





ARTÍCULO ORIGINAL

Protocolo para diafanización dental

Protocol for dental diafanization

Daniel Arango Cano ¹  | Jhonathan Santacruz Quiroga ¹  | Ingrid Ximena Zamora Córdoba ¹  | Gilbert Alfonso Morales ¹ 



Afiliación Institucional

¹ Universidad del Valle, Facultad de Salud, Escuela de Odontología, Cali, Colombia.

Citación:

Arango Cano D., Santacruz Quiroga J., Zamora Córdoba I.J., Alfonso Morales G. Protocolo para diafanización dental. *Rev Estomatol.* 2023; 31(1):e12199. DOI: 10.25100/re.v31i1.12199

Recibido: 21 Mayo 2022

Evaluado: 16 Noviembre 2022

Aceptado: 23 febrero 2023

Publicado: 07 Marzo 2023

Correspondencia:

Gilbert Alfonso Morales. Universidad del Valle. Calle 4b # 36b-00 Edificio 132. Móvil: 3136833012 Email: gilbert.morales@correounivalle.edu.co

Copyright:

© Universidad del Valle.



RESUMEN

Antecedentes: La Diafanización dental es una técnica que permite transparentar los dientes haciendo visible la anatomía interna de los conductos radiculares ofreciendo una herramienta pedagógica económica y confiable; sin embargo, la literatura no reporta protocolos estandarizados para obtener una diafanización dental predecible.

Objetivo: Obtener un protocolo estandarizado para diafanización dental, como modelo educativo, a partir de la revisión de la literatura y la realización de un estudio piloto.

Materiales y Métodos: Se realizó una búsqueda sistemática en las bases de datos Scopus y Medline con los términos Mesh "root canal", "diaphonization", "clearing", "morphology" anatomy", y se estructuró una tabla de extracción con las variables más representativas para establecer las 3 fases de la Diafanización, a. Descalcificación, se evaluó Ácido Nítrico 5% (HNO₃), Ácido Fórmico 10% (CH₂O₂) y EDTA 10%, b. Deshidratación, se empleó Alcoholes etílicos ascendentes, c. Clarificación, se evaluó Metil Salicilato y Aceite de Inmersión Sintético. Se seleccionaron 54 dientes, 36 sin endodoncia, y 18 con endodoncia, y se distribuyeron en dos grupos: Grupo A. Dientes sin endodoncia, Grupo B. Dientes con endodoncia, constituidos por 18 subgrupos que estaban definidos de acuerdo al tipo de descalcificante, momento de aplicación medio de contraste y medio de Clarificación.

Resultados: El Ácido Nítrico al 5% pese a que fue el más corrosivo, permitió el mayor flujo y accesibilidad para el medio de contraste (Tinta China) en especímenes sin endodoncia. De igual manera, el Ácido Fórmico al 10%, preservó la estructura de los dientes tratados endodónticamente. El Metil Salicilato como clarificante, brindó mejores resultados visuales alcanzando una mayor transparencia.

Conclusiones: El desarrollo de un estudio piloto para estandarizar técnicas de diafanización en odontología, permite la estructuración de un protocolo educativo que posibilita conocer la gran variabilidad anatómica de los dientes y la comprensión y análisis de los dientes que han sido tratados endodónticamente, aportando una herramienta pedagógica para la comprensión de la anatomía radicular. El uso de Ácido Fórmico al 10%, en dientes con tratamiento de endodoncia y de Ácido Nítrico 5% en dientes sin endodoncia, con una transparencia alcanzada por el uso del Metil Salicilato, muestran los mejores resultados visuales en anatomía y obturación endodóntica.

PALABRAS CLAVE

Aclaración dental; diafonización, cámara pulpar dental; técnica de diafonización; endodoncia; técnica de limpieza; morfología del conducto radicular.

ABSTRACT

Background: Dental diaphonization is a technique that allows the teeth to be made transparent, making the internal anatomy of the root canals visible, offering an economical and reliable pedagogical tool; however, the literature does not report standardized protocols to obtain a predictable dental clearance.

Aim: obtain a standardized protocol for dental diaphonization as an educative model from the review of the literature and the realization of a pilot study.

Materials and methods: A systematic search was made on databases Scopus and Medline, with the Mesh terms "root canal", "diaphonization", "clearing", "morphology" and, "anatomy", and an extraction table was structured with the most representative variables to establish the three diaphanization phases, a. Decalcification, 5% Nitric Acid, 10% Formic Acid (TBD-2) and 10% EDTA were evaluated, b. Dehydration, ascending Ethyl Alcohols were used, c. Clarification, Methyl Salicylate, and Immersion synthetic oil were evaluated. 54 teeth were selected, 36 without root canal treatment and 18 with root canal treatment, then they were distributed into two groups: Group A, Teeth without root canal treatment, and Group B, Teeth with root canal treatment. Each group was constituted of 18 subgroups defined in order of the decalcification agent type, moment of the contrast medium application, and clarification agent type.

Results: Even though 5% Nitric Acid was the most corrosive agent, it allowed a better flow and accessibility for the contrast medium (Chinese ink) in teeth without root canal treatment. Likewise, 10% Formic Acid preserved the structure of the endodontic tooth. As a clarification agent, the Methyl Salicylate showed better visual results, achieving greater transparency.

Conclusion: The development of a pilot study aimed to standardize diaphonization techniques in dentistry allows the structuring of educative protocols that permit knowing the great tooth anatomic variability and the comprehension as well as the analysis of the root canal treated teeth, contributing to a pedagogic tool for the root anatomy awareness. Using 10% Formic Acid on root canal-treated teeth and 5% Nitric Acid on root canal not treated teeth, with transparency achieved by using Methyl Salicylate, showed better visual results on anatomy and endodontic filling.

KEYWORDS

Dental clarification; Diaphonization, dental pulp chamber; diaphonization technique; endodontics; Clearing technique; Root canal morphology.

RELEVANCIA CLÍNICA

Las técnicas de diafanización o clarificación para los tejidos dentales, brindan un acercamiento al complejo universo anatómico, una manera tangible y visual que permite comprender los conceptos histo/morfológicos de los componentes biológicos, y los cambios de estos frente a las intervenciones, además, resulta ser un método fácil de replicar, económico y sencillo, sin embargo, los vacíos y discrepancias presentes en la mayoría de protocolos publicados son un obstáculo para la investigación y pedagogía, creando sesgos de información, es por esto, que estandarizar un protocolo de diafanización se vuelve inexorable. Diseñar un protocolo de diafanización dental para dientes naturales y tratados endodónticamente, permitirá establecer un ruta de conocimiento para el estudio de la anatomía interna radicular, útil como estrategia pedagógica en la enseñanza, y como herramienta en el desarrollo de investigaciones enfocadas a la caracterización anatómica, entre otras aplicaciones.

INTRODUCCIÓN

Para el adecuado estudio de la anatomía radicular, es preciso visualizarla primero; en el espectro de recursos empleados para apreciación fiel del sistema de conductos radiculares presentes al interior de los dientes, la diafanización dental es pionera por naturaleza.

Cronológicamente, los primeros acercamientos para la obtención de un modelo 3D del sistema radicular fueron hechos por Hess et al en 1917.¹ Los conductos fueron inyectados con caucho vulcanizado y luego removidos al ser descalcificado el diente. Su trabajo fue la primera descripción del alto grado de variación anatómica en los conductos radiculares.

En la literatura están registradas una gran variedad de técnicas de diafanización dental constituidas generalmente por el tipo de sustancia empleadas y el orden de éstas.²⁻⁵ Sin embargo, cuando se trata de los compuestos químicos utilizados, no se hallan descritos detalles fundamentales como soluciones, concentraciones y tiempos empleados, creando lagunas de información esencial al momento de emular dicho protocolo, razón por la cual los resultados difieren en gran medida.

Una comprensión clara de la anatomía del conducto radicular de la dentición humana es un requisito previo para los procedimientos de endodoncia convencionales. Un nivel consistente y alto de éxito en el tratamiento endodóntico depende del conocimiento de la anatomía y la morfología del sistema de conductos radiculares.

La variación en la anatomía del sistema radicular ha sido ampliamente estudiada desde principios de 1800. El primero que detalló y describió completamente la anatomía del conducto radicular fue Carabelli con un estudio publicado en 1842, quien presentó su trabajo en forma de dibujos de dientes seccionados. Carabelli no solo estudió la anatomía interna sino también las morfologías externas de todos los grupos de dientes.⁷ Después de Carabelli, Muhldreiter en 1870 fue el primero en investigar la anatomía interna de los dientes seccionando en diferentes planos para así poder describir su anatomía más detalladamente.⁸ En 1890, GV Black también hizo un acercamiento y contribución a la descripción de la anatomía radicular en su primer libro “Anatomía descriptiva de los dientes humanos”.³

La variación en la anatomía del sistema radicular ha sido ampliamente estudiada desde principios de 1800. El primero que detalló y describió completamente la anatomía del conducto radicular fue Carabelli con un estudio publicado en 1842, quien presentó su trabajo en forma de dibujos de dientes seccionados. Carabelli no solo estudió la anatomía interna sino también las morfologías externas de todos los grupos de dientes.⁷ Después de Carabelli, Muhldreiter en 1870 fue el primero en investigar la anatomía interna de los dientes seccionando en diferentes planos para así poder describir su anatomía más detalladamente.⁸ En 1890, GV Black también hizo un acercamiento y contribución a la descripción de la anatomía radicular en su primer libro “Anatomía descriptiva de los dientes humanos”.³

Actualmente, existen diferentes métodos para estudiar la morfología radicular de los dientes permanentes humanos,⁴ como la radiografía dental, que ofrece una ayuda para el clínico durante el tratamiento, no obstante, otorga una imagen bidimensional de un objeto que debería ser estudiado y comprendido en tres dimensiones, lo cual deja abierta una amplia gama de interpretaciones;^{9,10} y la tomografía computarizada o una resonancia magnética.¹¹

Otros autores han usado técnicas *in vitro* para describir la anatomía y morfología del conducto radicular, entre estas técnicas se ha reportado colocar instrumentos en los canales para determinar la configuración del canal, cortar los dientes a diferentes niveles para identificar el diámetro de los conductos,¹² fabricación de moldes o réplicas del sistema de conductos radiculares.¹³

Por lo tanto, la tinción de canales radiculares acompañado de su diafanización¹⁴, (*in vivo*) la tomografía computarizada (CBCT), (*in vitro*) el micro CT, generalmente se consideran el estándar de oro.¹⁵ Desde las

últimas décadas, éstas se convierten entonces en una poderosa herramienta educativa, puesto que ofrecen la manipulación en 3D de las cámaras pulpares y los conductos radiculares.¹⁵

La diafanización es el proceso donde se realiza la descalcificación, deshidratación, fijación y tinción de los conductos radiculares. En la literatura se han descrito diversas técnicas de clarificación para facilitar la examinación del sistema radicular. Estas técnicas tienen la ventaja ya dicha de ofrecer una vista tridimensional del sistema de conductos radiculares.¹⁶

Sin embargo, también han sido propuestas una gran variedad de sustancias para desmineralizar y aclarar dientes; tales como ácido fórmico al 20%,¹⁷ ácido nítrico al 20%,¹⁸⁻²⁰ solución de resina y ácido fórmico al 20%,²¹ o ácido hidrocórico 20%.²² Las sustancias aclarantes más empleadas en diversos estudios han sido el Metil/salicilato,⁵ el Xilol,²³ Eugenol, Resina Epóxicas, y los aceites de inmersión sintéticos, es en este punto en donde los resultados comienzan a discrepar entre protocolos, por ejemplo: en cuanto a la transparencia, los protocolos que utilizan una solución débil para descalcificar y salicilato de metilo como sustancia aclarante, obtienen una mayor transparencia; de igual manera los protocolos de diafanización más rápidos descritos fueron los que utilizaron ácido nítrico como descalcificante y el salicilato de metilo como agente aclarante.²⁴

El tratamiento endodóntico proporciona un sellado tridimensional completo del conducto radicular principal y de todos los canales accesorios, para evitar la fuga de fluidos y microorganismos. Para este sellado tridimensional se ha considerado que la condensación vertical de gutapercha caliente es efectiva para llenar dichas ramificaciones del sistema de conducto radicular.

Esta efectividad se ha validado en estudios previos que han comparado diferentes técnicas para evaluar su capacidad de llenar el sistema del conducto radicular utilizando raíces naturales con canales laterales simulados o bloques de resina con canales principales y accesorios simulados en un intento de crear grupos experimentales similares. Haciendo uso de este último procedimiento *in vitro*, es posible tener el mismo diámetro y ángulo del canal accesorio en relación con el eje del canal principal. Sin embargo, en los bloques de resina artificial, es difícil crear canales accesorios estrechos o curvos.²⁵

El objetivo de la investigación fue diseñar un protocolo operativo estandarizado de diafanización dental para el estudio de la anatomía interna de dientes naturales con y sin tratamiento endodóntico para fines pedagógicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda sistemática en las bases de datos Scopus y Medline (pubmed) con el siguiente algoritmo de búsqueda, en el que se utilizaron operadores booleanos:

```
(("root canal"[Title/Abstract]) AND
("diaphonization"[Title/Abstract]) OR
("clearing"[Title/Abstract])) AND
("morphology"[Title/Abstract]) OR
("anatomy"[Title/Abstract]))).
```

Criterios de inclusión

Se realizó la selección de artículos donde se describieron técnicas para diafanización dental o en las que se implementó algún método de clarificación dental. Se encontraron 74 artículos, a partir de la información contenida en ellos se construyó una tabla de extracción de datos con las variables más representativas: tipo de diente, preparación, conservación, descalcificante, concentración del descalcificante, tiempo final de descalcificación, método de confirmación de descalcificación, medio catalizador, agente deshidratante, concentración, tiempo en deshidratación, medio de clarificación o transparencia y medio de tinción.

A partir de la información recolectada se diseñó un protocolo para un estudio piloto de diafanización para dientes con y sin tratamiento de endodoncia, donde se evaluarían diferentes medios para realizar el proceso, se tomaron los agentes con los mejores resultados, definidos luego del análisis de la tabla de extracción.

Aval de comité de Ética

El proyecto fue previamente aprobado, y se contó con el aval del Comité de Ética en Investigación en Salud (CEIS) de la Universidad del Valle (Aval E021-021).

Diseño del estudio piloto para diafanización dental

Los pasos del protocolo piloto incluyeron tres fases, y se definieron 2 grupos principales, desde donde se derivarían varios subgrupos, como se muestra a continuación:

1. **Fase descalcificación:** Se evaluaron 3 medios descalcificantes tales como ácido nítrico 5%, ácido fórmico al 10%, EDTA al 10%. Para esta fase se definieron 3 métodos para verificar el punto final del proceso:
 - a. Método radiográfico
 - b. Método de Robertson
 - c. Test de dureza.

2. **Fase de deshidratación:** Se realizó con alcoholes etílicos 70%, 80%, 95 %, 100%.
3. **Fase clarificación/transparencia:** Se evaluaron 2 medios Metil/Salicilato y Aceite de Inmersión Sintético.

Selección de las muestras

Se incluyeron especímenes unirradiculares (UR), birradiculares (BR) y multirradiculares (MR) con y sin tratamiento de endodoncia, con formación radicular completa, sanos, libres de restauraciones.

Obtención, cálculo y distribución de las muestras

La totalidad de la muestra fueron 54 dientes, 36 sin endodoncia, y 18 con endodoncia, distribuidos en dos grupos principales: Grupo A dientes sin endodoncia (12 UR, 12 BR, 12 MR); Grupo B dientes con endodoncia (6 UR, 6 BR, 6 MR). Los especímenes se obtuvieron del banco de dientes de la Escuela de Odontología de la Universidad del Valle.

En el grupo A, se constituyeron 12 grupos de la siguiente manera:

Grupo A1. Diente sin endodoncia, tinción pre/descalcificación, Descalcificación con Ácido Nítrico, Clarificación con Metil/Salicilato (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo A2. Diente sin endodoncia, tinción pre/descalcificación, Descalcificación con Ácido Nítrico, Clarificación con Aceite de Inmersión (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo A3. Diente sin endodoncia, Descalcificación con Ácido Nítrico, tinción post/descalcificación, Clarificación con Metil/Salicilato (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo A4. Diente sin endodoncia, Descalcificación con Ácido Nítrico, tinción post/descalcificación, Clarificación con Aceite de Inmersión (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo A5. Diente sin endodoncia, tinción pre/descalcificación, Descalcificación con Ácido Fórmico, Clarificación con Metil/Salicilato (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo A6. Diente sin endodoncia, tinción pre/descalcificación, Descalcificación con Ácido Fórmico, Clarificación con Aceite de Inmersión (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo A7. Diente sin endodoncia, Descalcificación con Ácido Fórmico, tinción post/descalcificación, Clarificación con Metil/Salicilato (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR.

Grupo A8. Diente sin endodoncia, Descalcificación con Ácido Fórmico, tinción post/descalcificación, Clarificación con Aceite de Inmersión (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR.

Grupo A9. Diente sin endodoncia, tinción pre/descalcificación, Descalcificación con EDTA, Clarificación con Metil/Salicilato (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo A10. Diente sin endodoncia, tinción pre/descalcificación, Descalcificación con EDTA, Clarificación con Aceite de Inmersión (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo A11. Diente sin endodoncia, Descalcificación con EDTA, tinción post/descalcificación, Clarificación con Metil/Salicilato (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo A12. Diente sin endodoncia, Descalcificación con EDTA, tinción post/descalcificación, Clarificación con Aceite de Inmersión (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR.

En el grupo B, se constituyeron 6 grupos de la siguiente manera:

Grupo B1. Diente con endodoncia, Descalcificación con Ácido Nítrico, Clarificación con Metil/Salicilato (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo B2. Diente con endodoncia, Descalcificación con Ácido Nítrico, Clarificación con Aceite de Inmersión (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo B3. Diente con endodoncia, Descalcificación con Ácido Fórmico, Clarificación con Metil/Salicilato (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo B4. Diente con endodoncia, Descalcificación con Ácido Fórmico, Clarificación con Aceite de Inmersión (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo B5. Diente con endodoncia, tinción pre/descalcificación, Descalcificación con EDTA, Clarificación con Metil/Salicilato (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Grupo B6. Diente con endodoncia, Descalcificación con EDTA, Clarificación con Aceite de Inmersión (Total = 3 dientes) 1 UR, 1 BR, 1 MR

Descripción del protocolo para Diafanización

Procesamiento de las muestras

Cada espécimen inicia un proceso de desinfección con Yodopovidona y alcohol al 70%, se realiza una apertura o cavidad de acceso mínimamente invasiva con el uso de fresas redondas de diamante, se establece un mapeo para ubicar la entrada al sistema de conductos radiculares, y con el uso de limas de acero inoxidable *K-Flexo Ready Steel Maillefer*, calibres 06, 08, 10, de 25 mm, se comprueba la permeabilidad de cada conducto, confirmando la patencia o permeabilidad apical, posteriormente se dejan inmersos en recipientes con Hipoclorito de Sodio al 5.25% por un tiempo de 12 horas, al finalizar se dejan sumergidos en agua corriente por 4 horas y son almacenados en solución de buffer fosfato (PBS) (Figura 1).

Fase I. Descalcificación

Para el desarrollo de esta Fase, son seleccionados Tres (3) medios descalcificantes, y se utilizarán 3 métodos de verificación con el fin de confirmar el punto final del mismo, la agitación constante de cada espécimen en el medio se llevara a cabo a través de una plancha de agitación. Cada espécimen estará sumergido en un recipiente que contiene 30 ml de volumen del medio, suspendido sin tocar las superficies del mismo:



Figura 1. Secuencia de desinfección con alcohol al 70 % y solución de Yodopovidona. Almacenamiento de especímenes en PBS.

1. Ácido Nítrico (5%) (HNO_3): Ácido fuerte e inorgánico, empleado en la mayoría de los estudios, conserva la estructura dental.¹ Los especímenes se dejaron bajo este medio por 24 horas con agitación constante y verificación del punto final del proceso una sola vez (Figura 2).⁴
2. Ácido Fórmico (10 %) (CH_2O_2): Ácido débil y orgánico, conserva la arquitectura y morfología dental⁽¹⁾. Los especímenes se dejaron bajo este medio por 12 días, cada 3 días se realizaron métodos de verificación para validar el punto final, con agitación constante.⁵
3. EDTA (10%): Se utilizó el Ácido Etilendiaminotetracético (EDTA), que pese a su acción lenta, conserva fielmente la estructura dental.¹ Los especímenes se dejaron bajo este medio por 60 días, con agitación constante. Cada 8 días se realizaron métodos de verificación para validar el punto final y recambio del medio (Figura 3 - 4).³³

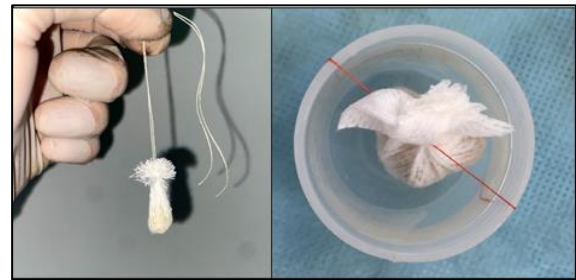


Figura 2. Especímenes suspendidos en medio descalcificante HNO_3 .



Figura 3. Molar superior bajo descalcificación con EDTA al 10%, se muestran los resultados de la *Prueba de Robertson*.

Fase II. Deshidratación

Se realiza para todos los especímenes, mediante la inmersión por 12 horas en alcoholes etílicos ascendentes 70%, 80%, 95% y 100%, con agitación manual cada 12 horas. Finalizado este proceso los dientes se dejan secar sobre papel absorbente por 45 minutos (Figura 5).²⁹

Fase III. Clarificación

1. De acuerdo con el Índice de Refracción de la dentina ($n = 1.540$), se emplean dos medios con un Índice Similar:

- A. Metil/Salicilato ($n = 1.5369$) (Laboratorio San Jorge, Colombia)
- B. Aceite de Inmersión Sintético ($n = 1.516$). (Albor químicos, Químicos Albor Ltda., Colombia)



Figura 4. Molar superior con endodoncia bajo descalcificación con Ácido Fórmico al 10%, se muestran imágenes radiográficas al inicio y transcurridos 12 días.

2. Cada diente se deja en los medios de inmersión por 7 (siete) días, contenidos en frascos de vidrios o *pozos Coaster* para su posterior registro fotográfico. (Figura 6)

3. Para el registro fotográfico se plantean los siguientes estándares:

1. La muestra debía estar completamente sumergida en el medio de Clarificación para exponer al máximo los detalles.
2. Se debía usar alguna forma de iluminación perimetral.
3. De ser posible, se realizaría la fotografía con magnificación.

4. Se emplea una cámara fotográfica profesional y un Estereomicroscopio (Figura 6).

La tinta china es el material más empleado para diferenciar la anatomía del sistema de conductos radiculares con óptimos resultados, para este protocolo se emplea tinta China Pelikan, se aplica a través de una cavidad de acceso coronal (oclusal/ incisal) transportada en una jeringa de insulina de 0,5MI e inyectado con aguja de calibre 31G, y con aguja hipodérmica calibre 22 G x 32 mm, empleando presión negativa desde el ápice usando un equipo de succión, con el fin de lograr mayor penetración desde coronal hasta apical. (Figura 7), de acuerdo con el diseño de los grupos, esta técnica es solo para dientes sin endodoncia, y se ejecuta antes de la descalcificación en un grupo de dientes y después de la misma para otros grupos. El grupo de dientes con endodoncia presentan obturación de los conductos (Gutapercha/Cemento) y este funcionara como medio de contraste.

RESULTADOS

Diafanización en dientes sin endodoncia

El tiempo total de descalcificación tomó 12 días con Ácido Fórmico al 10%, 24 horas con Ácido Nítrico al 5% (HNO_3) y 60 días con EDTA al 10%. Dentro de este grupo, se compararon los resultados de cada subgrupo de acuerdo con el tipo de medio descalcificante, así se encontró que para los dientes en Ácido Nítrico al 5% (Subgrupos A1, A2, A3, A4), se observó una mejor transparencia en aquellos que fueron clarificados con Metil/salicilato (A1, A3), sin embargo, el subgrupo A1 mostró una mayor diferenciación de la anatomía radicular interna, al llevar el medio de contraste (tinta china), antes de la descalcificación (Figura 8).



Figura 6. Especímenes sumergidos en medios de Clarificación (Metil/Salicilato y Aceite de inmersión sintético) (Izq.) Estereomicroscopio (Der.).

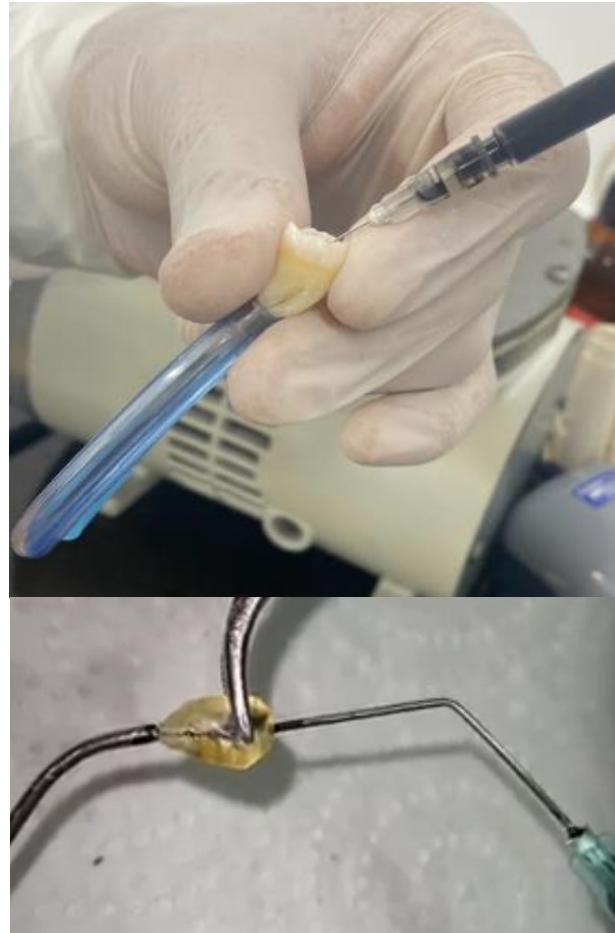


Figura 7. Aplicación de Tinta China como medio de contraste.



Figura 8. Dientes sin endodoncia con preparación bajo Ácido Nítrico al 5%, medio de contraste previa a la descalcificación, clarificado en Metil/Salicilato.



Figura 9. a. Dientes sin endodoncia con preparación bajo Ácido Fórmico 10%, medio de contraste previa a la descalcificación, clarificación en Metil Salicilato, b. c. Dientes sin endodoncia con preparación bajo Ácido Fórmico 10%, medio de contraste previa a la descalcificación, clarificación Aceite de Inmersión.

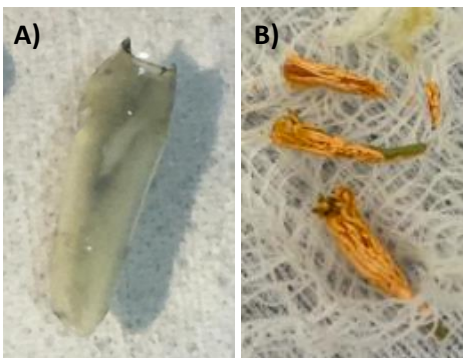


Figura 10. A) Dientes sin endodoncia con preparación bajo EDTA 10%, medio de contraste previa a la descalcificación, clarificación en Metil Salicilato. B) Dientes con endodoncia sometidos al Ácido Nítrico 5%, luego de 16 horas se observa desintegración total de sus tejidos.

Los mejores resultados de transparencia y diferenciación anatómica en el subgrupo de dientes bajo la acción del Ácido Fórmico fueron para los subgrupos A7 y A8, con resultados similares (Figura 9). Esta situación fue igual para los dientes en EDTA al 10%, siendo el subgrupo A11, el que expuso el más adecuado rendimiento (Figura 10A). De los tres subgrupos con mejores resultados, (A1, A7, A11) el que presentó la mejor visualización y diferenciación de la anatomía de los sistemas de conductos radiculares fue el A1 (Ácido Nítrico 5%, medio de contraste pre/Descalcificación, medio de clarificación Metil/Salicilato).

Diafanización para dientes con endodoncia

El tiempo total de descalcificación fue de 12 días con Ácido Fórmico al 10% y 60 días con EDTA al 10%, respecto al Ácido Nítrico (HNO₃ 5%) luego de 16 horas se presentó una disolución completa de los tejidos duros dentales, dejando solo en evidencia el material obturador (Gutapercha), situación presentada en todos los subgrupos de este agente (Figura 10B). Los resultados de transparencia y visualización de la obturación endodóntica para dientes bajo la acción del Ácido Fórmico mostró los mejores resultados en el subgrupo B3, clarificados con MetilSalicilato (Figura 11). Esta situación fue igual para los dientes en EDTA al 10%, (Figura 12), pero el grupo B3 reflejó las mejores imágenes, de todos los subgrupos. Algunos especímenes multiradicales, presentaron persistencia de esmalte luego de 60 días en EDTA al 10% (Figura 13).

DISCUSIÓN

La diafanización dental ha sido usada durante muchos años con el propósito de estudiar la anatomía interna del sistema de conductos radiculares y consta de tres etapas: descalcificación, deshidratación y clarificación. A pesar de no existir un consenso en la preparación previa del espécimen, se ha sugerido el uso de Hipoclorito de Sodio al 5,25%, ya que permite retirar eficientemente residuos de material orgánico posterior a la extracción del diente y no contamina los resultados. Vertucci implementó en su protocolo desinfección con Hipoclorito por 12 horas.³⁰ Negroni indicó algunas ventajas de este proceso, como la elevada eficacia microbicida, la acción rápida, y el efecto desproteinizante que permite mejor vía de penetración para medios de contraste.²⁶ Labarta aplicó el concepto de desinfección para remoción de la pulpa dental por un tiempo de 48 horas.²⁹

La falta de convergencia también se ha encontrado en los medios ideales para una técnica de diafanización

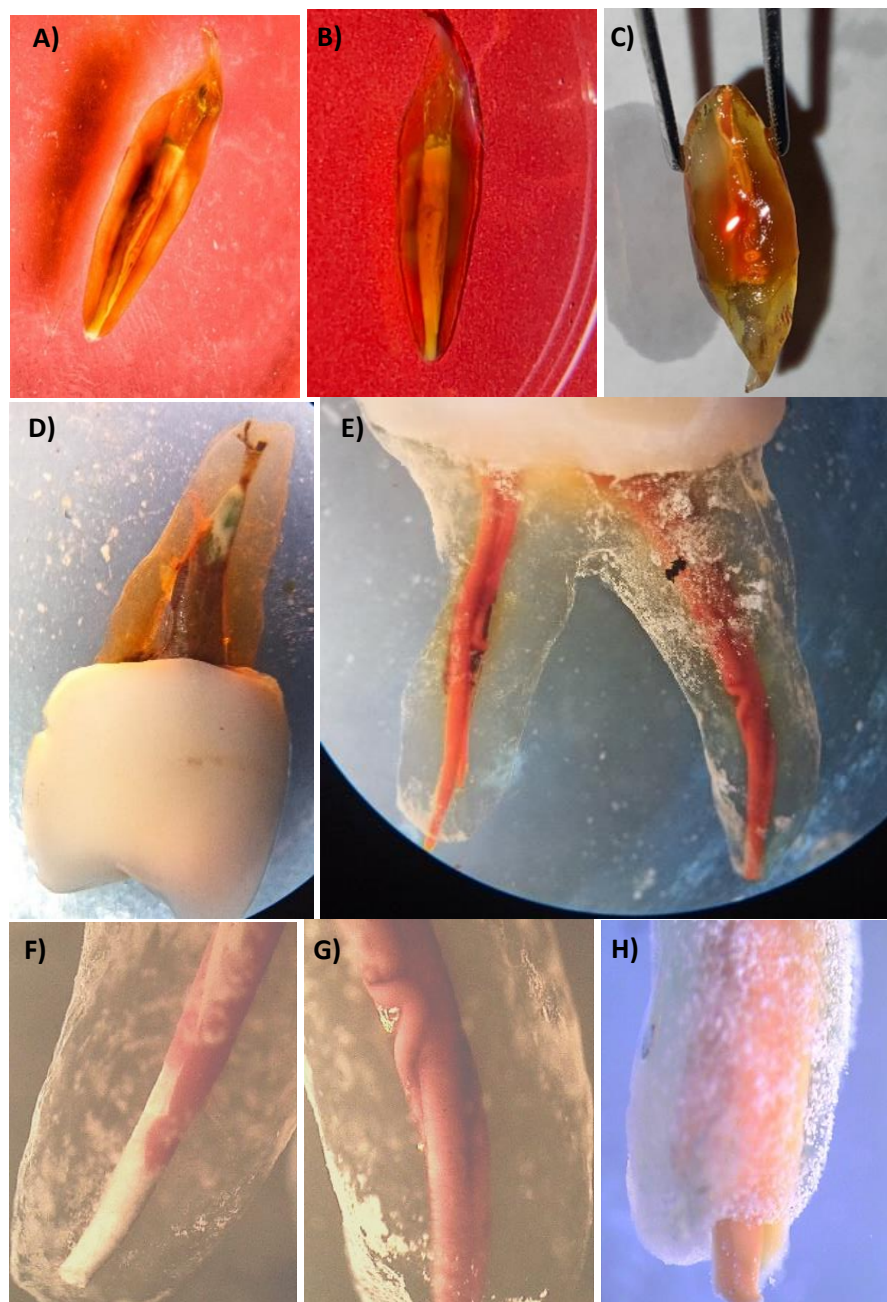


Figura 11. Dientes con endodoncia, bajo la acción de Ácido Fórmico al 10%, clarificados con Metil Salicilato. A) incisivo central superior sumergido en agente clarificante, exponiendo material de obturación tipo gutapercha, B) incisivo central inferior sumergido en agente clarificante, exponiendo material de obturación tipo gutapercha, C) incisivo central superior fuera del agente clarificante, se observa el grado de transparencia que permite visualizar el interior del conducto obturado, D) Segundo premolar superior sumergido en agente clarificante, se puede visualizar corona metal cerámica, y en el segmento radicular: retenedor intraradicular – gutapercha – cemento sellador, y en la región más apical, lumen de conducto sin preparar, un conducto accesorio y dos deltas apicales, E) Primer molar inferior sumergido en agente clarificante, se puede visualizar en el segmento radicular material de gutapercha, con percolaciones en tercio medio, y sobre/obturación. F) ápica magnificado donde se evidencia con la clarificación, punta de cono maestro a nivel de CDC, impregnado de cemento sellador, G) Segmento radicular aumentado del espécimen (E) donde se evidencia como accesorio entorchado sobre el cono maestro, H) Tercio apical magnificado donde se evidencia a través de la clarificación, sobre/ obturación del cono maestro.

adecuada, autores como Kiran Rehman,²⁷ Vertucci,³⁰ Pecora,³¹ Castellucci³², han reportado el uso de ácido nítrico al 5% en dientes con y sin endodoncia, para controlar el fenómeno de contracción del tejido dental orgánico por el proceso de desmineralización.¹ Autores como Labarta²⁹ y Parek H³, emplearon Ácido Nítrico al 5% por 72 horas con recambios cada 24 horas para darle estabilidad al tejido, pues cuanto más rápida es la acción del agente descalcificante, mayor es el daño al tejido¹. Otros autores como Venturi⁵ han empleado Ácido Fórmico para diafanización en dientes con endodoncia. El uso de EDTA se ha restringido para procesos histológicos donde se busca conservar arquitectura celular, pero dado su largo periodo de acción, no es usual encontrarlo en técnicas de Diafanización.

Al revisar los procesos de descalcificación en este trabajo se encontró que dientes sin endodoncia bajo la acción del Ácido Nítrico al 5% en 24 horas arrojaron los mejores resultados, similar a lo reportado por la mayoría de autores, sin embargo, hubo diferencias respecto a dientes con Endodoncia, cuyos resultados fueron mejores bajo la acción del Ácido Fórmico, confirmando lo reportado por Venturi. Los efectos del Ácido Fórmico se vieron evidenciados desde el primer recambio al cabo de 72 horas de haber sumergido los especímenes. Se observó un claro desprendimiento del esmalte dental y una flexibilidad notoria en las raíces, sin embargo los especímenes sometidos a este ácido no presentaron cambios de color.

Inicialmente, el HNO₃ al 5% durante las primeras 24 horas deshizo completamente los especímenes, ante este hallazgo, el tiempo fue reducido a 16 horas, tiempo en donde los especímenes habían alcanzado la descalcificación sin mayor compromiso estructural, pero con un notorio cambio del color natural a un tono amarilloso. Al EDTA, debido a su acción de quelante y no de ácido, le tomó 60 días descalcificar algunos especímenes uniradiculares, dejando a dientes multiradiculares aún con esmalte en sus coronas y zonas de precipitación en las superficies radiculares.

El punto final de la descalcificación se realizó con base en los resultados de tres técnicas de verificación: controles radiográficos del creciente aumento de la hipodensidad, empleado por autores como Castania³³ y Choube,³⁴ en estudios histológicos, control de dureza, utilizado por autores como Sanjai et al,³⁵ Gupta et al,³⁶ que denotaba la flexibilidad que adquirían las raíces de los dientes como consecuencia de la pérdida de iones calcio y fósforo por exposición a los descalcificantes; y el control de Robertson que evidenciaba la pérdida de esmalte dental de los dientes en cada control.³⁷



Figura 12. Dientes con endodoncia, bajo la acción de EDTA al 17% clarificados con Aceite de Inmersión Sintético.



Figura 13. Dientes con endodoncia, bajo la acción de EDTA (10%), clarificados con Metil Salicilato.

Para la fase de deshidratación de los tejidos, la literatura muestra que la sustancia más utilizada es el alcohol etílico, y se usa en concentraciones graduales para evitar distorsión del tejido debido a su efecto de contracción, proceso que se realizó en este trabajo. Autores como Moreno,²⁶ Vertucci,³⁰ Robertson,³⁷ Pecora,³¹ Castellucci³², convergen con el empleo de Alcoholes Etilicos en forma Ascendentes, gracias a su rapidez, y baja toxicidad, además de que permite un mejor refracción del medio clarificante,²⁶ Para este trabajo, no se encontraron diferencias para dientes con y sin endodoncia de igual manera, no se presentaron interacciones entre los agentes descalcificantes y los alcoholes.

Para la Fase clarificación, el Metil Salicilato es el medio más común para la transparentación de dientes humanos, según los reportes de autores como Vertucci,³⁰ Pecora,³¹ Castellucci.³² Se sostiene el concepto de que su índice de refracción de 1.5369 es similar al de la dentina.³⁸ Otro tipo de aceites de inmersión como el Eugenol, el Bergamot, Xylol, y aceites sintéticos de inmersión, han sido empleados para la clarificación.¹ En el presente trabajo, se emplearon el Metil Salicilato y el aceite de inmersión sintético para comparar de manera descriptiva el mejor resultado de la anatomía interna radicular los resultados obtenidos con el Metil Salicilato confluye con los reportes de la literatura. Los especímenes sumergidos en aceite de inmersión sintético mostraron opacidad en su mayoría, salvo los dientes que estuvieron bajo la acción del ácido fórmico, los cuales mostraron resultados aceptables.

La tinta china es el medio de contraste más usado para diferenciar la anatomía interna radicular con excelentes resultados, la mayoría de los autores como Vertucci,³⁰ Pecora,³¹ Robertson,³⁷ Parek³ reportaron una adecuada impresión del sistema de conductos radiculares. Respecto al momento de la inyección de tinta china, la mayoría converge en hacerlo antes de la descalcificación para evitar la contaminación de la superficie externa de las raíces, lo que va a dificultar y deformar la apreciación del sistema de conductos radiculares. Algunos autores como Labarta²⁹ y Parek³ llevaron el medio de contraste una vez finalizada la clarificación, los resultados de este trabajo mostraron que en la fase de clarificación los especímenes sin endodoncia con impresión de tinta china antes de la descalcificación mostraron óptimos resultados visuales, respecto a especímenes con endodoncia se empleó la gutapercha como medio de contraste como lo hicieron Castellucci³² y Venturi.⁵

CONCLUSIONES

La diafanización dental es una técnica invaluable para el aprendizaje y la docencia, pues gracias a proveer una

visualización tridimensional de las estructuras internas del diente, permite apreciar y estudiar la variabilidad del sistema de conductos radiculares y el análisis en profundidad de un tratamiento endodóntico.

El desarrollo de este estudio piloto otorgó la estandarización de un protocolo educativo donde se implementaron medios como el Ácido Nítrico al 5% para dientes sin endodoncia, Ácido Fórmico al 10% para dientes con Endodoncia, medios de contraste como la tinta china antes de la descalcificación, y la clarificación con Metil salicilato, lo que permitirá ampliar la comprensión del inmenso, hermoso y complejo universo anatómico radicular.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente trabajo fue sometido a evaluación y aceptado por el Comité Institucional de Revisión de Ética Humana en sesión plenaria, con el código E 021-021, donde se trabajó con dientes debidamente almacenados de manera anónima. Se consideró que no involucra la participación directa de seres humanos y cumple con los lineamientos éticos.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Este proyecto fue financiado con recursos derivados de la propuesta “Descripción histomorfometría de caries de fosas y fisuras en dientes permanentes” con Acta de aprobación N° (018-019). Agradecimientos a la Escuela de Odontología de la Universidad del Valle, al Laboratorio de Investigación de la Escuela de Odontología de la Universidad del Valle y al profesor Carlos Humberto Valencia Llanos, por el banco de dientes, y el acceso a las instalaciones.

REFERENCIAS

1. Versiani MA, Basrani B, Sousa-Neto MD. The root canal anatomy in permanent dentition. *The Root Canal Anatomy in Permanent Dentition*. 2018. 1-425 p. Doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-73444-6>
2. Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao C V. Comparative Evaluation of Modified Canal Staining and Clearing Technique, Cone-Beam Computed Tomography, Peripheral Quantitative Computed Tomography, Spiral Computed Tomography, and Plain and Contrast Medium-enhanced Digital Radiography in Studying. *J Endod [Internet]*. 2010 Sep 1;36(9):1547-51. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.05.008>

3. Parekh V, Shah N, Joshi H. Root canal morphology and variations of mandibular premolars by clearing technique: An in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 2011;12(4):318-21. Doi: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1052>
4. Robertson DC, Leeb J. The evaluation of a transparent tooth model system for the evaluation of endodontically filled teeth. *J Endod.* 1982;8(7):317-21. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(82\)80281-1](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(82)80281-1)
5. Venturi M, Prati C, Capelli G, Falconi M, Breschi L. A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing technique. *Int Endod J.* 2003;36(1):54-63. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.0143-2885.2003.00613.x>
6. Black G V. Descriptive anatomy of the human teeth [Internet]. 1902. Available from: <https://www.worldcat.org/title/descriptive-anatomy-of-the-human-teeth/oclc/605487829>
7. von Lunkaszprie GC. Anatomie des Mundes [Internet]. Braunmüller und Seidel; 1842. (Systematisches Handbuch der Zahnheilkunde). Available from: <https://books.google.com.co/books?id=SFgPzQEACAAJ>
8. Paul de Terra. Vergleichende anatomie des menschlichen gebisses und der zähne der vertebraten, [Internet]. 1911. Available from: <https://www.worldcat.org/title/vergleichende-anatomie-des-menschlichen-gebisses-und-der-zahne-der-vertebraten/oclc/9704460>. Doi: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.41710>
9. Goldman M, Pearson AH, Darzenta N. Endodontic success-Who's reading the radiograph? *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol* [Internet]. 1972 Mar 1 [cited 2020 Mar 27];33(3):432-7. Doi: [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(72\)90473-2](https://doi.org/10.1016/0030-4220(72)90473-2)
10. Omer OE, Shalabi RM Al, Jennings M, Glennon J, Claffey NM. A comparison between clearing and radiographic techniques in the study of the root-canal anatomy of maxillary first and second molars. *Int Endod J* [Internet]. 2004; Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.0143-2885.2004.00731.x> Doi: <https://doi.org/10.1111/j.0143-2885.2004.00731.x>
11. Baumann MA, Doll GM. Spatial reproduction of the root canal system by magnetic resonance microscopy. *J Endod* [Internet]. 1997 Jan 1;23(1):49-51. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(97\)80207-5](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(97)80207-5)
12. Green EN. Microscopic investigation of root canal diameters. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 1958 Nov 1;57(5):636-44. Doi: <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1958.0254>
13. Skidmore AE, Bjorndal AM. Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol* [Internet]. 1971 Nov 1 [cited 2020 Mar 27];32(5):778-84. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0030422071903045?via%3Dihub> Doi: [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(71\)90304-5](https://doi.org/10.1016/0030-4220(71)90304-5)
14. Kartal N, Özçelik B, Cimilli H. Root canal morphology of maxillary premolars. *J Endod* [Internet]. 1998 Jun 1 [cited 2020 Mar 27];24(6):417-9. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(98\)80024-1](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(98)80024-1)
15. Durack C, Patel S. Cone beam computed tomography in endodontics. *Braz Dent J* [Internet]. 2012 [cited 2020 Mar 2];23(3):179-91. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-64402012000300001>
16. B. C. W. Barker B. C. Lockett K. C. Parsons. The demonstration of root canal anatomy. *Aust Dent J.* 1969. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1969.tb03330.x>
17. O'Neill KJ, Pitts DL, Harrington GW. Evaluation of the apical seal produced by the McSpadden Compactor and by lateral condensation with a chloroform-softened primary cone. *J Endod* [Internet]. 1983 May 1;9(5):190-7. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(83\)80091-0](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(83)80091-0)
18. Kasahara E, Yasuda E, Yamamoto A, Anzai M. Root canal system of the maxillary central incisor. *J Endod* [Internet]. 1990 Apr 1;16(4):158-61. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81962-X](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81962-X)
19. Saunders WP, Saunders EM. Effect of noncutting tipped instruments on the quality of root canal preparation using a modified double-flared technique. *J Endod* [Internet]. 1992 Jan 1;18(1):32-6. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81140-4](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81140-4)
20. Tagger M, Katz A, Tamse A. Apical seal using the GPII method in straight canals compared with lateral condensation, with or without sealer. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol* [Internet]. 1994 Aug 1 [cited 2020 Mar 27];78(2):225-31. Doi: [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(94\)90152-X](https://doi.org/10.1016/0030-4220(94)90152-X)
21. Felton DA, Webb EL, Kanoy BE, Dugoni J. Threaded endodontic dowels: Effect of post design on incidence of root fracture. *J Prosthet Dent* [Internet]. 1991 Feb 1;65(2):179-87. Doi: [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(91\)90159-T](https://doi.org/10.1016/0022-3913(91)90159-T)
22. Vertucci FJ. Root canal morphology of mandibular premolars. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 1978 Jul 1;97(1):47-50. Available from: <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1978.0443> Doi: <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1978.0443>
23. Okumura T. Anatomy of the Root Canals. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 1927 Apr 1 [cited 2020 Mar 27];14(4):632-6. Doi: <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1927.0137>
24. Greco Machado, Y., García Molina, J. A., Bueno Martínez, R., Manzanares Céspedes, M. C., & Lozano de Luaces, V. (2008). Técnicas de diafanización: estudio comparativo. *Endodoncia*, 2008, vol. 26, num. 2, p. 85-92.
25. Pediatría E, Al R, Julian E, Preliasco M. Validación de modelos de simulación para práctica pre clínica en Endodoncia pediátrica. *Resistencia al degaste.* 2018.
26. Andrés MGS. "Estudio in-vitro de la anatomía interna de conductos radiculares del primer premolar superior, estudio mediante la técnica de diafanización dental." 2018.
27. Rehman K, Khan FR, Habib S. Diaphonization: a recipe to study teeth. *J Contemp Dent Pract.* 2015 Mar 1;16(3):248-51. doi: 10.5005/jp-journals-10024-1670. PMID: 26057927. Doi: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1670>
28. Chin, R. L., Olson, K. R., & Dempsey, D. (2007). Salicylate toxicity from ingestion and continued dermal absorption. *The California journal of emergency medicine*, 8(1), 23-25.
29. Beatriz Labarta, A., Cuadros, M., Gualtieri, A., & Sierra, L. (2016). Evaluación de la morfología radicular interna de premolares inferiores mediante la técnica de diafanización, obtenidos de una población argentina. *Revista Científica Odontológica*, 12.
30. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984 Nov;58(5):589-99. Doi: [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(84\)90085-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(84)90085-9)
31. Pécora JD, Woelfel JB, Sousa Neto MD, Issa EP. Morphologic study of the maxillary molars. Part II: Internal anatomy. *Braz Dent J.* 1992;3(1):53-7. PMID: 1303118.

32. Castelucci A. Endodontics. Edizioni Odontoiatriche Il Tridente: Florence; 2005
33. Castania VA, Silveira JW, Issy AC, Pitol DL, Castania ML, Neto AD, Bel EA, Defino HL. Advantages of a combined method of decalcification compared to EDTA. *Microsc Res Tech*. 2015 Feb;78(2):111-8. Doi: <https://doi.org/10.1002/jemt.22451>
34. Choube A, Astekar M, Choube A, Sapra G, Agarwal A, Rana A. Comparison of decalcifying agents and techniques for human dental tissues. *Biotech Histochem*. 2018;93(2):99-108. Doi: <https://doi.org/10.1080/10520295.2017.1396095>
35. Sanjai K, Kumarswamy J, Patil A, Papaiah L, Jayaram S, Krishnan L. Evaluation and comparison of decalcification agents on the human teeth. *J Oral Maxillofac Pathol*. 2012 May;16(2):222-7. Doi: <https://doi.org/10.4103/0973-029X.99070>
36. Gupta, S., Jawanda, M. K., Sm, M., Bharti, A. (2014). Qualitative histological evaluation of hard and soft tissue components of human permanent teeth using various decalcifying agents - a comparative study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 8(9), ZC69-ZC72. Doi: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/10195.4874>
37. Robertson D, Leeb JJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod*. 1980 Jan;6(1):421-4. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(80\)80218-4](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(80)80218-4)
38. Armarego WLF. Purification of laboratory chemicals. *Purif Lab Chem*. 2017;1-1176. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805457-4.50001-X>