pulpar fue la siguiente:

- *Diagnóstico y preparación de campo operatorio.*

Se obtuvo el diagnóstico clínico y radiográfico con el uso de rayos X digital utilizando técnica bisectriz de ángulo. Se infiltró el anestésico local utilizando la técnica troncular alveolar inferior (mepivacaína con vasoconstrictor al 2%). Se aisló el órgano dental con un dique de goma y se procedió a la eliminación del tejido dental cariado.

- *Determinación de la longitud de trabajo e instrumentación de los conductos radiculares.*

Se realizó el acceso a la cámara pulpar con fresa troncocónica de numeración 330, los restos pulpares se eliminaron con cucharilla de dentina afilada. La longitud de trabajo se determinó superponiendo un instrumento endodóntico a la radiografía preoperatoria y manteniéndolo 1-2 mm por arriba del ápice radiográfico. Se introdujeron limas endodónticas en los conductos radiculares para determinar la longitud de trabajo mediante una radiografía de conductometría. Una vez establecida la longitud de trabajo, se realizó la instrumentación de los conductos radiculares con limas Dentsply K- file 21 mm iniciando con lima 15 hasta la lima 35. Se irrigó el canal radicular con una jeringa hipodérmica con suero fisiológico entre lima y lima. Se eliminó el exceso de suero fisiológico colocando una pequeña torunda de algodón estéril en el área de la cámara pulpar y los conductos fueron secados con puntas de papel.

- *Obturación de conductos radiculares.*

Una vez lavado y secado el conducto radicular instrumentado, se insertó la punta dispensadora del Vitapex hasta 2-4 mm antes del ápice y se comprimió el émbolo de la jeringa para aplicar la pasta gradualmente. A medida que la pasta fue llenando el conducto radicular, se fue retirando lentamente la punta dispensadora. Para no remover la pasta del conducto al retirar por completo la jeringa, se colocó una pequeña torunda de algodón estéril humedecida con

suero fisiológico ejerciendo presión contra la punta dispensadora. Se removió el exceso del material y se rellenó con ZOE el espacio de la cámara pulpar.

- *Restauración final y seguimiento radiográfico:*

Se realizó la restauración final con coronas de acero cromo de la marca comercial 3M, en algunos casos inmediatamente después de la terapia pulpar y en otros casos se requirió de una segunda cita. Se realizaron radiografías de los órganos dentales tras la obturación y después de 1, 3 y 4 meses. Las radiografías obtenidas fueron analizadas de acuerdo al procedimiento descrito en la sección “Análisis de imagen”.

### **Análisis de imagen**

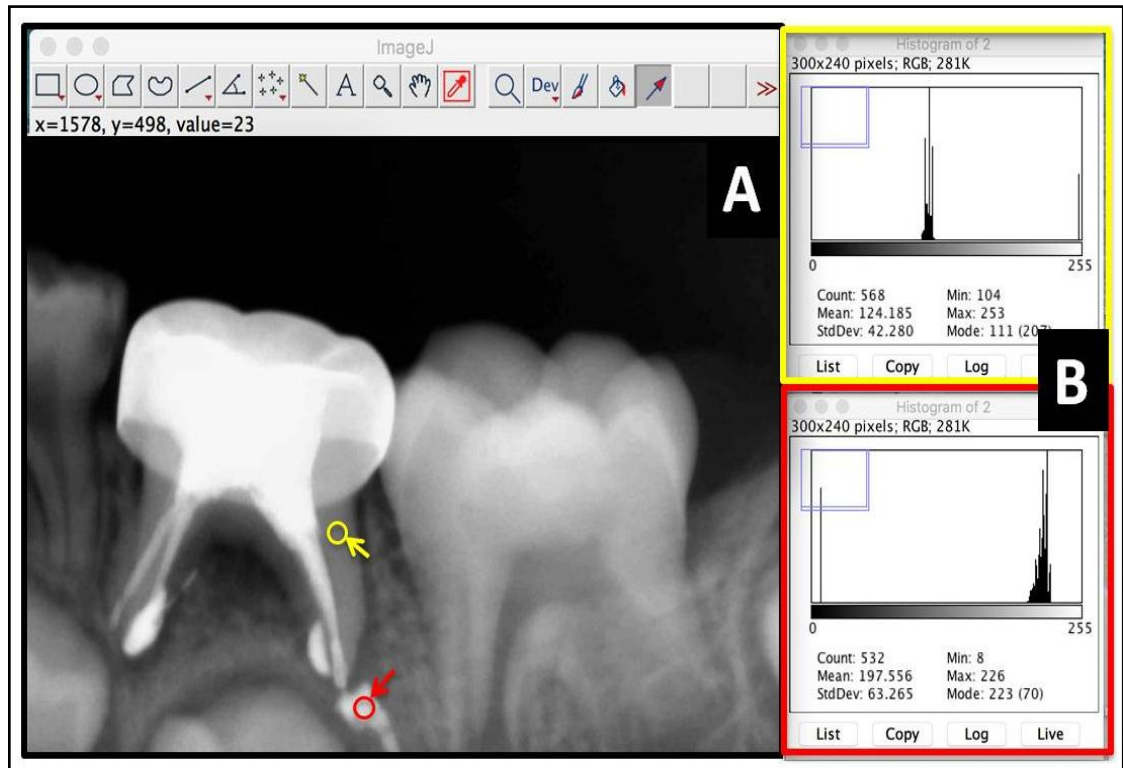
Las radiografías obtenidas a lo largo de este estudio fueron analizadas con el programa Image J para evaluar la radiopacidad del Vitapex. En un análisis típico, se seleccionaron las áreas de interés y con la ayuda del programa se obtuvieron histogramas de intensidad de color en escala de grises resultantes del conteo automático de píxeles para cada área. La escala de grises del programa asigna valores de entre 0 y 255 a píxeles que van desde negro a blanco. De esta forma es posible analizar la radiopacidad de las muestras con base en la normalización del valor obtenido con respecto a un valor de referencia. Para los estudios *in vitro* se empleó como material de referencia una

cuña escalonada de aluminio. Para los estudios clínicos se tomó como punto de referencia a la dentina. Estos materiales fueron seleccionados como punto de referencia en virtud de que no presentaron cambios en su radiopacidad a lo largo de los experimentos. En la Figura 4 se muestra el procedimiento de análisis para los estudios de pérdida de radiopacidad del material extruido en la región periapical a un tiempo determinado. En el panel A se muestran la dentina y la región objeto de estudio, marcados con las flechas amarilla y roja, respectivamente. En el panel B se muestran los histogramas de intensidad de color en escala de grises resultantes del conteo automático de píxeles en cada región. El porcentaje de radiopacidad reportado (Figura 9) fue calculado de acuerdo a la Ecuación 3:

**Ecuación 3. Radiopacidad (%).**

$$\text{Radiopacidad (\%)} = 100 * \frac{I_M}{I_R}$$

donde  $I_M$  e  $I_R$  representan el valor medio de intensidad de la región de interés y el valor medio de intensidad del material de referencia.



**Figura 4. Análisis de imagen con el programa Image J.**

Análisis de imagen con el programa Image J de las radiografías obtenidas. A) Regiones objeto de análisis (marcadas con flechas), B) Histogramas resultantes de intensidad de color.

### **Análisis estadístico**

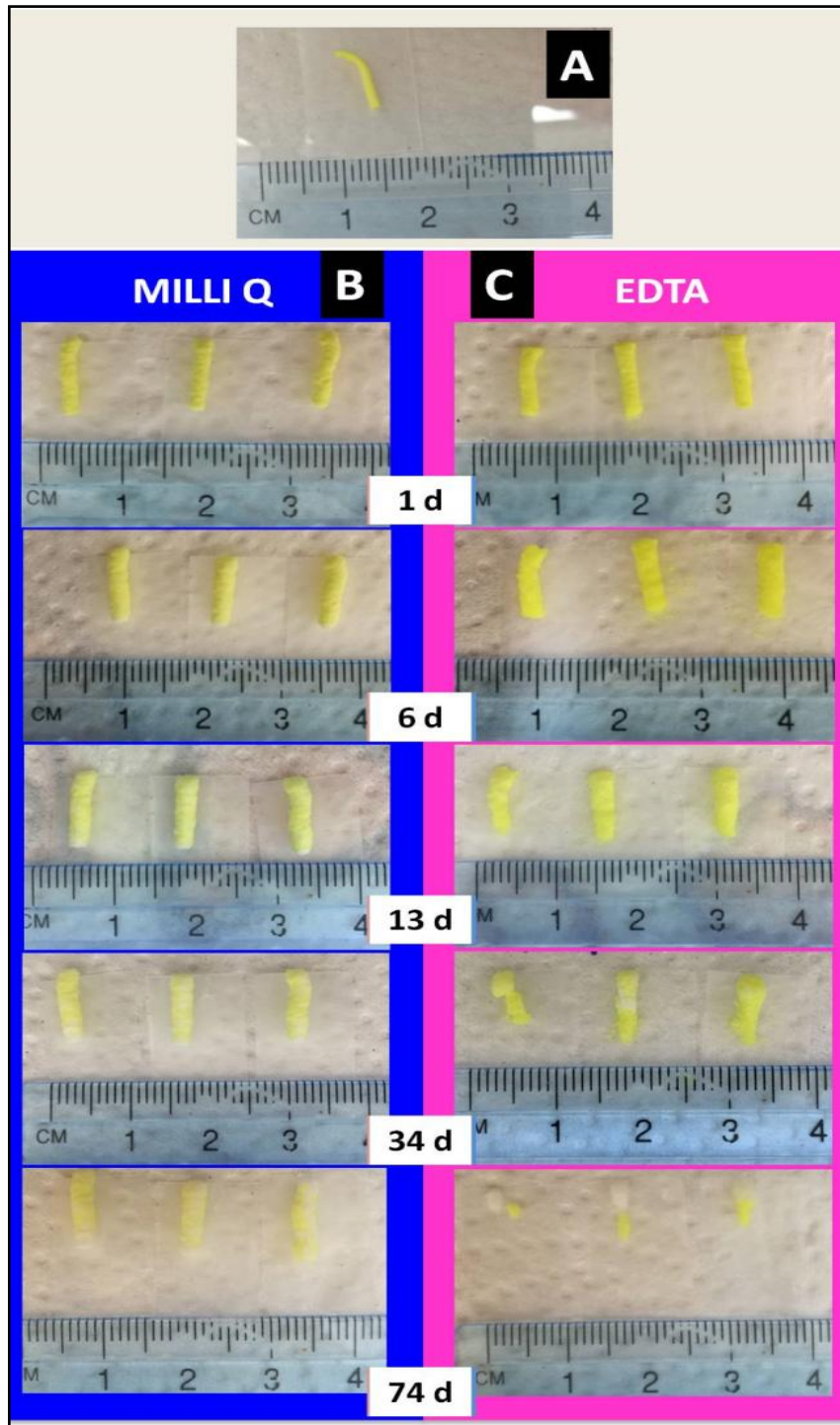
El análisis estadístico de los resultados fue llevado a cabo empleando el método “t de Student” de Análisis de la Varianza (ANOVA). La diferencia estadística fue considerada como significativa con un nivel de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Estudio de la evolución con el tiempo de la estabilidad física del Vitapex en modelos *in vitro***

Con el objetivo de evaluar la estabilidad física del Vitapex en modelos *in vitro* de difusión pasiva y acelerada de iones, se monitorearon los cambios dimensionales y en peso del material durante su incubación a 37 °C por hasta 74 días en el seno de agua Milli-Q y una solución acuosa de EDTA, respectivamente.

Los cambios dimensionales del material fueron documentados fotográficamente y los resultados obtenidos se presentan en la Figura 5. A partir de esta figura se observa un hinchamiento en todos los puntos de medición para el caso de las muestras incubadas en agua, con respecto a la muestra sin incubar (ver paneles A y B). Asimismo, para las muestras incubadas en EDTA, se observa un hinchamiento gradual solo hasta el día 6, mismo que es seguido por una fragmentación de las muestras a partir del día 13 (ver paneles A y C). Muy importante, al comparar los paneles A y B, se observa que las condiciones de difusión acelerada de iones (i.e. solución acuosa de EDTA) favorecen tanto el hinchamiento como la disolución *in vitro* del Vitapex, resultado que se confirma y se discute más adelante a partir de los resultados de los ensayos de gravimetría (Figura 6).



**Figura 5. Fotografías de cambios dimensionales *in vitro* del Vitapex.**

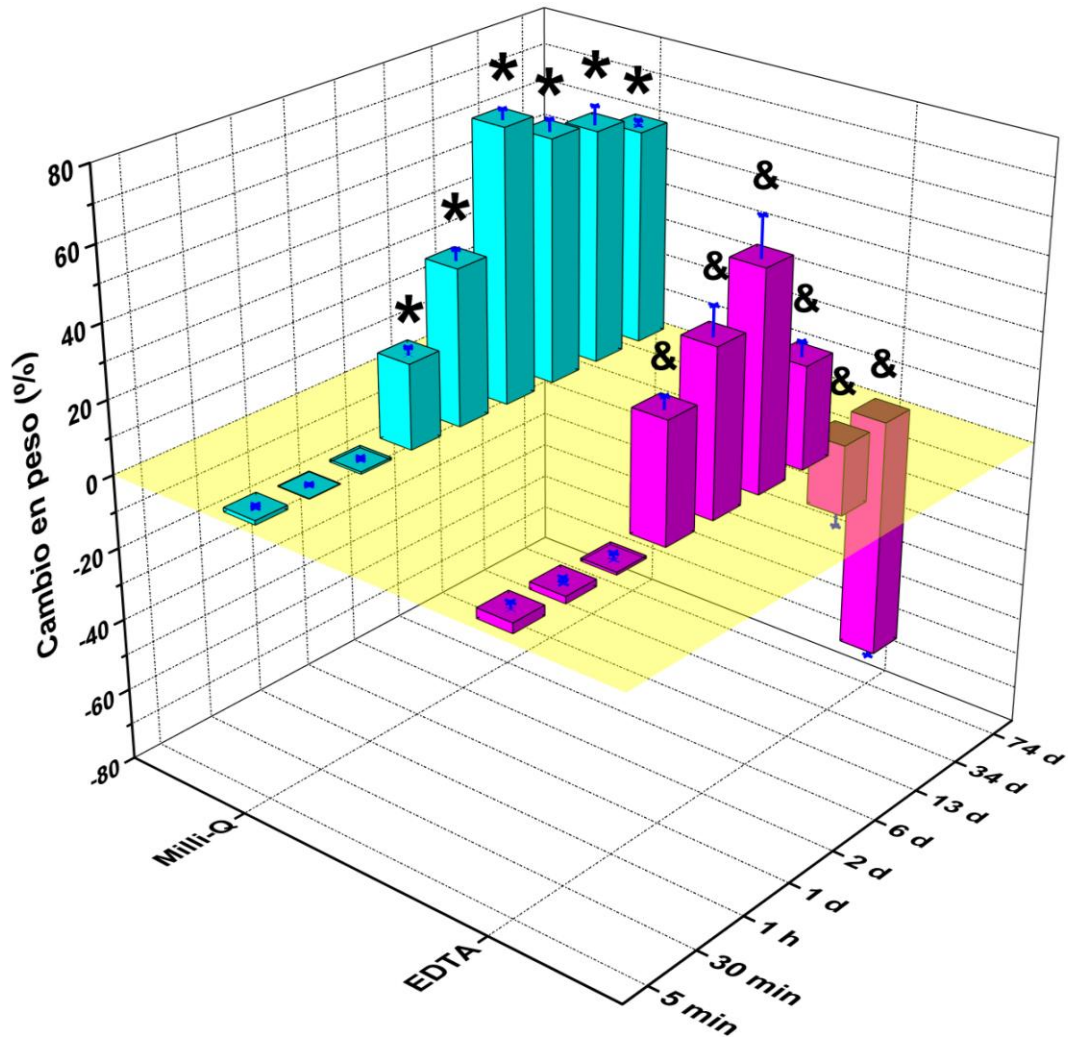
Cambios dimensionales del Vitapex debidos a su hinchamiento y disolución *in vitro* después de su incubación estática a 37 °C por convección en el seno de agua Milli-Q y una solución 10 mM EDTA.

Por otro lado, los cambios en peso del material fueron monitoreados por ensayos de gravimetría y los resultados obtenidos se presentan en la Figura 6. A partir de esta figura se observa que el Vitapex exhibió dos comportamientos distintos dependiendo de la naturaleza de la solución en la que fue incubado. Para el caso de las muestras inmersas en agua, se aprecia un incremento gradual en su peso desde 0 hasta ca. 75% al día 6, con diferencia estadísticamente significativa a partir del día 1 con respecto a los primeros tiempos de medición (5, 30 y 60 min). En línea con lo observado en la Figura 5, este resultado puede ser atribuido a la absorción del líquido al interior de la muestra (hinchamiento). Este valor de hinchamiento se mantuvo en equilibrio (constante) hasta el día 34, periodo de tiempo en el cual se observaron porcentajes de incremento en peso de entre 75 y 60%, sin diferencia estadísticamente significativa. Finalmente, se observó un ligero decremento en el porcentaje de hinchamiento en el día 74 (60%), con diferencia estadísticamente significativa con respecto al periodo de 6-34 días.

En lo que respecta a las muestras incubadas en EDTA, al igual que sus homólogas incubadas en agua, ellas desplegaron un incremento gradual en su peso con valores que alcanzaron un máximo de ca. 60% de hinchamiento al día 6, con diferencia estadísticamente significativa a partir del día 1 con respecto a los primeros tiempos de medición (5, 30 y 60 min). Sin embargo, seguido del máximo en hinchamiento observado, tuvo lugar un decremento marcado en peso que se reflejó a partir del día 13 en adelante, con diferencia estadísticamente significativa en todos los puntos de medición entre los días 6 y

74. Esta pérdida en peso es atribuida a la disolución acelerada del material por la acción quelatante del EDTA, que provocó una difusión acentuada de sus iones constituyentes hacia el seno del líquido. Esta disolución dio como resultado la fragmentación del material en el interior del líquido a partir del día 13, dando lugar a la pérdida en peso del material a valores incluso inferiores al 0% a partir del día 34, alcanzando un máximo de ca. -70% a 74 días de incubación. Esta fragmentación fue confirmada gráficamente por fotografías (ver Figura 5).

Es importante mencionar en este punto que a lo largo de su incubación ninguna de las muestras fue sometida ni a estrés térmico ni mecánico, por lo que la fragmentación y pérdida de peso observadas en las Figura 5 y Figura 6 se pueden atribuir única y exclusivamente a la difusión acelerada de iones por la acción quelatante del EDTA antes mencionada.



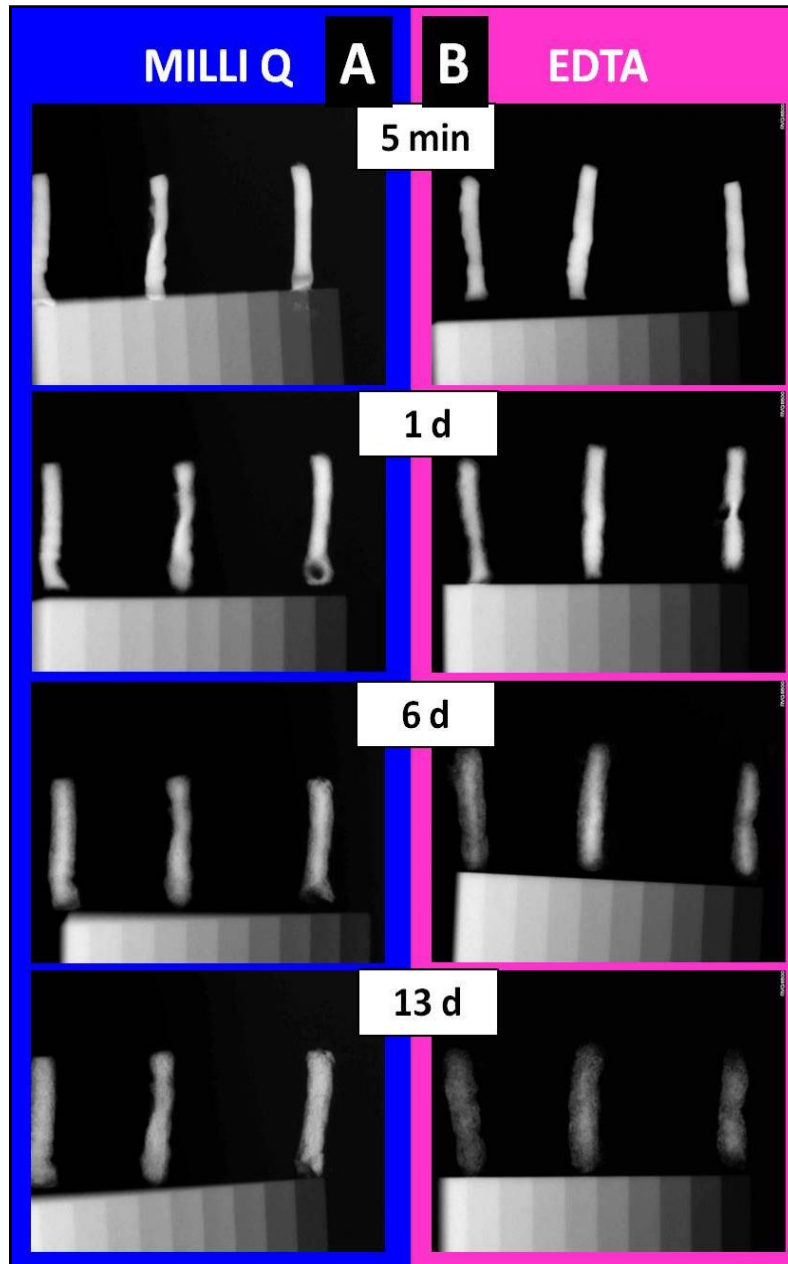
**Figura 6. Hinchamiento y disolución *in vitro* del Vitapex.**

Hinchamiento y disolución *in vitro* del Vitapex después de su incubación estática a 37 °C por convección en el seno de agua Milli-Q y una solución 10 mM EDTA. Los símbolos \* y & denotan diferencia estadísticamente significativa con respecto a la primera medición ( $p < 0.05$ ).

**Estudio de la evolución con el tiempo de la radiopacidad del Vitapex en modelos *in vitro***

Con el objetivo de evaluar la evolución de la radiopacidad del Vitapex en modelos *in vitro* de disolución pasiva y acelerada de iones, se monitoreo su cambio en radiopacidad durante su incubación por hasta 13 días en el seno de agua Milli-Q y una solución acuosa de EDTA, respectivamente, empleando como material de comparación una cuña de aluminio escalonada.

En la Figura 7 se muestran radiografías representativas de las muestras a tiempos seleccionados de incubación. De manera cualitativa, se observa un decremento gradual en la radiopacidad del Vitapex en ambas condiciones experimentales. Sin embargo, este decremento se ve acentuado para las muestras incubadas en EDTA, tal como se confirma de manera cuantitativa más adelante (Figura 9).



**Figura 7. Radiografías del Vitapex estudio *in vitro* de la evolución de la radiopacidad.**

Radiografías del Vitapex después de su incubación en el seno de agua Milli-Q y una solución 10 mM de EDTA. En la parte inferior de cada radiografía se observa una cuña de aluminio escalonada empleada como blanco de comparación.

Las radiografías mostradas en la Figura 7 (y otras adquiridas a tiempos adicionales), fueron analizadas con el programa de imagen Image J y los histogramas de intensidad obtenidos se muestran en la Figura 8. A partir de esta figura se puede observar que los histogramas del Vitapex en ambas condiciones experimentales (paneles A y C) se desplazan de forma progresiva hacia valores inferiores en la escala de grises (i.e. a la izquierda); mientras que los histogramas de la cuña de aluminio (panel B) se mantienen en valores constantes (i.e. no hay desplazamiento hacia la izquierda). Los valores medios de los histogramas obtenidos fueron empleados para determinar de manera cuantitativa la evolución de la radiopacidad del Vitapex. Los resultados son mostrados en la Figura 9.

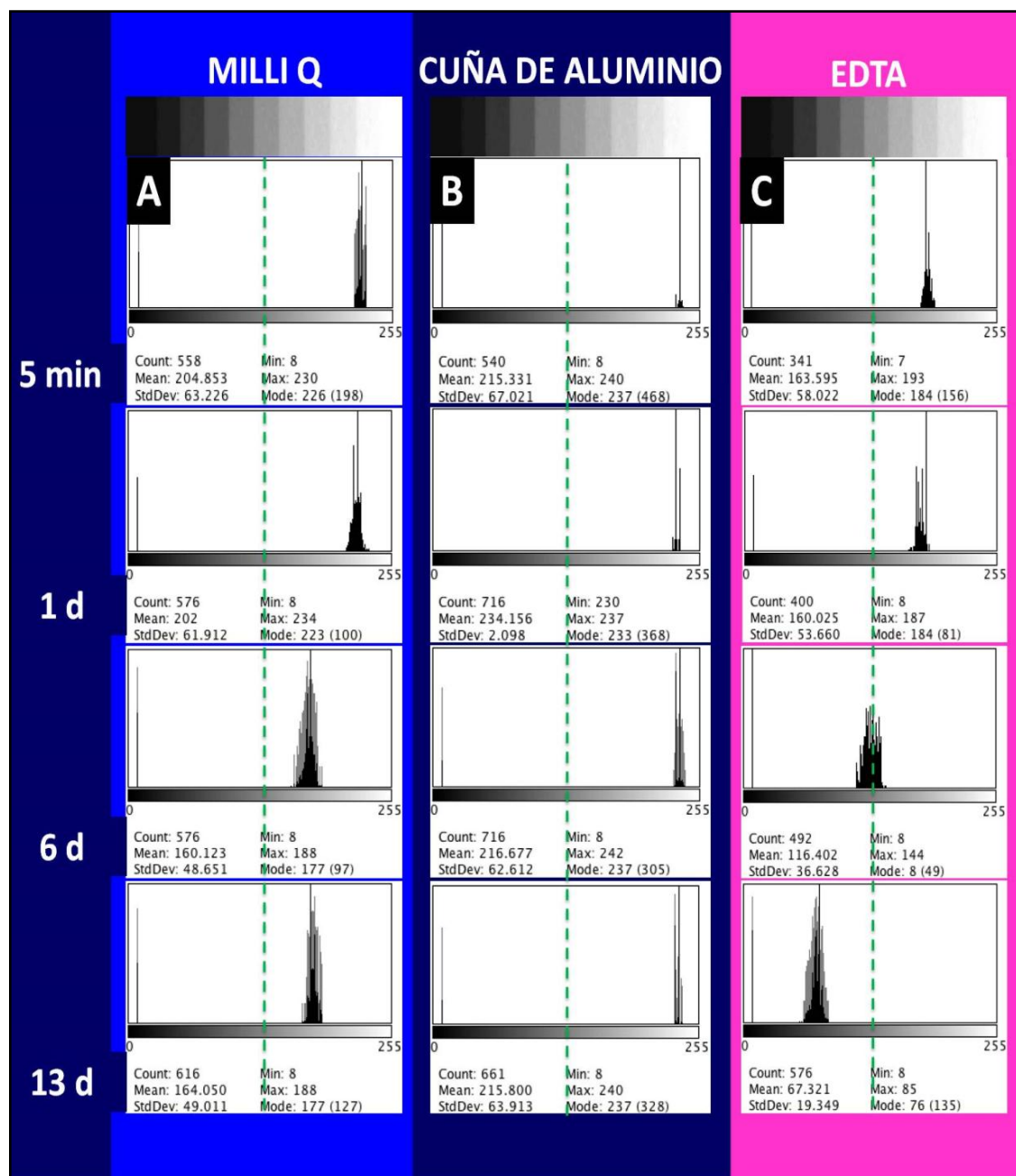


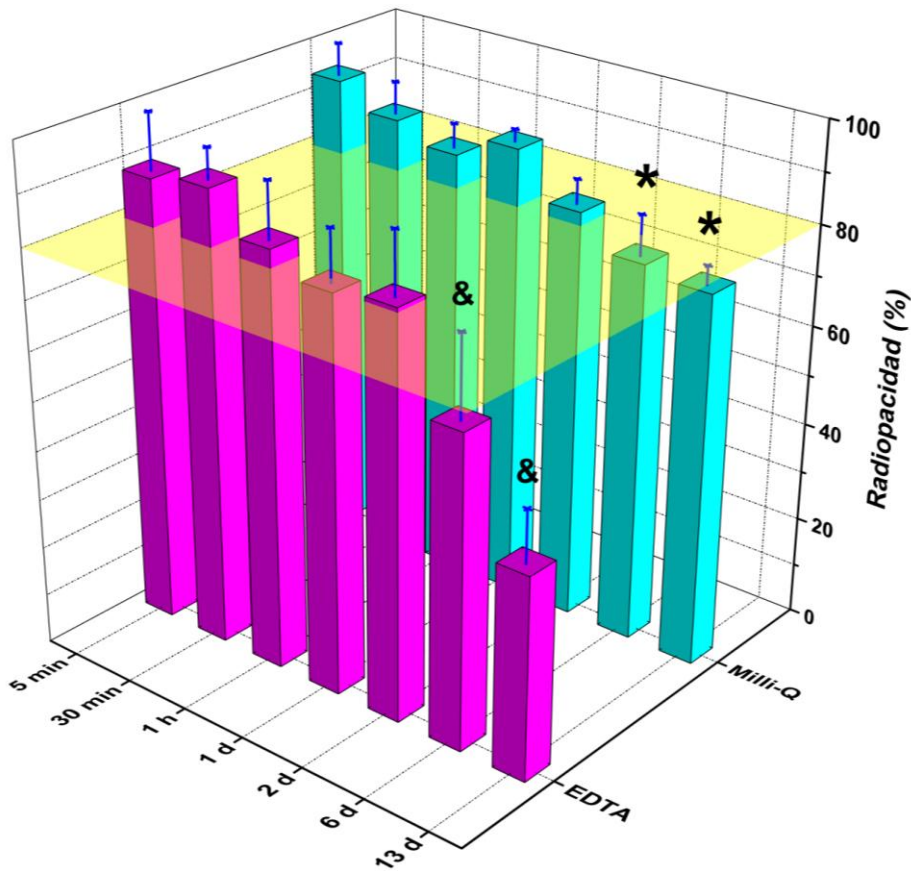
Figura 8. Análisis de los estudios radiográficos del Vitapex.

Se muestran: A) Los histogramas de intensidad de la muestra incubada en agua, B) Los histogramas de intensidad del segmento más radiopaco de la cuña de aluminio escalonada y C) Los histogramas de intensidad de la muestra incubada en EDTA. La línea verde punteada es una guía visual que marca el 50% de intensidad en escala de grises de los histogramas.

En la Figura 9 se muestran los resultados cuantitativos de la evolución de la radiopacidad del Vitapex. A partir de esta figura se observa que el Vitapex exhibió un decremento gradual en su radiopacidad durante su incubación tanto en agua Milli-Q como en EDTA, aunque mostrando en el segundo caso un cambio más acentuado, tal como fue mencionado en la discusión de la Figura 7. Para el caso de las muestras incubadas en agua, se aprecia que la radiopacidad del Vitapex con respecto a la cuña de aluminio despliega un decremento gradual en su valor porcentual de ca. 95 a ca. 85% en un lapso de 2 días, sin diferencia estadísticamente significativa desde la primera medición (5 min). Sin embargo, a los 6 y 13 días, el porcentaje de radiopacidad bajó a ca. un 75%, con diferencia estadísticamente significativa con respecto a la primera medición (5 min).

Por su parte, la muestra incubada en EDTA exhibió una pérdida de radiopacidad de ca. 90 a 80% en un lapso de 2 días, sin diferencia estadísticamente significativa desde la primera medición (5 min). Sin embargo, al igual que sus homólogas inmersas en agua, las muestras incubadas a 6 y 13 días exhibieron valores de radiopacidad de 60 y 40%, respectivamente, ambas con diferencia estadísticamente significativa con respecto a la primera medición (5 min). Esta diferencia tan marcada en los valores de radiopacidad a los días 6 y 13 parece estar relacionada con el fenómeno antes discutido de la difusión acelerada de iones a partir del material hacia el seno del líquido por la acción quelatante del EDTA. Con la pérdida de especies iónicas de alto número atómico ( $Z$ ), en particular yodo ( $Z = 53$ , procedente del yodoformo) y calcio ( $Z =$

20, procedente del hidróxido de calcio), el Vitapex pierde su capacidad de absorber o bloquear los RX y por tanto su radiopacidad. Muy importante, con el diseño experimental implementado para esta caracterización (i.e. tiempos relativamente cortos de incubación y temperatura moderada) nos asegurarnos de que la pérdida en radiopacidad observada se debiera exclusivamente a la disociación de iones y no a cambios dimensionales del material debidos a su fragmentación.

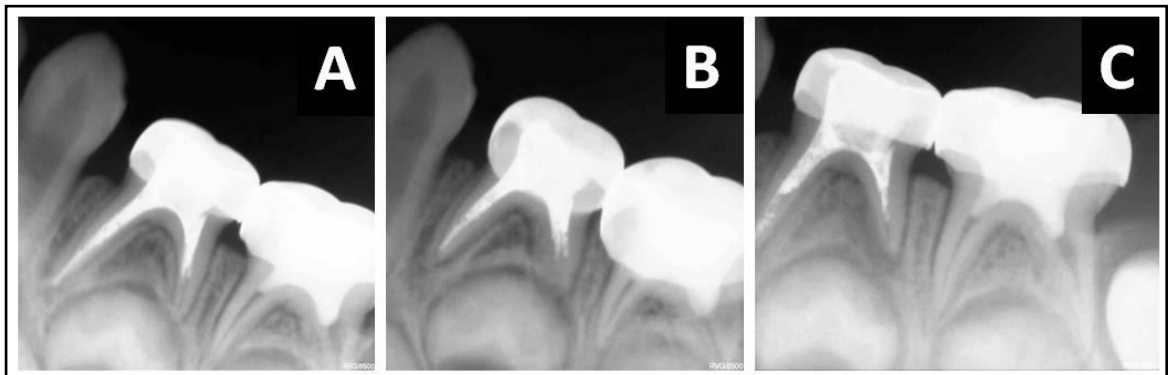


**Figura 9. Radiopacidad in vitro del Vitapex.**

Radiopacidad in vitro del Vitapex después de su incubación estática a temperatura ambiente en el seno de agua Milli-Q y una solución 10 mM EDTA. Los símbolos \* y & denotan diferencia estadísticamente significativa con respecto a la primera medición ( $p < 0.05$ ).

### **Estudio de la evolución con el tiempo de la radiopacidad del Vitapex en el interior de los conductos radiculares**

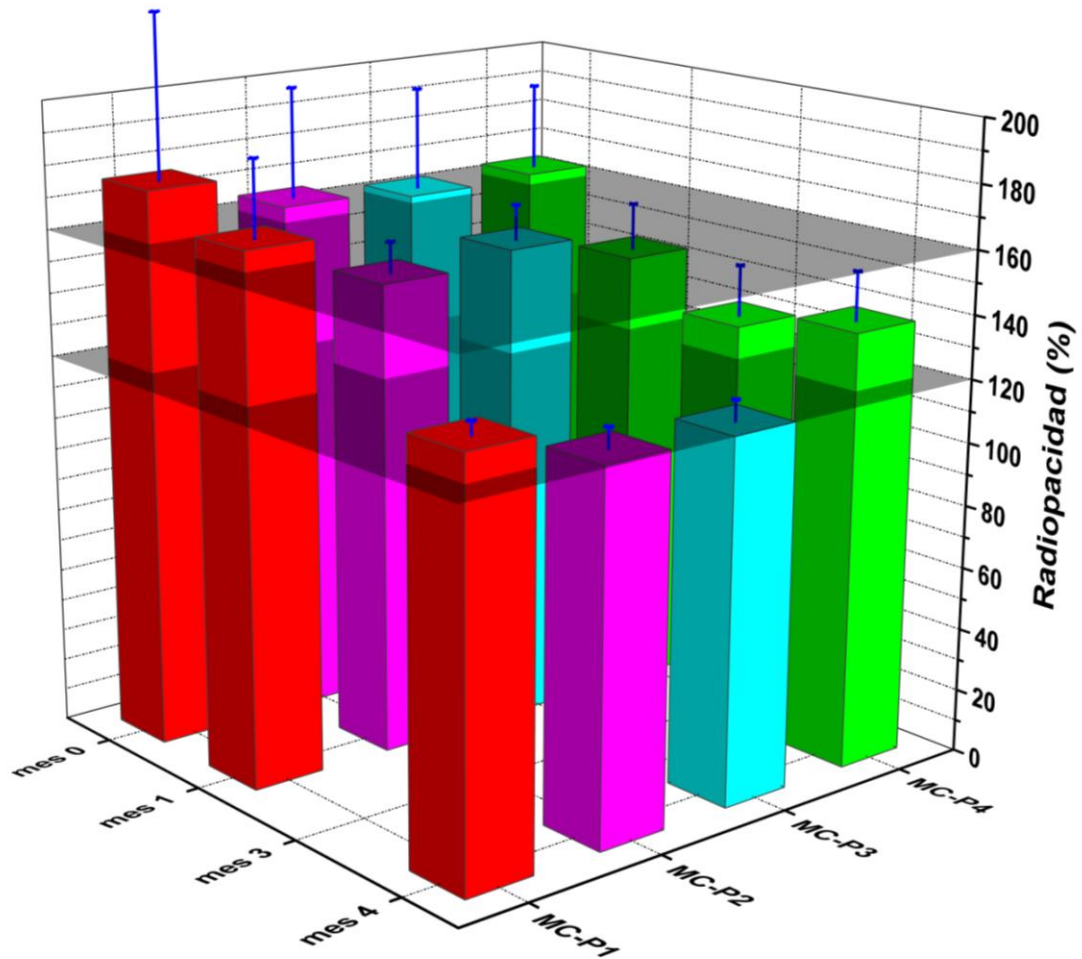
Con el objetivo de monitorear la evolución de la radiopacidad del Vitapex en el interior de los conductos radiculares, se obtuvieron radiografías a distintos tiempos de órganos dentales tras el proceso de obturación. En la Figura 10 se muestran radiografías de un caso clínico representativo. De manera cualitativa, se observa un decremento gradual en la radiopacidad del material con el tiempo. Este decremento fue cuantificado a partir de análisis de imagen tomando como punto de referencia la dentina; los resultados se muestran en la Figura 11.



**Figura 10. Evolución de la radiopacidad del Vitapex dentro de los conductos radiculares.**

Evidencia radiográfica de la evolución del Vitapex dentro de los conductos radiculares de un paciente. A) Radiografía inmediata, B) Radiografía después de 1 mes y C) Radiografía después de 4 meses. El análisis de esta muestra corresponde a los datos MC-P4 mostrados en la Figura 11.

En la Figura 11 se muestran los valores porcentuales de radiopacidad del Vitapex en el interior de los conductos radiculares en comparación con la dentina, resultantes del seguimiento de cuatro pacientes por un periodo de hasta 4 meses. A partir de esta figura se observa un decremento gradual en la radiopacidad del material en todos los casos, con valores de ca. 160% (radiografía inmediata) a ca. 120% (radiografía tomada a los 4 meses), aunque sin diferencia estadísticamente significativa. Este cambio moderado en la radiopacidad es comparable con la pérdida de radiopacidad debida a la difusión pasiva de iones e hinchamiento de agua exhibida por las muestras incubadas en agua Milli-Q (Figura 9), por lo tanto se asume que a esta escala de tiempos no existe reabsorción del Vitapex en el interior de los conductos radiculares.



**Figura 11. Radiopacidad del Vitapex en el interior de conductos radiculares.**

Radiopacidad del Vitapex en el interior de conductos radiculares a distintos tiempos después de la obturación. MC-P1 a MC-P4 representan los datos correspondientes al material dentro de los conductos de 4 pacientes.

### Estudio de la evolución con el tiempo de la radiopacidad del Vitapex extruido en la región periapical

Con el objetivo de monitorear la evolución de la radiopacidad del Vitapex en la región periapical, se obtuvieron radiografías de órganos dentales con material extruido a distintos tiempos después del proceso de obturación.

En la Figura 12 se muestran radiografías de un caso clínico representativo. De manera cualitativa, se observa un decremento marcado en la radiopacidad del material con el tiempo, mismo que es recurrentemente atribuido al proceso de reabsorción (3–6). Este decremento fue cuantificado a partir de análisis de imagen tomando como punto de referencia la dentina; los resultados se muestran en la Figura 13.

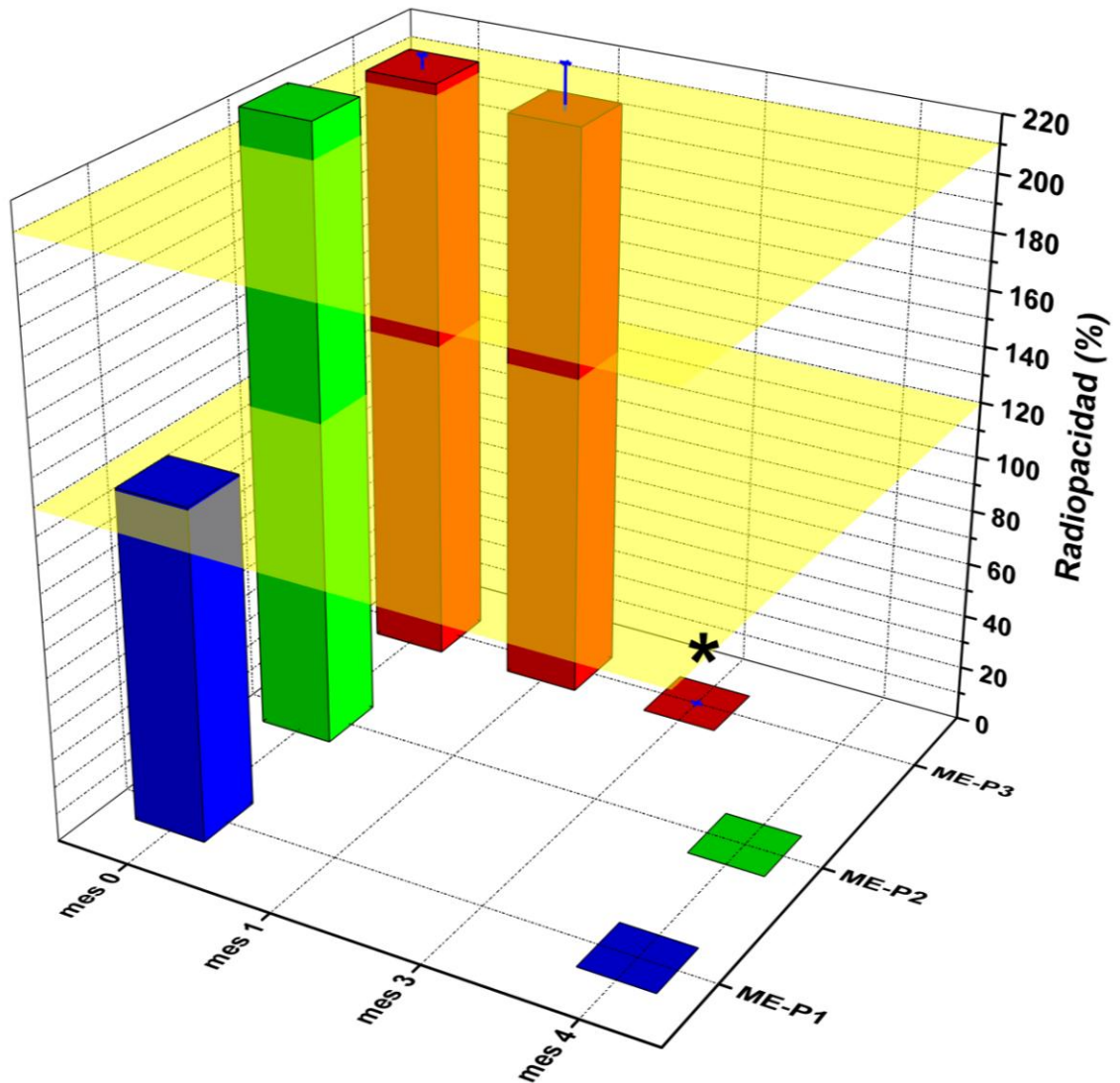


**Figura 12. Evolución de la radiopacidad del Vitapex extruido en la región periapical.**

Evidencia radiográfica de la evolución del Vitapex extruido en la región periapical de un paciente. A) Radiografía inmediata, B) Radiografía después de 1 mes y C) Radiografía después de 3 meses. El análisis de esta muestra corresponde a los datos ME-P3 mostrados en la Figura 13.

En la Figura 13 se muestran los valores porcentuales de radiopacidad del Vitapex extruido a la región periapical en comparación con la dentina, resultantes del seguimiento de tres pacientes por un periodo de hasta 4 meses. A partir de esta figura se observa un decremento en la radiopacidad del material en todos los casos. Para los pacientes 1, 2 y 3 se observaron porcentajes iniciales de radiopacidad de ca. 120, 220 y 210% (radiografía inmediata), respectivamente. Estos valores decayeron drásticamente hasta porcentajes de ca. 0% en un término de 3 meses (paciente 3, con diferencia estadísticamente significativa) y 4 meses (pacientes 1 y 2). Estos resultados son consistentes con reportes previos de la literatura que afirman que la reabsorción del Vitapex tiene lugar entre 1 semana y 6 meses tras la obturación de los conductos (3–6).

Es importante mencionar en este punto que solo fue posible hacer análisis estadístico para uno de los pacientes (paciente 3), en virtud de que de la población inicial de pacientes ( $n = 7$ ) este fue el único que satisfizo las siguientes condiciones: (i) que acudió a la mayoría de las citas programadas y (ii) que presentó más de un órgano dental con material extruido.



**Figura 13. Radiopacidad del Vitapex extruido a la región periapical.**

Radiopacidad del Vitapex extruido a la región periapical a distintos tiempos después de la obturación. ME-P1 a ME-P3 representan los datos correspondientes al material extruido de 3 pacientes. El símbolo \* denota diferencia estadísticamente significativa con respecto a la radiografía inicial ( $p < 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

Se caracterizó la evolución con el tiempo de la radiopacidad y estabilidad física del material de obturación Vitapex a través de ensayos clínicos e *in vitro*.

### **Estabilidad del Vitapex en modelos *in vitro*:**

1. A partir de análisis fotográficos y por gravimetría se demostró que el Vitapex presentó alta afinidad por el agua tras su incubación en un modelo *in vitro* de difusión pasiva a temperatura fisiológica (agua Milli-Q, 37 °C), así como disociación iónica acentuada tras su incubación en un modelo *in vitro* de difusión acelerada de iones a temperatura fisiológica (solución acuosa de EDTA, 37 °C).
2. Con respecto a su afinidad por el agua, se observó un hinchamiento gradual y sostenido de las muestras tras su incubación en agua Milli-Q por hasta 74 días, con diferencia estadísticamente significativa a partir del día 1 con respecto a la primera medición (con un nivel de confianza del 95%). El hinchamiento final en el equilibrio fue de ca. 70%.
3. Con respecto a su disociación, se observó que los iones constituyentes del Vitapex son susceptibles de disociación a partir del día 13 de incubación en EDTA, resultando en una pérdida progresiva de peso del

material, acompañada de fragmentación, que se prolongó hasta los 74 días de incubación (ca. -70%). Esta pérdida en peso fue precedida de un proceso de hinchamiento cuyo máximo fue alcanzado a los 6 días de incubación (ca. 60%). Se validó diferencia estadísticamente significativa del cambio en peso a partir del día 1 con respecto a la primera medición (con un nivel de confianza del 95%).

### **Radiopacidad del Vitapex en modelos *in vitro*:**

4. A partir de análisis de imagen de radiografías, se demostró que el Vitapex presenta una disminución gradual de radiopacidad tras su incubación en modelos *in vitro* de difusión pasiva a temperatura ambiente (agua Milli-Q, ca. 25 °C) y difusión acelerada de iones a temperatura ambiente (solución acuosa de EDTA, ca. 25 °C).
5. La pérdida de radiopacidad más acentuada fue observada para las muestras incubadas en EDTA. Este resultado se atribuye a la disociación de especies iónicas de alto número atómico del Vitapex, en particular yodo y calcio, misma que es promovida por la acción quelatante del EDTA.

### **Radiopacidad del Vitapex en el interior de los conductos radiculares y la región periapical:**

6. A partir estudios radiográficos y análisis de imagen se encontró que el Vitapex desplegó un decremento de radiopacidad con el tiempo tanto en el interior de los conductos radiculares como en la región periapical.
7. Para el material alojado en los conductos radiculares, aunque se validó pérdida de la radiopacidad, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas con respecto al momento de la obturación (radiografía inmediata).
8. Para el material extruido en la región periapical, si se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la pérdida de radiopacidad a partir del mes 3 con respecto al momento de la obturación (radiografía inmediata) (con un nivel de confianza del 95%). Esta diferencia es atribuida al proceso natural de reabsorción.
9. Con base en todo lo anterior, se confirma la hipótesis alternativa 2 de este proyecto (H2).

## RECOMENDACIONES

Como trabajo a futuro se recomienda ampliar la caracterización que aquí se presenta tanto a nivel *in vitro* como a nivel clínico. A nivel *in vitro* se recomienda la caracterización química del Vitapex y sus lixiviados en agua Milli-Q y EDTA, lo anterior con el objetivo de cuantificar y determinar la naturaleza de los iones disociados. En lo que respecta a los estudios clínicos, se recomienda ampliar la población de pacientes a al menos 10 y llevar a cabo los estudios radiográficos correspondientes a tiempos iguales y bien definidos para todos ellos.

La observación de estas recomendaciones permitirá la obtención de resultados más concluyentes en lo que respecta al cambio de radiopacidad y estabilidad física y química del material y la elucidación de las razones que las producen: ya sea la disociación iónica del Vitapex, proceso natural de reabsorción o la combinación de ambos.

## CASO CLÍNICO

### EVOLUCIÓN CON EL TIEMPO DE LA RADIOPACIDAD DEL MATERIAL DE OBTURACIÓN VITAPEX: CASO CLÍNICO

#### TIME EVOLUTION OF VITAPEX RADIO-PACITY: A CLINICAL TRIAL

Zalma Yamileth López Ramos, Haydeé Gómez Llanos Juárez,  
Manuel Alatorre-Meda, Betsabé De La Cruz Corona,  
Eustolia Rodríguez-Velázquez\*

*\*Autor de correspondencia:  
eustolia.rodriguez@gmail.com*

#### **Resumen**

La dentición temporal juega un papel muy importante en el desarrollo y crecimiento de los niños. La pulpectomía es un tratamiento que permite rehabilitar el órgano dental temporal que presenta afección del paquete vasculo-nervioso, con el fin de conservarlo hasta la erupción del órgano dental permanente. Este tratamiento consiste en la eliminación completa del tejido pulpar, tanto de la pulpa de la porción coronaria como de la pulpa radicular, con la posterior obturación de los conductos radiculares utilizando materiales reabsorbibles, bacteriostáticos y bactericidas que permitan la erupción fisiológica de la dentición permanente. A través de los años, los materiales de obturación radicular se han ido modificando con el fin de mejorar sus

propiedades. Actualmente, el material más utilizado en Odontopediatría, que cumple con las características ideales requeridas de un material de obturación radicular, es la pasta yodoformada (Vitapex). **Reporte de caso:** Paciente masculino de 5 años de edad con diagnóstico de múltiples lesiones cariosas de distintos grados de evolución. Se realizó pulpectomía al órgano dental 74 debido a presencia de lesión cariosa grupo VI grado 3. Tras la pulpectomía, se realizó la obturación de los conductos radiculares con el Vitapex. Se le dio seguimiento a la evolución en radiopacidad del material a través de radiografías adquiridas al momento de la obturación y a 1 y 4 meses después de la misma. Con la ayuda del programa de análisis de imagen Image J, se validó de manera cuantitativa la pérdida de radiopacidad del material a los 4 meses después de la obturación en el tercio apical del conducto radicular distal. Esta pérdida de radiopacidad se atribuye al proceso natural de reabsorción del Vitapex en virtud de su proximidad a los tejidos periapicales.

### **Abstract**

Temporary dentition plays a very important role in the development and growth of children. Pulpectomy is a treatment that allows the rehabilitation of a temporary dental organ that presents affection of the neurovascular bundle, in order to preserve it until the eruption of the permanent dental organ. This treatment consists in the complete removal of pulp tissue, both at the coronal and radicular levels, with the subsequent obturation of the root canals using

resorbable, bacteriostatic, and bactericidal materials that allow the physiological eruption of the permanent dentition. Over the years, the root-canal-filling materials have been modified in order to improve their properties. Currently, the most commonly used material in pediatric dentistry, which meets the ideal characteristics of a root-canal-filling material, is the iodoform paste (Vitapex).

**Case report:** A 5-year-old male patient was diagnosed with multiple carious lesions of varying degrees of evolution. Pulpectomy was performed in the dental organ 74 due to the presence of a carious lesion in the group VI grade 3. After the pulpectomy, the obturation of the root canals was performed with Vitapex. The evolution of the material's radiopacity was monitored through radiographs acquired at the time of obturation and at 1 and 4 months after it. By using the Image J analysis program, the radiopacity loss of the material was quantitatively validated as occurring at 4 months after obturation in the apical third of the distal radicular canal. The observed loss of radiopacity at this precise location is attributed to the natural process of resorption of Vitapex given its proximity to the periapical tissues.

## **Introducción**

La dentición temporal juega un papel muy importante en el desarrollo y crecimiento de los niños debido a que influye en distintos aspectos como lo son fonación, masticación, estética, prevención de malos hábitos, además de servir como guía en la erupción de los dientes permanentes. La importancia de la

pulpectomía radica en que este tratamiento permite rehabilitar el órgano dental temporal con el fin de conservarlo hasta la erupción del órgano dental permanente. La pulpectomía tiene como objetivos la prevención de infecciones en los tejidos periapicales, la prevención de la pérdida prematura del órgano dental deciduo, la prevención del daño a los gérmenes dentales permanentes y el mantenimiento de un espacio apropiado hasta su erupción (11,27–31).

Existen distintos tipos de materiales de obturación radicular que con el paso del tiempo y los avances en la tecnología han ido mejorando sus propiedades. Entre las características ideales que debe presentar un material de obturación se encuentran las siguientes: ser de fácil manipulación/aplicación y que selle completamente los conductos, poseer propiedades bactericidas o bacteriostáticas, reabsorberse a la misma velocidad que el proceso de rizólisis en caso de que el material sobrepase el límite apical, poseer una radiopacidad adecuada, ser biocompatible para no producir daño en tejidos periradiculares y que a la vez permita la erupción normal de los dientes sucedáneos, no provocar cambios en la coloración del diente y debe ser fácil de removerse del conducto radicular en caso de ser necesario retratamiento pulpar (4,7,11,32,33).

Los materiales de obturación radicular más populares son óxido de zinc y eugenol, pastas de hidróxido de calcio y pasta yodoformada (34). La combinación de hidróxido de calcio con yodoformo ha demostrado un éxito clínico de hasta 100%, lo que hace sugerir a algunos autores que es el material más cercano al ideal (5,38). Se distribuye con el nombre comercial de Vitapex (Neo Dental International Inc.®), sus ingredientes son 40.4% de yodoformo que

es bacteriostático e incrementa la radiopacidad, 30.3% hidróxido de calcio estimula las células y ayuda a la apexogénesis. Presenta un pH alto que neutraliza las endotoxinas producidas por las bacterias y 22.4% de aceite de silicón es un lubricante, asegura el revestimiento completo de las paredes del conducto. No se endurece y al ser soluble en el hidróxido de calcio, permanece activo en el canal radicular, 6.9% material inerte (6,8).

Diversas investigaciones sustentan la utilización de Vitapex como material de obturación. Subramaniam y cols. mencionan un éxito de 100% (5,6). Mortazabi y cols. reportan un cambio en las radiografías preoperatorias con un 77.8% de reducción en el tamaño del área de radiolucidez que confirma la regeneración del tejido después de 3 meses de realizado el tratamiento (7).

Entre las características más favorables del Vitapex se encuentran i) su radiopacidad sobresaliente y ii) su capacidad de reabsorción que ocurre con rapidez en la zona periapical y de forma más lenta dentro del conducto radicular (6,13). Aunque ensayos clínicos reportan que el material que se extruye del ápice es reabsorbido con rapidez, existe una gran discrepancia en el tiempo en el que se reporta su completa reabsorción, refiriendo tiempos que van desde 1 semana a 6 meses después de la obturación (3–6).

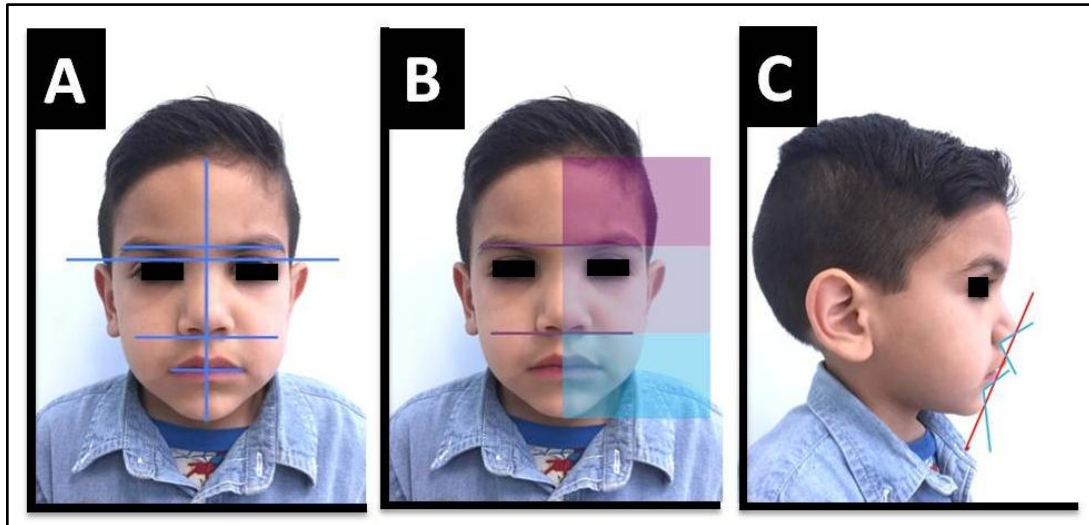
El objetivo de este estudio fue evaluar de manera cuantitativa la evolución de la radiopacidad del Vitapex en los tercios cervical, medio y apical del conducto radicular distal de un paciente (órgano dental 74), y de esta forma determinar la velocidad de reabsorción del material. El estudio fue llevado a cabo a través del

análisis de imagen de radiografías adquiridas al momento de la obturación y a 1 y 4 meses después de la misma, con la ayuda del programa Image J.

### **Reporte del caso**

**Anamnesis:** Paciente masculino de 5 años de edad aparentemente sin compromiso médico, sin antecedentes heredofamiliares y con esquema de vacunación completo. No refiere dolor y reporta como motivo de consulta caries dental.

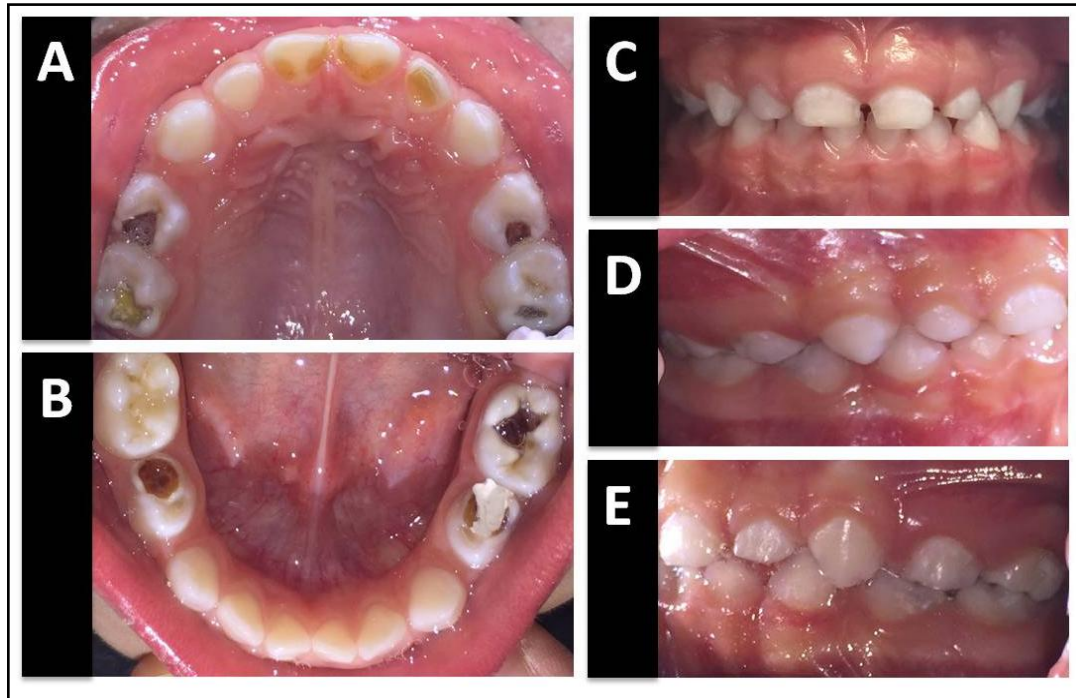
**Examen extraoral:** En la fotografía de frente se observa ligeras asimetrías en el plano superciliar, en la implantación del pabellón auricular y en la línea subnasal. Presenta sellado labial, labios gruesos, línea comisural paralela al piso y biotipo normofacial (Figura 14, panel A). En el análisis de los tercios faciales se observan ligeras asimetrías: el tercio superior mide 34.04%, tercio medio 33.43% y el tercio inferior 32.52% (Figura 14, panel B). En la fotografía de perfil se aprecia un ángulo nasolabial recto, ángulo mentolabial obtuso, labio superior por enfrente de la línea estética de Ricketts y labio inferior sobre la línea y un perfil convéxo (Figura 14, panel C).



**Figura 14. Fotografías extraorales.**

En la figura se muestran las fotografías extraorales del paciente: A) Fotografía de frente, B) Tercios faciales y C) Fotografía de perfil.

**Examen intraoral:** Presenta arcos dentales en forma de herradura con dentición decidua completa, espacios fisiológicos, líneas medias dentales que coinciden, relación molar en escalón mesial izquierda y derecha y relación canina clase I. Se observa periodonto sano, rugas palatinas bien definidas y piso de boca sin patología aparente. Existe lesión cariosa en órganos dentales 55, 54, 51, 61, 62, 64, 65, 75, 74, 84 y 85 con distintos grados de evolución (Figura 15).



**Figura 15. Fotografías intraorales iniciales.**

En la figura se muestran las fotografías intraorales iniciales: A) Fotografía oclusal superior, B) Fotografía oclusal inferior, C) Fotografía de frente, D) Fotografía lateral izquierda y E) Fotografía lateral derecha

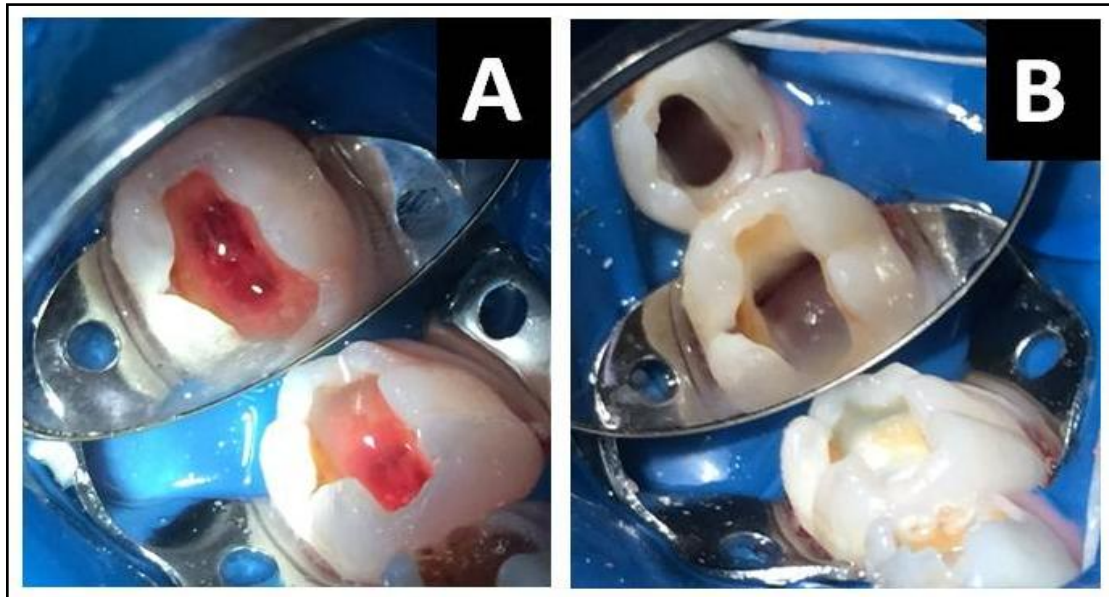
**Examen radiográfico:** Primer molar inferior deciduo (órgano dental 74) con inflamación de ligamento periodontal y lesión cariosa grupo VI que involucra tejido pulpar, asociada con sensibilidad a la percusión (Figura 16).



**Figura 16. Radiografía inicial de órgano dental 74.**

**Diagnóstico y Tratamiento:** Lesión cariosa grupo VI grado 3 en órgano dental 74. Se indica pulpectomía con Vitapex como material de obturación así como seguimiento radiográfico post-tratamiento.

**Tratamiento efectuado:** Primeramente, se anestesió al paciente infiltrando 1 cartucho de mepivacaína con epinefrina al 2% de 1.8 ml utilizando la técnica troncular alveolar inferior, una vez anestesiado se procedió con el aislamiento con dique de goma. Se eliminó el tejido dental cariado con fresa troncocónica de numeración 330 hasta realizar el acceso a la cámara pulpar cameral (Figura 17, panel A) se eliminó con cucharilla de dentina afilada #8, se lavó con suero fisiológico y se secó con torunda de algodón estéril para una mejor visualización de la entrada de los conductos radiculares (Figura 17, panel B).



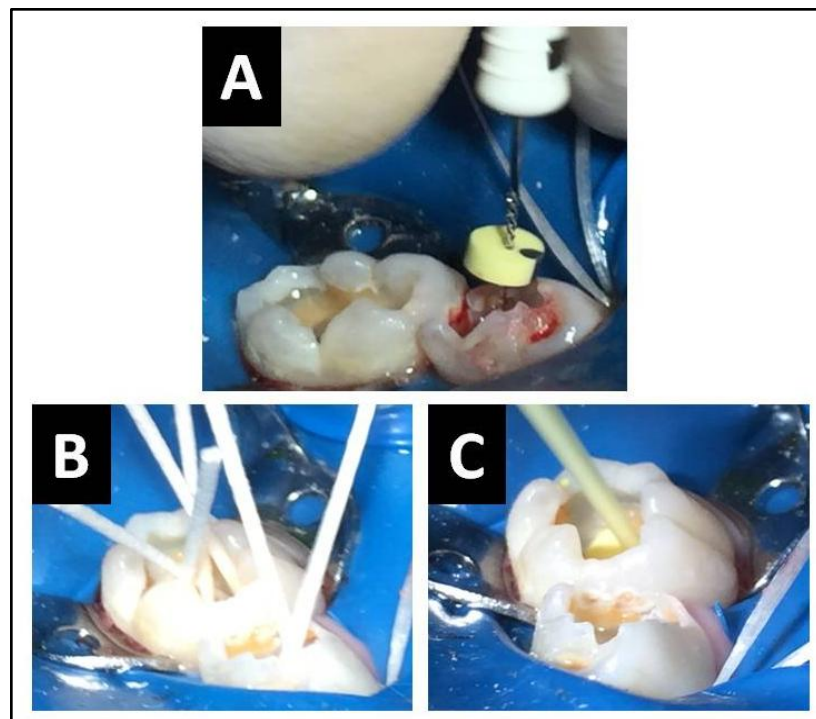
**Figura 17. Pasos iniciales para terapia pulpar.**

En la figura se muestran fotografías de los pasos iniciales para terapia de pulpectomía. A) Apertura cameral y B) Eliminación de cámara pulpar.

La longitud de trabajo se determinó superponiendo un instrumento endodóntico a la radiografía preoperatoria y manteniéndolo 1-2 mm por arriba del ápice radiográfico. Se introdujeron las limas endodónticas dentro de los conductos para determinar la longitud de trabajo mediante una radiografía de conductometría. Una vez establecida la longitud de trabajo, se realizó la instrumentación de los conductos radiculares utilizando limas Dentsply K- file 21 mm iniciando con lima 15 hasta la lima 35 (Figura 18, panel A).

Se irrigó el canal radicular con una jeringa hipodérmica con suero fisiológico entre lima y lima, se eliminó el exceso de suero fisiológico colocando una pequeña torunda de algodón estéril en el área de la cámara pulpar y los conductos se secaron con puntas de papel (Figura 18, panel B). Una vez lavado

y seco el conducto radicular instrumentado se insertó la punta dispensadora del Vitapex hasta 2-4 mm antes del ápice, se comprimió el émbolo de la jeringa para aplicar la pasta gradualmente (Figura 18, panel C), a medida que la pasta fue llenando el conducto radicular se retiró lentamente la punta dispensadora. Para no remover la pasta del conducto al retirar por completo la jeringa, se colocó una pequeña torunda de algodón estéril humedecida con suero fisiológico ejerciendo presión contra la punta dispensadora.



**Figura 18. Fotografías trans-operatorias de la terapia pulpar.**

En la figura se muestran las fotografías trans-operatorias de la terapia pulpar. A) Instrumentación de los conductos radiculares, B) Secado de los conductos radiculares con puntas de papel y C) Obturación de los conductos radiculares con Vitapex.

Después de colocar el material de obturación, se limpió cualquier exceso de Vitapex. Sobre una loseta de vidrio y con una espátula se preparó pasta de ZOE para rellenar el espacio de la cámara pulpar, posterior a este paso se realizó la restauración final con coronas de acero cromo de la marca comercial 3M. Se realizó la toma de radiografía final inmediata del órgano dental tratado y se le dio seguimiento radiográfico a 1 y 4 meses después de la obturación de los conductos (ver Figura 19).

### ***Análisis de imagen***

Las radiografías obtenidas a lo largo de este estudio fueron analizadas con el programa Image J para evaluar la radiopacidad del Vitapex. En un análisis típico, se seleccionaron las áreas de interés y con la ayuda del programa se obtuvieron histogramas de intensidad de color en escala de grises resultantes del conteo automático de píxeles para cada área. La escala de grises del programa asigna valores de entre 0 y 255 a píxeles que van desde negro a blanco. De esta forma es posible analizar la radiopacidad de las muestras con base en la normalización del valor obtenido con respecto a un valor de referencia. Se tomó como punto de referencia a la dentina. Este tejido fue seleccionado como punto de referencia en virtud de que no presentaron cambios en su radiopacidad a lo largo del estudio. El porcentaje de radiopacidad reportado (Figura 20) fue calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

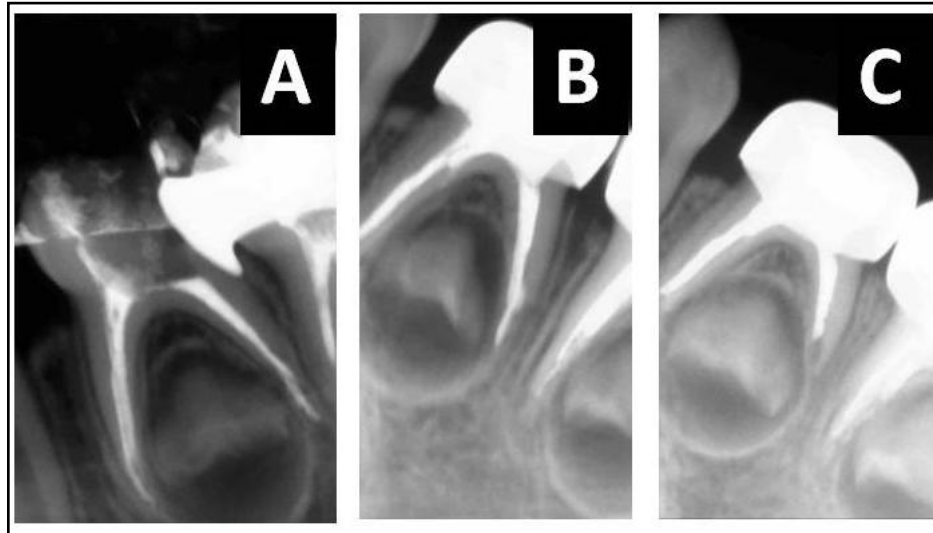
$$\text{Radiopacidad (\%)} = 100 * \frac{I_M}{I_R}$$

donde  $I_M$  e  $I_R$  representan el valor medio de intensidad de la región de interés y el valor medio de intensidad del material de referencia.

### **Resultados y discusión**

Se realizó la pulpectomía y la subsecuente obturación con Vitapex de los conductos radiculares del órgano dental 74 del paciente tratado. Con el objetivo de evaluar el cambio de radiopacidad y posible reabsorción del Vitapex, se adquirieron radiografías del órgano dental al momento de la obturación y a 1 y 4 meses después de la misma. La radiopacidad y su evolución con el tiempo fueron determinadas a partir de las radiografías adquiridas por análisis de imagen empleando el programa Image J y considerando al conducto distal como región de interés y a la dentina como punto de referencia. Para su análisis, el conducto distal fue dividido en sus tercios apical, medio y cervical. En la Figura 19 se muestran las radiografías adquiridas a lo largo del estudio. Como primer paso en el análisis de resultados, se procedió con la inspección visual de las radiografías en términos de la tonalidad blanca del Vitapex debida a su radiopacidad y la longitud del conducto que esta cubría. Al observar los

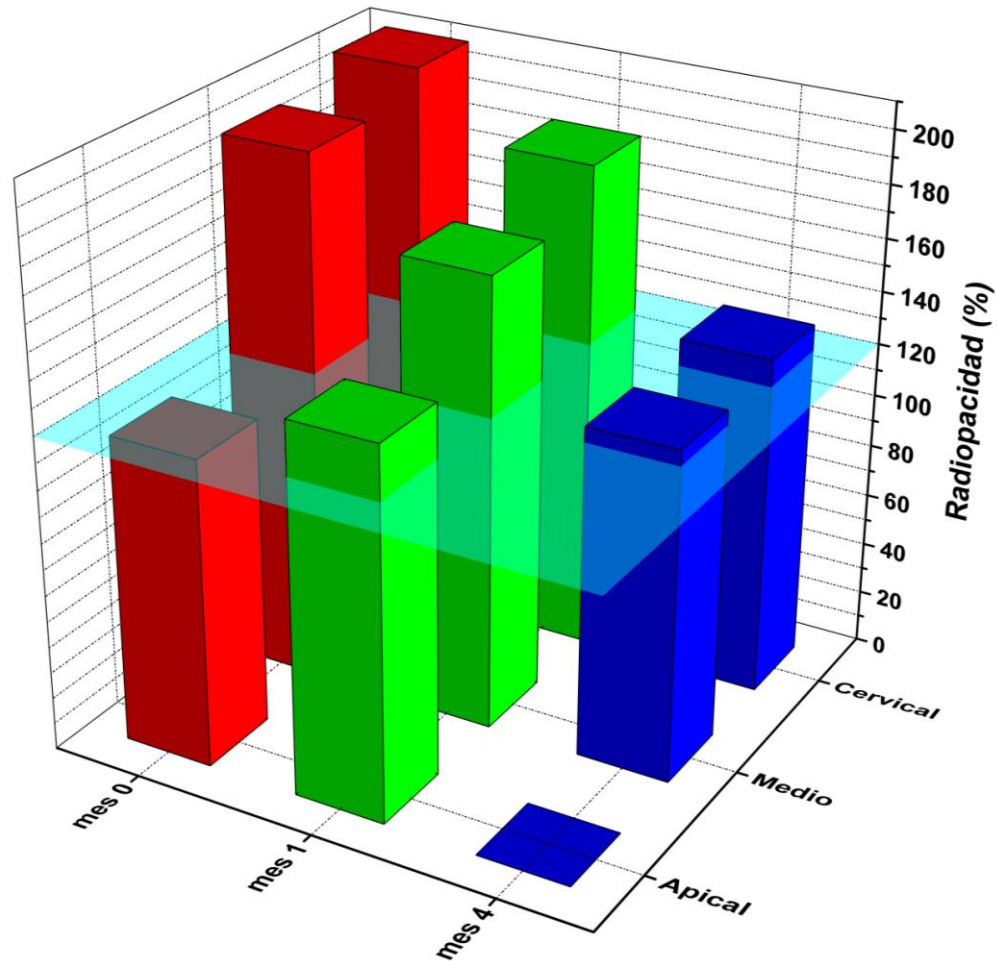
paneles A y B, se aprecia que las radiografías tomadas al momento y 1 mes después de la obturación guardan una amplia similitud en tanto que en ambas se observa que la tonalidad blanca del Vitapex se extiende a lo largo de los tres tercios del conducto distal. Por el contrario, al observar el panel C (correspondiente a la radiografía adquirida al mes 4 después de la obturación) se observa que la tonalidad blanca del material se extiende únicamente hasta los tercios cervical y medio, no pudiendo ser observada en el tercio apical. Estos resultados apuntan a una posible reabsorción del material que inicia en la región más próxima a los tejidos periapicales.



**Figura 19. Radiografías del órgano dental obturado con Vitapex.**

Evidencia radiográfica de la evolución del Vitapex dentro del conducto radicular distal del órgano dental 74. A) Radiografía inmediata, B) Radiografía después de 1 mes y C) Radiografía después de 4 meses.

Como segundo paso en nuestro análisis, se evaluó de manera cuantitativa la evolución de radiopacidad del Vitapex observada en la Figura 19, empleando el programa Image J; los resultados se muestran en la Figura 20. A partir de esta figura se observa que para todos los tiempos objeto de estudio existe una tendencia decreciente en la radiopacidad relativa del Vitapex en función del tercio analizado: exhibiendo valores en progresión descendente para los tercios cervical, medio y apical. Al comparar los tiempos a los que fueron adquiridas las radiografías, se observa que después de 1 mes de la obturación no hubo evolución significativa en la radiopacidad del material en ninguno de los tres tercios con respecto al momento de la obturación, obteniéndose valores de ca. 200, 187 y 130% de radiopacidad para los tercios cervical, medio y apical, respectivamente. Sin embargo, estos valores cayeron ostensiblemente al mes 4 después de la obturación, alcanzando porcentajes de ca. 130, 125 y 0% para los tercios cervical, medio y apical, respectivamente. A la luz de estos resultados, es evidente que existió reabsorción en el tercio apical al mes 4 después de la obturación, en buen acuerdo con lo observado en la Figura 19. Muy importante, esta información concuerda con la noción generalizada de que la reabsorción del Vitapex puede verse favorecida como resultado de su interacción directa con los tejidos periapicales o por su proximidad a ellos.



**Figura 20.** Evolución de la radiopacidad del Vitapex en el interior del conducto radicular distal.

### Conclusiones

Se evaluó de manera cuantitativa la evolución de la radiopacidad del Vitapex en los tercios cervical, medio y apical del conducto radicular distal de un paciente (órgano dental 74), a través del análisis de imagen de radiografías adquiridas al momento de la obturación y a 1 y 4 meses después de la misma. Se observó que después de 1 mes de la obturación no hubo evolución significativa en la

radiopacidad del material en ninguno de los tres tercios con respecto al momento de la obturación, obteniéndose valores de ca. 200, 187 y 130% de radiopacidad para los tercios cervical, medio y apical, respectivamente. Sin embargo, estos valores cayeron ostensiblemente al mes 4 después de la obturación, alcanzando porcentajes de ca. 130, 125 y 0% para los tercios cervical, medio y apical, respectivamente. Estos datos demuestran que existió reabsorción del material de obturación Vitapex en el tercio apical al mes 4 después de la obturación. Muy importante, la información generada por esta investigación concuerda con la noción generalizada de que la reabsorción del Vitapex puede verse favorecida con la interacción directa o proximidad de los tejidos periapicales.

## ANEXOS

## HISTORIA CLÍNICA CON CONSENTIMIENTO INFORMADO

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESPECIALIDAD DE ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA

## HISTORIA CLINICA INTEGRAL

NÚMERO DE EXPEDIENTE:	FECHA:
-----------------------	--------

NOMBRE DEL ALUMNO:

NOMBRE:	EDAD:	SEXO:
---------	-------	-------

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:
------------------------------

PASATIEMPO:		
QUIÉN LO CUIDA:	CON QUIÉN SE IDENTIFICA:	
ESCUELA:	GRADO:	RELIGIÓN
NOMBRE DEL PADRE:	OCUPACIÓN:	
NOMBRE DE LA MADRE:	OCUPACIÓN:	
DIRECCIÓN:	TELÉFONO:	

## HISTORIA MÉDICA

MÉDICO PEDIATRA:				TELÉFONO:
ÚLTIMA CONSULTA:			MOTIVO:	
TRATAMIENTO MÉDICO:			CUÁL:	
FÁRMACOS:				
VACUNAS	DPT:	POLIO:	BCG:	SARAMPIÓN:
ANTECEDENTES QUIRÚRGICOS:				
ANTECEDENTES HOSPITALARIOS:				
COMPLICACIONES:				

## ALERGIAS

MEDICAMENTOS:	ALIMENTOS:	ANIMALES:	OTROS/CUÁLES:
TRAUMATISMOS:	FRACTURAS:	EXPLIQUE:	
SANGRADO:	NORMAL:	EXCESIVO:	
MORETONES:	FRECUENTES :	EXTENSOS:	

## ANTECEDENTES PRENATALES

PADECIMIENTO EN EL EMBARAZO

AMENAZA DE ABORTO:	EMBARAZO DE ALTO RIESGO:	ACCIDENTE/TRAUMA:
CONSUMIÓ TABACO:	ALCOHOL:	FÁRMACOS:

## ANTECEDENTES PERINATALES

## PARTO

NORMAL:	CESÁREA:	CAUSA:
NO.DE MESES AL NACIMIENTO:		USO INCUBADORA:

## ANTECEDENTES POSNATALES

ALIMENTACIÓN MATERNA:		MESES:
ARTIFICIAL:	MESES:	AGREGADOS/CUÁLES:
TIPO DE ALIMENTACIÓN ACTUAL	FIBROSA:	DURA: BLANDA:
ALIMENTOS QUE MÁS CONSUME:		

## ANTECEDENTES FAMILIARES

INTRAFAMILIARES:
FAMILIA PATERNA:
FAMILIA MATERNA:

## ANTECEDENTES ODONTOLÓGICOS

## EXPERIENCIA DENTAL:

CUÁNDO:	CÓMO:	DOLOR:
MOTIVO DE LA CONSULTA:		
PADECIMIENTO ACTUAL:		
EVOLUCIÓN:		
TRAUMATISMO:	CUANDO:	CON QUE:

## HIGIENE

ACEPTABLE:	DEFICIENTE:	VECES AL DÍA:	AYUDA:
CEPILLO:	PASTA:	HILO DENTAL:	OTRO MEDIO:

## HÁBITOS

MORDEDURA:	LABIOS:	UÑAS:	OBJETOS/CUÁL:
------------	---------	-------	---------------

## SUCCIÓN

LABIO:	DEDOS:	LENGUA:	OBJETO/CUÁL:
--------	--------	---------	--------------

## EXAMEN CLINICO EXTRAORAL

TIPO FACIAL:	SIMETRÍA:
TERCIOS:	PERFIL:

## LABIOS

REPOSO JUNTOS:	SEPARADOS:	FUNCIÓN SELLADOS:	FORZADOS:
----------------	------------	-------------------	-----------

## MENTÓN

DÉBIL:	PROMINENTE:	HIPERACTIVO:	NORMAL:
--------	-------------	--------------	---------

## INTRAORAL

## Mucosa

Carrillos:	Labios:	Paladar:	Encía:	Frenillos:
------------	---------	----------	--------	------------

Lengua

<b>Posición Alta:</b>	<b>Posición baja:</b>	<b>Proyección:</b>	<b>Frenillo corto:</b>
-----------------------	-----------------------	--------------------	------------------------

Amígdalas

<b>Inflamadas:</b>	<b>Hipertrofia:</b>	<b>Supurativas:</b>	<b>Normal:</b>
--------------------	---------------------	---------------------	----------------

## FUNCIONES

RESPIRACIÓN

<b>ORAL:</b>	<b>NASAL:</b>	<b>OBSTRUCCIÓN:</b>
--------------	---------------	---------------------

VÍA AÉREA

<b>ESTRECHA:</b>	<b>PERMEABLE:</b>
------------------	-------------------

<b>MASTICACIÓN UNILATERAL:</b>	<b>BILATERAL:</b>
--------------------------------	-------------------

DESGASTE DENTAL

<b>NULO:</b>	<b>EXCESIVO:</b>	<b>NORMAL:</b>
--------------	------------------	----------------

DEGLUCIÓN

<b>VISCERAL:</b>	<b>SOMÁTICA:</b>	<b>ATÍPICA:</b>
------------------	------------------	-----------------

FONACIÓN

<b>CORRECTA:</b>	<b>DEFICIENTE:</b>	<b>EXPLIQUE:</b>
------------------	--------------------	------------------

## EXAMEN OCLUSAL

<b>ESTADIO CLÍNICO:</b>	<b>EDAD CRONOLÓGICA:</b>	<b>EDAD DENTAL:</b>
-------------------------	--------------------------	---------------------

<b>LÍNEA MEDIA:</b>	<b>SUPERIOR:</b>	<b>INFERIOR :</b>
---------------------	------------------	-------------------

RELACIÓN MOLAR

CANINO

<b>DERECHA:</b>	<b>IZQUIERDA:</b>	<b>DERECHA:</b>	<b>IZQUIERDA:</b>
-----------------	-------------------	-----------------	-------------------

ESPACIOS PRIMATES

FISIOLÓGICOS:

<b>SUPERIOR:</b>	<b>INFERIOR:</b>	<b>DIASTEMA:</b>	<b>TREMA:</b>
------------------	------------------	------------------	---------------

<b>RESALTE:</b>	<b>ENTRECRUZAMIENTO:</b>	<b>MORDIDA CRUZADA:</b>
-----------------	--------------------------	-------------------------

MORDIDA CRUZADA

<b>POSTERIOR DERECHA:</b>	<b>IZQUIERDA:</b>	<b>ANTERIOR:</b>
---------------------------	-------------------	------------------

FORMA DE ARCOS

CURVA DE SPEED

<b>SUP:</b>	<b>INF:</b>	<b>NORMAL:</b>	<b>EXAGERADA:</b>
-------------	-------------	----------------	-------------------

## ERUPCIÓN

<b>TARDÍA:</b>	<b>PREMATURA:</b>	<b>PRIMARIOS:</b>	<b>PERMANENTES:</b>
----------------	-------------------	-------------------	---------------------

ANOMALÍAS:

<b>INCLINACIÓN AXIAL:</b>	<b>TRANSPOSICIÓN:</b>	<b>ECTÓPICA:</b>	<b>RETENCIÓN:</b>
---------------------------	-----------------------	------------------	-------------------

<b>IMPACTADO:</b>	<b>INFRAERUPCIÓN (ANQUILOSADO):</b>	<b>SUPRAERUPCIÓN:</b>
-------------------	-------------------------------------	-----------------------

<b>NÚMERO DE ÓRGANOS DENTALES:</b>
------------------------------------

## DIAGNOSTICO.

18				28
17				27
16				26
15	55		65	25
14	54		64	24
13	53		63	23
12	52		62	22
11	51		61	21
<hr/>				
41	81		71	31
42	82		72	32
43	83		73	33
44	84		74	34
45	85		75	35
46				36
47				37
48				38

## PLAN DE TRATAMIENTO.

18				28
17				27
16				26
15	55		65	25
14	54		64	24
13	53		63	23
12	52		62	22
11	51		61	21
<hr/>				
41	81		71	31
42	82		72	32
43	83		73	33
44	84		74	34

45	85			75	35
46					36
47					37
48					38

OBSERVACIONES:

## PROGRAMA POR CITA

CITA	PROGRAMA POR CITA	MODIFICACIONES	PRESUPUESTO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
PRESUPUESTO TOTAL			

## AUTORIZACION DEL PADRE O TUTOR:

El objetivo principal de esta clínica especializada es que los odontólogos aprendan a realizar el tratamiento integral de los niños; por lo que la atención dental es con base en el valor que este tenga para la enseñanza y programa de investigación de esta facultad.

Entiendo que los estudios de diagnóstico deben pagarse, ya que todos los documentos: radiografías, modelos, etc.; son propiedad de la facultad. Incluyendo aquellos estudios radiográficos y fotográficos que se requieran para tratamiento ortodóntico u ortopédico.

Autorizo a la clínica de especialidad de odontología pediátrica para realizar todos los procedimientos técnicos necesarios o aconsejables para el diagnóstico y tratamiento del mencionado paciente.

La facultad de odontología puede tomar cualquier fotografía necesaria para fines de enseñanza y proporcionar todos los documentos, únicamente a médicos y cirujanos dentistas para verificar el diagnóstico o consultar el caso.

ESTOY DE ACUERDO EN PAGAR TODOS LOS SERVICIOS PROPORCIONADOS POR LA CLINICA DE ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGIA PEDIATRICA Y COOPERAR EN TODOS LOS SENTIDOS CON LOS CIRUJANOS DENTISTAS QUE SEAN ASIGNADOS.

Fecha	Nombre del Padre o Tutor	Firma



## BIBLIOGRAFÍA

1. Lee C, Tinanoff N, Minah G, Romberg E. Effect of Mutans Streptococcal Colonization on Plaque Formation and Regrowth in Young Children – A Brief Communication. *J Public Health Dent.* 2008;68(1):57-60.
2. Birungi N, Fadnes LT, Kasangaki A, Nankabirwa V, Okullo I, Lie SA, et al. Assessing causal effects of early life-course factors on early childhood caries in 5-year-old Ugandan children using directed acyclic graphs (DAGs): A prospective cohort study. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2017;45(6):512-21.
3. Silva LAB da, Leonardo MR, Oliveira DSB de, Silva RAB da, Queiroz AM de, Hernández PG, et al. Histopathological evaluation of root canal filling materials for primary teeth. *Braz Dent J.* enero de 2010;21(1):38-45.
4. Trejo A, Cuevas C. Materiales de obturación radicular utilizados en dientes deciduos. *Revista de odontopediatría latinoamericana.* 2014;4(1).
5. Subramaniam P, Gilhotra K. Endoflas, zinc oxide eugenol and metapex as root canal filling materials in primary molars, a comparative clinical study. *J Clin Pediatr Dent.* 2011;35(4):365-9.
6. Chen X, Liu X, Zhong J. Clinical and radiographic evaluation of pulpectomy in primary teeth: a 18-months clinical randomized controlled trial. 2017;13:12(1):1-10.
7. Mortazavi M, Mesbahi M. Comparison of zinc oxide and eugenol, and Vitapex for root canal treatment of necrotic primary teeth. *Int J Paediatr Dent.* 2004;14:417-24.
8. Ramar K, Mungara J. Clinical and radiographic evaluation of pulpectomies using three root canal filling materials: An in vivo study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2010;28(1):25-9.

9. Caleyá A, Maroto M (dir). Tamaños radiculares y coronales de molares temporales en una muestra de niños españoles. [Madrid]: Universidad Complutense de Madrid; 2010.
10. Velasco YE, Hernández MA (dir). Prevalencia de órganos dentarios con necesidad de pulpotomías en la primera dentición. [Poza Rica de Hgo, Veracruz]: Universidad Veracruzana; 2011.
11. Escalaya Advincula CE. Pulpectomía y materiales de obturación. *Odontol pediátr.* 2009;8(2):31-5.
12. Lobos Bernal MA MCH (dir). "Estudio comparativo entre tres técnicas de conductimetría: técnica de Grossman, técnica de Bramante y una nueva técnica propuesta, in vitro". [Talca, Chile]; 2004.
13. Barzuna Ulloa M (dir), Marin Rivera M. Pulpectomía utilizando pasta premezclada de hidróxido de calcio con yodoformo, como material de obturación, en piezas temporales. Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología; 2002.
14. Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE. Formation and resorption of three deciduous teeth in children. *Am J Phys Anthropol.* junio de 1963;21(2):205-13.
15. Bolan M, de Carvalho Rocha MJ. Histopathologic study of physiological and pathological resorptions in human primary teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* noviembre de 2007;104(5):680-5.
16. Nannini AN. Variación histoquímica en los procesos de rizólisis de las piezas dentarias de la primera dentición. *e-universitas UNR Journal.* noviembre de 2012;05(01).
17. Harokopakis-Hajishengallis E. Physiologic root resorption in primary teeth: molecular and histological events. *J Oral Sci.* 2007;49(1):1-12.
18. Shimazaki E, Karakida T, Yamamoto R, Kobayashi S, Fukae M,

Yamakoshi Y, et al. TGF- $\beta$  and Physiological Root Resorption of Deciduous Teeth. *Int J Mol Sci.* 27 de diciembre de 2016;18(1):49.

19. Zhu Y, Shang L, Chen X, Kong X, Liu N, Bai Y, et al. Deciduous dental pulp stem cells are involved in osteoclastogenesis during physiologic root resorption. *J Cell Physiol.* enero de 2013;228(1):207-15.

20. Sasaki T, Motegi N, Suzuki H, Watanabe C, Tadokoro K, Yanagisawa T, et al. Dentin resorption mediated by odontoclasts in physiological root resorption of human deciduous teeth. *Am J Anat.* diciembre de 1988;183(4):303-15.

21. Soskolne WA, Bimstein E. A histomorphological study of the shedding process of human deciduous teeth at various chronological stages. *Arch Oral Biol.* 1977;22(5):331-5.

22. Bjerklin K. The long-term survival of lower second primary molars in subjects with agenesis of the premolars. *Eur J Orthod.* 1 de junio de 2000;22(3):245-55.

23. González Aranda C, Mourelle Martínez MR (dir). Estudio comparativo radiográfico del tratamiento de pulpotomía realizado con formocresol y con sulfato férrico en molares temporales. [Madrid]: Universidad Complutense de Madrid Facultad de Odontología; 2012.

24. Guillén Chujutalli TR, Quenta E (dir). "Avances de terapia pulpar en odontología pediátrica". [Lima, Perú]: Universidad Peruana Cayetano Herredia; 2008.

25. Calixto Chanca KS, Morgenstern Orezza H (dir). Efectividad clínica y radiográfica de dos pastas antibióticas empleadas en necrosis pulpar en niños del servicio de odontopediatría del hospital nacional Hipólito unánue. [Lima, Perú]: Universidad de San Martín de Porres; 2014.

26. O'Riordan MW, Coll J. Pulpectomy procedure for deciduous teeth with severe pulpal necrosis. *J Am Dent Assoc.* septiembre de 1979;99(3):480-2.

27. Mendoza Choquehuanca ÁP, Valencia Callejas S. Pulpectomia. *Rev Act Clin Med.* 2012;23:1110-4.
28. Moghaddam KN, Mehran M, Zadeh HF. Root Canal Cleaning Efficacy of Rotary and Hand Files Instrumentation in Primary Molars. 2009;4(2):53-7.
29. Barja-Fidalgo F, Moutinho-Ribeiro M, Oliveira MAA, Oliveira BH de. A Systematic Review of Root Canal Filling Materials for Deciduous Teeth: Is There an Alternative for Zinc Oxide-Eugenol? *ISRN Dent.* 2011;1-7.
30. Thomas AM, Chandra S, Chandra S, Pandey RK. Elimination of infection in pulpectomized deciduous teeth: A short-term study using iodoform paste. *J Endod.* 1994;20(5):233-5.
31. Penha E et al. Evaluación clínica y radiográfica del hidróxido de calcio en pulpectomía de elemento decidido. *Braz J Surg Clin Res.* diciembre de 2017;21(1):67-71.
32. Nurko C, Ranly D, García Godoy F, Lakshmyya K. Resorption of a calcium hydroxide/iodoform paste (Vitapex®) in root canal therapy for primary teeth: A case report. *Pediatr Dent.* 2000;22(6):517-20.
33. Vasconcelos B, Bernardes R, Duarte M, Bramante C, Moraes I. Apical sealing of root canal fillings performed with five different endodontic sealers: analysis by fluid filtration. *J Appl Oral Sci.* 2010;19(4):324-8.
34. Sarı S, Okte Z. Success rate of Sealapex in root canal treatment for primary teeth: 3-year follow-up. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2008;105(4):e93-6.
35. Chawla HS, Gupta N, Gauba K, Goyal A, Setia S. Evaluation of a mixture of zinc oxide, calcium hydroxide, and sodium fluoride as a new root canal filling material for primary teeth - *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2008.
36. Lin B, Zhao Y, Yang J, Wang W, Ge L. Effects of zinc oxide-eugenol and

calcium hydroxide/ iodoform on delaying root resorption in primary molars without successors. *Dent Mater J.* 2014;33(4):471-5.

37. Praveen P, Anantharaj A, Venkataragahavan K. A review of obturating materials for primary teeth. *SRM Univ J Dent Sci.* 2011;XX(1):3.

38. Ranly D, Garcia Godoy F. Current and potential pulp therapies for primary and young permanent teeth. *J Dent.* 2000;28(3):153-61.

39. Holan G, Fuks AB. A comparison of pulpectomies using ZOE and KRI paste in primary molars: a retrospective study. *Pediatr Dent.* 1996;15(6):403-7.

40. Queiroz AM, Nelson-Filho P, Silva LAB, Assed S, Silva RAB, Ito IY. Antibacterial Activity of Root Canal Filling Materials for Primary Teeth: Zinc Oxide and Eugenol Cement, Calen Paste Thickened with Zinc Oxide, Sealapex and EndoREZ. *Braz Dent J.* 2009;20(4):290-6.