



ESCUELA DE
ODONTOLOGIA

UNIVERSIDAD
DE VALPARAISO

COMPARACION DE TRES METODOS PARA REMOVER EL
HIDROXIDO DE CALCIO INTRACANALICULAR

Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano - Dentista

Docente Guía: Fernando Bahamondes Ibaceta

**Alumnos: Fernando Figueroa Muñoz
Christian Maluenda Ortiz**



ESCUELA DE
ODONTOLOGIA

UNIVERSIDAD
DE VALPARAISO

**COMPARACION DE TRES METODOS PARA REMOVER EL
HIDROXIDO DE CALCIO INTRACANALICULAR**

Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano - Dentista

Docente Guía: Fernando Bahamondes Ibaceta

Alumnos: Fernando Figueroa Muñoz
Christian Maluenda Ortiz

DEDICATORIAS:

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, los cuales me han brindado su apoyo incondicional durante este largo y anfractuoso proceso de formación, quienes han tenido gran paciencia y dedicación, y gracias a cuyo esfuerzo y palabras de aliento en los momentos difíciles he podido sortear los diversos obstáculos que se han presentado, tanto en el ámbito personal/motivacional, como académico y monetario, y que me han ayudado en el proceso de crecimiento personal que implica llegar a convertirse en un profesional. También a mis hermanos, primos, tíos y abuelos por el cariño y apoyo durante el proceso, en particular a mi Tía Leticia, quien además de confiar en mi en el ámbito profesional, junto a su familia fueron en los últimos años un apoyo importante y una conexión constante con la familia Rancagüina en la quinta región. Finalmente a los amigos y amigas que han estado conmigo durante este proceso.

Se les quiere y agradece infinitamente.

Fernando Figueroa M.

Dedico este trabajo a quienes son el garante de mi vida. Mis padres, mi hermana y mi pareja, por su amor, labor, comprensión y esperanza irrestricta.

A mi familia en el camino, señora Sara López e hijo quienes sin deberlo se constituyeron como parte fundamental de este ciclo.

Al servicio de Cirugía Máxilo-Facial y a la Unidad de Emergencias del Adulto del Hospital Carlos Van Buren, por hacerme sentir, académica y profesionalmente parte de algo importante.

Y a los choferes de microbuses de las líneas N (705) y 602, por su deferencia y seguridad en el viaje.

Muy agradecido

Christian Maluenda O.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos encarecidamente a la profesora Doris Oliva, titular de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valparaíso, quien de manera desinteresada y efectiva realizó las gestiones que permitieran el desarrollo de esta investigación.

De la misma forma agradecemos al señor Rene Duran, investigador de la Universidad de Valparaíso quien entregó el apoyo técnico y conceptual tanto en la capturas fotográficas como en el procesamiento de las mismas.

Al Dr Ricardo Moreno y al Dr. Eduardo Couve por sus valiosos aportes al mejoramiento del método investigativo llevado a cabo.

Al Dr. Carlos Bravo por su valiosa ayuda al desarrollo de este experimento.

Por su invaluable colaboración agradecemos al Señor Humberto Soza en persona de todo el equipo de funcionarios de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso

Y a todos los amigos y amigas que formaron parte de esta investigación a través de la recolección de los especímenes de muestra.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEORICO.....	2
1. Sustrato Dentario; La Dentina.....	2
1.1 Permeabilidad Dentinaria.....	3
2. Hidróxido de Calcio; Definición y Propiedades	4
2.1. Hidróxido de Calcio; Preparación.....	7
2.2 Hidróxido de Calcio; Remoción.....	8
3. Agentes Irrigantes.....	12
3.1 Hipoclorito de Sodio.....	13
3.2 Ácido Etilendiaminotetracético (EDTA):	14
4. Dispositivos Ultrasónicos para activación de soluciones irrigantes.	15
4.1 Irrigación Pasiva Ultrasónica	16
4.2 EMS MiniPiezon:.....	18
4.3 EndoActivator:	19
5. Software para el procesamiento de imágenes; IMAGEJ.....	19
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	22
1. Hipótesis.....	22
2. Objetivos.....	22
2.1. Objetivo General	22
2.2. Objetivos Específicos.....	22
MATERIALES Y METODOS	23
1. Tipo de Estudio	23
1.1. Determinación del Tamaño de la Muestra	23
1.3. Selección de la Muestra.....	24
1.4. Criterios de Inclusión	24
1.4.2. Criterios de exclusión.....	24
2. Variables.....	25
2.1-. Variable Principal.....	25
2.2-. Variables Secundarias.....	25
2.3-. Operalización de la Variable a Medir	25
3. Procedimientos de Preparación de la Muestra	25
3.1-. Aperturas Endodónticas, Localización de conductos y Determinación de la Longitud de trabajo.	26

3.2-	Montaje, Preparación Biomecánica	26
3.3-	Separación y Reposicionamiento de la muestra.....	27
3.4-	Aplicación y llenado de los conductos con Hidróxido de Calcio	29
3.4-	Protocolos para la remoción del hidróxido de calcio.....	30
3.5-	Medición del grado de remoción del hidróxido de calcio.	33
	RESULTADOS	39
5.1	Resultados Grupo 1; Instrumentación Manual	39
5.2	Resultados Grupo 2; activación sónica de los irrigantes.....	41
5.3	Resultados Grupo 3; Activación Ultrasónica de los irrigantes.	44
5.4	Resultados entre los grupos	46
	DISCUSION	50
	CONCLUSIONES.....	54
	RESUMEN	55
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
	ANEXO 1; PRUEBA PILOTO	
	ANEXO 2; DETALLE MEDICIONES	
	ANEXO 3; AUTORIZACION COMITÉ BIOSEGURIDAD.....	
	ANEXO 4: TABLA DE RESULTADOS	
	ANEXO 5; DURACION DEL ESTUDIO	
	ANEXO 6; FLUJOGRAMA MANEJO DE MUESTRA	

INTRODUCCIÓN

Más de 50 años de uso clínico, abalan al hidróxido de calcio como el material de elección para la medicación intracanal. (Cohen, 2008). Dadas sus propiedades, presenta en endodoncia varias indicaciones, entre ellas el control microbiológico de conductos infectados, mantención de la salud de conductos tratados con biopulpectomias, control de reabsorciones radiculares, ayuda en el control de exudados persistentes, tratamiento de lesiones periapicales, tratamientos de apexificación y perforaciones radiculares. (Pó Cirillo, 2013).

El hidróxido de calcio es una base fuerte, que produce sus efectos al disociarse iónicamente, la fracción de iones calcio tiene efecto mineralizador y la parte de iones hidroxilo el efecto biológico antimicrobiano. Para su aplicación intraconducto, se mezcla con vehículos acuosos o hidrosolubles y tiene un tiempo de permanencia al interior del canal radicular, optimo, de 15 días. (Estrela, 2004). (Soares, 2012).

No obstante que su interacción aparente con la dentina es principalmente mecánica, varios investigadores señalan que es difícil lograr su completa remoción física. (Ozcelik et al, 2000), (Soares, 2012), (Taşdemir et al, 2011).

Lo anterior tiene reportado una la disminución en la permeabilidad dentinaria generando un obstáculo físico para la penetración de los cementos endodónticos al interior de los túbulos dentinarios, lo cual interfiere con la calidad del sellado. Inclusive esta situación ha sido reportada como potencial causa de fracaso en el tratamiento endodóntico. (Bolhari et al, 2012) (Motocy de Oliveira et al, 2011) (Ricucci et al, 1997) (Kim y Kim, 2002).

Entonces, devolver la permeabilidad dentinaria y obtener un conducto lo mas limpio posible de residuos de hidróxido de calcio se convierte en mandatorio. (Estrela, 2004).

Con este fin se han propuesto variadas metodologías las que incluyen: el uso de lima de pasaje, el repaso de la preparación mecánica con limas, la irrigación profusa con hipoclorito de sodio, EDTA y otros agentes quelantes o ácidos. Los irrigantes pueden ser utilizados de forma convencional o activada de diferentes maneras, dentro de las que en la actualidad encontramos de tipo sónico y/o ultrasónico. (Lambrianidis et al, 2006) (Wiseman et al, 2011) (Soares, 2012).

Así es que el objetivo de este estudio es evaluar la eficacia de tres métodos, que incorporan las variables anteriores, irrigación convencional, irrigación con activación sónica y la irrigación con activación ultrasónica, para la remoción del hidróxido de calcio del interior de los canales radiculares, en dientes extraídos

MARCO TEORICO

1. Sustrato Dentario; La Dentina

La dentina es el componente mineral del diente con mayor volumen. Anatómicamente se dispone delimitando los canales radiculares, revestida de esmalte en la corona dentaria y por cemento en la porción radicular.

Según el tiempo de su desarrollo y de las características histológicas, puede ser clasificada como primaria, secundaria o terciaria. (Estrela, 2004).

La dentina primaria esta compuesta por la dentina del manto y por la dentina circumpulpar que es la que se depositó hasta el momento en que el elemento dentario finalizó su erupción y entró en contacto con su antagonista. La dentina del manto que es la primera en formarse. Se deposita en la unión amelo-dentinaria o en la unión dentina cemento, teniendo una disposición paralela a los tejidos que la revisten, tiene un espesor de aproximadamente 80 a 100 μm . Y la dentina circumpulpar, que se forma después de la formación del manto constituye la mayor parte del volumen dentinario.

La dentina secundaria se forma después de la formación de la dentina radicular, manteniendo el modelo tubular de la dentina circumpulpar, pero más lento y menos regular. Se deposita más en el techo y en la base de la cámara pulpar, lo que hace que se reduzcan los cuernos pulpares y la cámara pulpar de manera asimétrica. (Estrela, 2004).

La dentina terciaria es aquella producida en respuesta a estímulos del entorno externo, como caries, atrición, abrasión, procedimientos restauradores, etc. Ocurre en las zonas subyacentes a los estímulos, modificando la arquitectura pulpar y dentinaria. Esa dentina puede ser de reacción, cuando es producida por los odontoblastos preexistentes, o reparativa, cuando ocurre la muerte de los odontoblastos y son sustituidos por nuevos odontoblastos, también llamados odontoblastoides. (Estrela, 2004).

Como los odontoblastos producen la matriz orgánica de la dentina en una dirección centripeta a la pulpa, en un espacio cada vez más reducido, la orientación de los odontoblastos resulta en una curvatura en forma de "S" en la dentina circumpulpar, más pronunciada en la corona y más discreta en la raíz. (Estrela, 2004).

La dentina madura se compone de aproximadamente un 70% de material inorgánico y un 10% de agua según el peso o el volumen. El principal componente inorgánico consiste en $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ que corresponde a la hidroxiapatita. La matriz orgánica representa el 20% de la dentina, del cual el 91% es colágeno. La mayor parte del colágeno pertenece al tipo I, pero existe un componente menor de tipo V. Entre los componentes de la matriz distintos del colágeno se incluyen fosfoproteínas, proteoglicanos, glicoproteínas, factores de crecimiento y lípidos. (Cohen, 2008).

Garberolio y Brannstrom observaron que el área de dentina ocupada por los túbulos es de 1% en la unión dentina-esmalte, y aumenta hasta un 45% a nivel de la cámara pulpar. Es la causa del descenso de la microdureza de la dentina más cercana a la pulpa; al aumentar la densidad tubular, disminuye la cantidad de matriz calcificada en los túbulos. Este reblandecimiento relativo de la dentina que reviste la cámara pulpar, facilita en alguna medida el ensanchamiento del conducto durante el tratamiento. (Cohen, 2008).

La dentina que recubre los túbulos se denomina dentina peritubular, mientras que la situada entre los túbulos se conoce como dentina intertubular. La matriz de la dentina peritubular es distinta de la intertubular, ya que contiene menos fibrillas colágenas y una proporción más elevada de proteoglucanos sulfatados. Debido a su menor contenido en colágeno, la dentina peritubular se disuelve con más rapidez en un medio ácido que la intertubular. La dentina intertubular está localizada entre los anillos de dentina peritubular y constituye la mayor parte de la dentina, presenta las fibras colágenas de 50 a 100 nanómetros en orientación perpendicular a los túbulos dentinarios y está bien mineralizada. (Cohen, 2008).

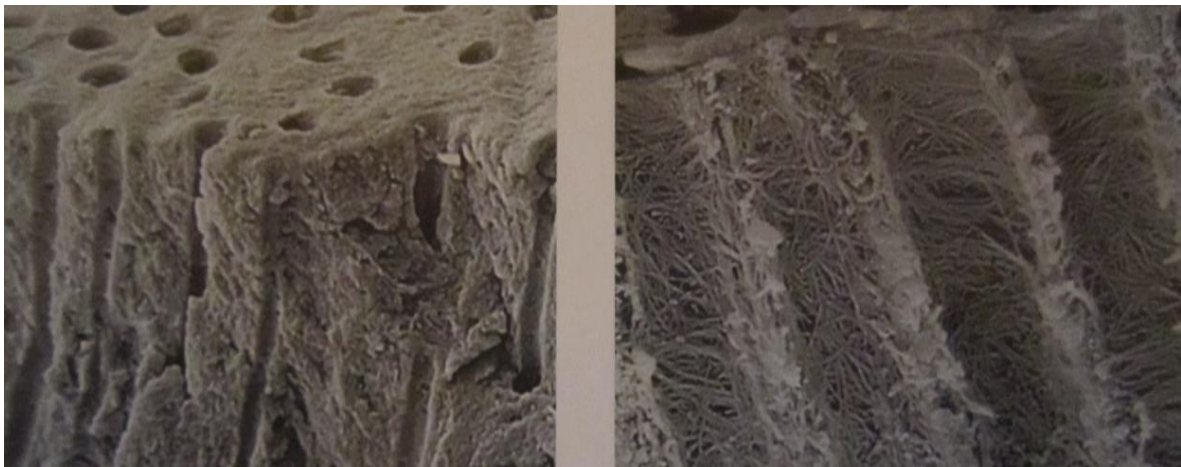


Figura 1 : Túbulos dentinarios en corte longitudinal; Soares, 2012

1.1 Permeabilidad Dentinaria

La permeabilidad de la dentina a los fluidos es proporcional al diámetro y al número de túbulos, aumenta conforme los túbulos convergen a la pulpa. (Cohen, 2008). El carácter de la superficie dentinaria también puede modificar la permeabilidad de la dentina, donde son posibles dos extremos: los túbulos que están completamente abiertos, según se observan en dentina recién fracturada o grabada con ácido, y los túbulos que se cierran anatómicamente o con restos microcristalinos. (Ingle-Bakland, 2005)

Puede modificarse la permeabilidad dentinaria a través del acondicionamiento de la superficie utilizando ácidos o sustancias quelantes. Estos disminuyen la resistencia superficial y ensanchan los orificios de los túbulos dentinarios y también logran disminuir o desaparecer la dentina peritubular, dejando la malla de colágeno de la dentina intertubular expuesta, facilitando la penetración de soluciones irrigantes, materiales de medicación y cementos selladores. (Estrela, 2004, Cohen, 2008)

Durante la preparación biomecánica del canal radicular, el corte de la dentina produce una capa amorfa, granular e irregular que cubre la superficie del conducto radicular y taponan los orificios de los túbulos dentinarios. Esta capa, denominada Smear Layer endodóntico, se comprende de restos inorgánicos y componentes orgánicos, tales como: remanentes de tejido pulpar, procesos odontoblásticos, saliva, células sanguíneas y bacterias. (Kokkas et al, 2004). El Smear Layer endodóntico, obstruye la entrada de los conductos dentinarios y reduce la permeabilidad de la dentina hasta en un 49% (Soares, 2012)

Esta capa residual, juega un importante rol en la terapia endodóntica puesto que su remanencia afecta la adaptación de los materiales de relleno, sean de medicación u obturación. Con este fin un estudio in vitro, evaluó la profundidad de penetración de materiales de obturación. Luego de la preparación biomecánica se dividió la muestra en dos grupos, en el primero (grupo A) se dejó la capa de Smear Layer endodóntico y en el segundo (grupo B) se eliminó usando EDTA y NaOCl. Los resultados analizando los cortes en microscopio electrónico de barrido, mostraron que en el grupo A no se observó cemento sellador en los túbulos dentinarios, mientras que en el grupo B se observó penetración del cemento sellador entre 59 y 65 μm de profundidad. (Kokkas et al, 2004)

2. Hidróxido de Calcio; Definición y Propiedades

El hidróxido de calcio se considera introducido para su uso en odontología, por el trabajo pionero de B.W. Hermann (1920, 1930), quien estaba buscando un compuesto biológicamente compatible que pudiera ser puesto en contacto directo con los tejidos pulpares y periapicales. Encontrándose el autor insatisfecho por la citotoxicidad de los medicamentos utilizados en ese tiempo. No obstante las referencias iniciales de su uso se remontan a 1838 cuando Nygren reportó su uso para la “fístula dentalis” y en 1851 cuando Codman realizó el primer intento por preservar pulpa dentaria expuesta. (Fava & Saunders, 1999).

Hasta hoy se considera el mejor medicamento para inducir la aposición de tejidos duros y promover la curación de la pulpa vital y de los tejidos periodontales. (García, 1983). Por sus propiedades, ha sido evaluado con éxito clínicamente como: apósito antibacteriano en dientes infectados, en el tratamiento de la periodontitis apical asociada a infección dentaria, para curar tractos fistulosos asociados a infección odontogénica, en el control de las reabsorciones radiculares internas y externas, en la reparación de perforaciones endodónticas, como medicación temporal en

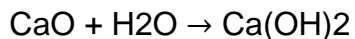
biopulpectomías, en procesos de apexificación, para la mantención de la vitalidad pulpar (recubrimiento pulpar directo, pulpotomía parcial de Cvek) y para el tratamiento de las secuelas por traumatismo dentoalveolar (luxación y reimplantes), entre otras aplicaciones. (Holland et al, 1995; De Souza et al, 2005, Fava & Saunders, 1999).

Es un polvo blanco, alcalino, al que se considera una base fuerte por su alto pH (12,5 – 12,8). Se obtiene de la siguiente manera;

Primero vía calcinación (calentamiento entre 900 – 1200°C) del carbonato de calcio (piedra caliza) con lo cual se consigue su transformación en óxido de calcio (cal viva).



Luego tras la hidratación de esta cal viva se obtiene el hidróxido de calcio. (Estrela, 2004; Fava & Saunders, 1999).



Aunque es poco soluble en agua (1,2g/L), su principal acción se produce por disociación iónica en Ca^{2+} y OH^- , que sucede al colocarse en el interior del conducto radicular, en contacto directo con las paredes dentinarias y en presencia de agua. Los iones de hidroxilo OH^- presentan el efecto biológico antimicrobiano y los iones de calcio Ca^{2+} desarrollan el efecto mineralizador. (Fava & Saunders, 1999). El porcentaje de iones hidroxilos presentes en el hidróxido de calcio corresponde al 45,89%, mientras que el 54,11% corresponde a iones calcio. (Estrela, 2004).

El efecto biológico antimicrobiano del hidróxido de calcio, al que no se puede denominar como un antiséptico convencional, se explica principalmente puesto que su alto pH produce la alcalinización del medio, aumentando fuertemente el pH de la masa dentinaria, lo cual torna inadecuado el medio para la supervivencia de la mayoría de los microorganismos de la flora endodóntica, y de esta manera se produce la destrucción de la membrana celular de las bacterias y de sus estructuras proteicas. (Estrela, 2004; Cohen, 2008)

La difusión de iones OH^- a través de la dentina para crear un efecto alcalinizante a distancia depende de varios factores:

- a) El tiempo de aplicación del material
- b) El vehículo utilizado en el preparado
- c) La permeabilidad dentinaria

El tiempo de aplicación de la medicación tiene suma importancia, ya que los iones OH^- difunden muy lentamente a través de la dentina, debiendo vencer la capacidad buffer de la hidroxiapatita. (Ingle-Bakland, 2005).

En concreto experimentos de contacto directo in vitro muestran que se requieren 24 horas para producir la muerte completa de los Enterococcus. Las experiencias

clínicas han demostrado la necesidad de dejar colocado el preparado durante 1 semana para desinfectar con seguridad los conductos radiculares. (Ingle-Bakland, 2005).

Sin embargo, otros autores en base a la bibliografía, experiencia personal y la necesidad de finalizar el tratamiento, recomiendan una medicación con hidróxido de Calcio entre sesiones por 15 días, pudiendo ser necesario en algunos casos con mayor compromiso del periapice, tales como grandes lesiones o reabsorciones apicales nítidas, ser dejado durante 30 días. (Soares, 2012).

La permeabilidad dentinaria no es la misma a lo largo de todo el conducto radicular, ya que difusión de iones ocurre con mayor facilidad en el 1/3 coronario del conducto que en la dentina del 1/3 apical donde hay menos túbulos dentinarios y estos son mas estrechos que en el resto de la misma; esta situación además varia según el tipo de diente y su grado de mineralización. (Ingle-Bakland, 2005).

Así, la alcalinización de la dentina del tercio apical se produce con más lentitud que en la región cervical. En esta porción, hay una mayor cantidad de conductillos, que además tienen mayor diámetro, lo que facilita la difusión de los iones hidroxilo. (Ingle-Bakland, 2005).

Además de estos aspectos, otros factores pueden dificultar la difusión del hidróxido de calcio a través de la dentina, como la reducida cantidad de agua, la acción buffer de la hidroxiapatita, las obstrucciones en la entrada de los conductillos ulteriores a la reacción del producto con la dentina, y el contenido de estos. (Ingle-Bakland, 2005).

El hidróxido de calcio además de sus propiedades bactericidas, tiene la cualidad de hidrolizar la mitad lipídica de los lipolisacáridos bacterianos (LPS), inactivando así la actividad biológica del LPS, y reduciendo su efecto. Por otra parte, la obliteración del espacio del conducto con hidróxido de calcio durante el tratamiento minimiza el ingreso del líquido hístico al conducto radicular, el cual podría ser utilizado como sustrato por los microorganismos. (Ingle-Bakland, 2005). Además de lo ya mencionado, permite la invaginación del tejido periodontal al interior del canal radicular, sellando el foramen apical por la aposición de cemento radicular aún en ausencia de pulpa vital. (Marmasse, 1953)

El efecto antimicrobiano del hidróxido de calcio, tiene una comprobada efectividad, en especial al conjugarse con el ampliamente utilizado Hipoclorito de Sodio. En un estudio con 42 pacientes se demostró que la irrigación con hipoclorito sódico reducía el nivel bacteriano en un 61,9%, pero que al ser aplicado junto al hidróxido de calcio en el interior de los conductos durante 1 semana, se conseguía una reducción del 92,5%. (Cohen, 2008).

Así es como se ha establecido el uso del hidróxido de calcio como medicación intracanalicular durante el tratamiento de los conductos radiculares. Con base en pruebas actuales, se recomienda utilizar el hidróxido de calcio para la desinfección

del conducto, tratamiento de lesiones apicales y además en situaciones en las cuales haya comenzado la reabsorción radicular. (Ingle-Bakland, 2005).

El efecto mineralizador del hidróxido de calcio data de 1938, cuando Teuscher y Zander introdujeron su uso con este fin en los Estados Unidos. Los autores confirmaron histológicamente que bajo los recubrimientos de hidróxido de calcio se formaban puentes dentinarios complejos y con pulpa radicular sana. En publicaciones posteriores se estableció con firmeza que el hidróxido de calcio era el agente de recubrimiento pulpar de elección, con porcentajes de éxito que van del 30 al 98%. Sumado a lo anterior, el hidróxido de calcio tiene un ligero efecto desmineralizante de la dentina, y se ha encontrado que libera factor de crecimiento transformante Beta (TGF-B). Este y otros factores de crecimiento generados, estimulan y aceleran la dentinogénesis reparadora. (Cohen, 2008).

2.1. Hidróxido de Calcio; Preparación

Para su uso en odontología, el hidróxido de calcio puede ser utilizado puro, depositando el polvo directamente sobre la pulpa expuesta o empacado al interior del conducto radicular. (Balvedi et al, 2010). O bien, podrá ser usado mezclándolo con un vehículo adecuado, dando forma a una pasta alcalina, considerada químicamente como una solución coloidal (un sólido disperso en un líquido) donde el componente principal debe ser el hidróxido de calcio, pudiendo agregársele otras sustancias con el fin de mejorar las propiedades físico químicas, conferirle radiopacidad y mejorar su fluidez y consistencia. Podrá ser preparado para su uso en el box dental o estar disponible como un preparado comercial, y dentro del canal radicular será usado solo como apósito temporal y no como un material de obturación definitivo. (Fava & Saunders, 1999).

La forma más fácil de preparar una pasta de hidróxido de calcio, es mezclándolo con agua hasta lograr la consistencia deseada. Esta mezcla expone las principales desventajas del hidróxido de calcio, puesto presenta pobres propiedades físico químicas al no ser radiopaco y ser permeable a los fluidos tisulares pudiendo ser solubilizado o reabsorbido desde el periápice o desde el interior del canal radicular. (Leonardo et al, 1982).

Para conseguir la máxima efectividad, es importante que el conducto radicular se llene de forma homogénea hasta la longitud de trabajo, para lo cual se recomienda el uso de léntulo espiral. Al mezclado con agua o solución salina, se debe preparar hasta formar una pasta espesa que contenga la mayor cantidad posible de partículas de hidróxido de calcio. (Cohen, 2008).

En general tres son los tipos de vehículos utilizados, los acuosos, los viscosos y los aceitosos. (Fava, 1991).

Vehículos acuosos: son sustancias hidrosolubles entre las cuales se encuentran: Agua (agua potable, agua estéril, agua destilada, agua bidestilada, y el agua

bidestilada estéril), la solución salina, solución anestésica, solución de Ringer, suspensión acuosa de metilcelulosa o carboximetilcelulosa y las soluciones aniónicas detergentes. (Fava & Saunders, 1999).

La mezcla con estos vehículos se caracteriza por una disociación rápida del hidróxido de calcio, una alta solubilidad al entrar en contacto los tejidos y los líquidos tisulares. Por este motivo su uso es recomendado para recubrimientos pulpares directos y pulpotomías, También están indicados para preparar apósito antibacteriano en dientes infectados con la siguiente salvedad, desde el punto de vista clínico y por la alta solubilidad, la medicación intracanal deberá ser recambiada en varias oportunidades, lo que puede aumentar el número de sesiones. (Fava & Saunders, 1999; (Fava, 1991).

Vehículos Viscosos: pertenecen a este grupo de vehículos la glicerina, aceite de silicona, el polietilenglicol y el propilenglicol. Estos entregan a la mezcla con hidróxido de calcio una menor solubilidad comparados con los vehículos acuosos. Esto se explica por su alto peso molecular lo que permite minimizar la dispersión del hidróxido de calcio en los tejidos, permitiendo prolongar el tiempo de acción de la mezcla, pudiendo dejarse al interior del canal radicular por intervalos de hasta 2-4 meses. (Fava & Saunders, 1999; Fava, 1991).

Dicho lo anterior, se indica estos vehículos de mezcla para situaciones tales como abscesos crónicos con fístula extraoral (Salamat & Rezai 1986), abscesos agudos, o lesiones periapicales crónicas. Por sus indicaciones comúnmente se agrega a estas preparaciones yodoformo o paramonoclorofenol alcanforado.

Vehículos Aceitosos: pertenecen a este grupo el aceite de oliva, ácidos grasos, paramonoclorofenol alcanforado, metacresilacetato y el eugenol. Estos promueven una dispersión aun más lenta del hidróxido de calcio. Se indican para procesos de apexificación, casos de reabsorción radicular y en retratamientos endodónticos.

2.2 Hidróxido de Calcio; Remoción

La remoción completa del hidróxido de calcio no es fácil de lograr. Siempre existe la posibilidad de que buena parte de la pasta quede adherida a las paredes del conducto radicular. (Soares, 2012). De hecho, la cantidad de hidróxido de calcio remanente, cuantificada como porcentaje de área cubierta (con hidróxido de calcio) sobre el total de la superficie de la pared del conducto dentario, refleja que permanece en la extensión de la pared radicular, un 50% del material cuando se irriga manualmente con Hipoclorito de Sodio. Un 41% permanece cuando la remoción se realiza utilizando irrigación manual de NaOCl + EDTA y un 25% continua presente cuando se utiliza irrigación pasiva ultrasónica con NaOCl. (Taşdemir et al, 2011). En casos en que los conductos son muy estrechos o curvos y no pueden ampliarse lo suficiente, el relleno adecuado con hidróxido de calcio es muy difícil, pero cuando éste se consigue, luego la remoción completa del material es

muy trabajosa. En esas circunstancias es preferible el empleo de antisépticos líquidos. (Soares, 2012).

La presencia de la pasta de hidróxido de calcio en las paredes de la cavidad de acceso puede favorecer la penetración de saliva a través de la interfase diente-material obturador. Si esto acontece, la filtración inhibirá por completo la acción del hidróxido de calcio, lo que determina el fracaso del procedimiento. (Soares, 2012).

Diversos estudios han comparado métodos de remoción de hidróxido de calcio como medicación previo a la obturación del conducto radicular, y pese a las distintas metodologías y sistemas utilizados para dicho propósito, parece haber consenso en la dificultad de la eliminación de dicha medicación, la cual no se logra completamente con los distintos sistemas utilizados actualmente para dicho propósito (Margelos et al. 1997, Lambriadinis et al. 1999). Esto genera una problemática acerca del efecto de la remanencia de hidróxido de calcio al momento de realizar la obturación del conducto, y en la literatura se pueden encontrar diversos estudios al respecto.

Se describe una interacción entre el hidróxido de calcio y algunos cementos selladores, principalmente con aquellos en base a Oxido de zinc Eugenol, tal como se señala en el estudio realizado por Margelos et al, en el que se muestra una interacción entre el hidróxido de calcio con el Eugenol, formando un Eugenolato de Calcio, que alteraría principalmente el tiempo de trabajo del cemento sellador, dificultando la adaptación correcta del cono al conducto en la zona apical, además de alterar las características originales del cemento, aumentando su solubilidad, resorción de agua y espesor de película, y disminuyendo sus propiedades de sellado (Park et al. 1999)

Así también Calt y Serper (1999) y Khedmat and Shokoubinejad (2008), señalan que la presencia dentro del canal de hidróxido de calcio residual durante la obturación, podría obstaculizar la penetración del cemento endodóntico en el túbulo dentinario interfiriendo con la calidad del sellado del material de obturación. (Motocy de Oliveira et al, 2011).

En el estudio realizado por Kim y Kim (2002) se encontró que los conductos medicados con hidróxido de calcio y luego obturados con un cemento en base a Oxido de Zinc-Eugenol y sometidos a un análisis de filtración con tinta de la India, presentaron filtración apical significativamente aumentada respecto a conductos no medicados previamente.

Estos resultados se contradicen con estudios anteriores en los que se encontró que los conductos medicados con hidróxido de calcio tendrían una menor filtración que los no medicados (Porkaew et al. 1990), cuyos resultados se podrían explicar por las diferencias metodológicas entre ambos estudios, además del hecho que en el estudio de Porkaew et al. se utilizó como pigmento el azul de Metileno, el cual según otro estudio realizado por Wu et al. (1998) sería inadecuado para dicho propósito, ya que al interactuar el azul de Metileno con el hidróxido de calcio, se produciría una decoloración del pigmento de hasta un 74%.

Consta el reporte de un caso donde se muestra un fracaso endodóntico en un incisivo central superior, en el cual por la remoción incompleta del hidróxido de calcio como medicación, se realizó una obturación con un sellado apical que en primera instancia se apreciaba correcto, pero que en controles posteriores, y al ser solubilizado el hidróxido de calcio remanente en el conducto, derivó en un fracaso endodóntico. Para la resolución de dicho caso se determinó realizar el retratamiento endodóntico. (Ricucci D y Langeland K et al, 1997).

Otros estudios han analizado la influencia de la remanencia de hidróxido de calcio al utilizar otros cementos selladores, como el estudio realizado por Bolhari , en el cual encontró un efecto negativo en la fuerza de adhesión al utilizar un sistema con cemento en base a resina (Resilón/Epiphany SE) en conductos previamente medicados con hidróxido de calcio, resultados que concuerdan con estudios realizados anteriormente, como el de Barbizam et al. (2008) en que determinó que la medicación intraconducto con hidróxido de Calcio afectaría de manera adversa la fuerza de adhesión del cemento en base a resina Epiphany. (Bolhari et al. 2012)

El método mas comúnmente descrito para remover el hidróxido de calcio, consiste en un repaso de la preparación utilizando la lima maestra apical (MAF) a longitud de trabajo en combinación con irrigación profusa con hipoclorito de sodio y EDTA. (Lambrianidis et al 1999).

La solución de EDTA es sugerida como irrigante, ya que facilitaría la remoción de la pasta de hidróxido de calcio junto a restos de dentina y barro dentinario, y su empleo junto a sistemas mecánicos coadyuvantes para la activación del irrigante, tales como el endoactivator® u otros similares, potenciarían la acción del EDTA en la remoción de la pasta. (Soares, 2012).

En relación a los sistemas de activación de irrigantes, se evaluó la eficacia de la irrigación sónica y pasiva ultrasónica. En este estudio los conductos se irrigaron en una secuencia de tres irrigantes; 17 ml NaOCl 6%, 3ml de EDTA 14% y 3ml de NaOCl 6%. La muestra se dividió en dos grupos; G1 Sónico, activación de cada irrigante por 20 segundos. G2 Ultrasónico, con activación de 20 segundos entre cada irrigante. Concluyeron que la irrigación pasiva ultrasónica resultaba en menor cantidad de hidróxido de calcio residual en comparación con la activación sónica.

Otro determinante en la cantidad de hidróxido de calcio que se retira del conducto radicular, es la formulación de la medicación intraconducto, dependiendo del vehículo de mezcla utilizado. Se ha concluido que las asociaciones de hidróxido de calcio con propilenglicol o polietilenglicol tienen una permanencia mayor del medicamento en el canal, en cuanto que el hidróxido de calcio puro o asociado a glicerina se remueve más fácilmente. (Onoda et al, 2011).

En esta misma línea, se estudió la eficiencia en la remoción del hidróxido de calcio, en tres presentaciones, en solución acuosa, Apexcal (Propilenglicol) y Metapex (aceite de silicona) utilizando EDTA con activación ultrasónica. La medición fue realizada utilizando tomografía computarizada. Los resultados obtenidos muestran que el EDTA remueve el hidróxido de calcio en solución acuosa mejor que al Apexcal

y al Metapex. También muestran que la preparación en base a aceite de silicona es más difícil de remover que la preparación en base a propilenglicol y en solución acuosa. Además, se evidencia que la activación del irrigante con ultrasonido mejora los resultados pero sin significancia estadística. (Nainan et al, 2012)

Así también, se evaluó la eficacia en la remoción del hidróxido de calcio en cuatro presentaciones. Hidróxido de calcio puro, en mezcla con solución salina, en mezcla con poli-etilenglicol y en mezcla con poli-etilenglicol + paramonoclorofenol, Se utilizó como irrigante solución salina, bajo dos técnicas diferentes, la primera utilizo la instrumentación manual para remover la medicación y la segunda utilizo la activación ultrasónica del irrigante. Se concluyó que: la medicación con hidróxido de calcio puro es la que mejor consigue eliminarse; Entre grupos no hay diferencias significativas en el porcentaje de remoción. La irrigación pasiva ultrasónica mejora la remoción del hidróxido de calcio respecto de la técnica manual. (Balvedi et al, 2010).

La mejora en la remoción del hidróxido de calcio a través de la irrigación pasiva ultrasónica concuerda con los resultados obtenidos en las investigaciones de Van der Sluis et al, 2006 y Kenee et al, 2006.

Respecto a los vehículos de hidróxido de calcio, podemos encontrar también algunos resultados contradictorios, ya que otro estudio señala que, a pesar de las diferencias en la tensión superficial entre vehículos de hidróxido de calcio, los resultados muestran que no serían determinantes en la eficiencia de la remoción del material desde las paredes del conducto radicular, sugiriendo que la interacción entre el hidróxido de calcio y la dentina es principalmente mecánica. (Ozcelik et al, 2000).

La relación del hidróxido de calcio con la dentina muestra que cuando el hidróxido de calcio es transportado o mecánicamente forzado al interior del canal radicular, se deposita en la forma de una fina capa sobre lo túbulos dentinarios bloqueándolos y disminuyendo su permeabilidad. No obstante se observó que el hidróxido de calcio no penetra en los túbulos dentinarios, sea este preparado en solución salina o en base a metilcelulosa.

Para realizar al retiro del hidróxido de calcio, se procede de la siguiente forma: (Nainan et al, 2012; Pasqualini 2010; Wiseman et al, 2011).

Retirar la restauración provisoria.
Con la MAF retirar la mayor cantidad posible de la pasta. Con 6 – 7 movimientos verticales + 10 ml de NaOCl 5,25%. Irrigando con lentitud y en forma copiosa.
Irrigar con 5ml de EDTA 17%. + 30 segundos de activación.
Irrigar con 5ml de NaOCl 5,25% + 30 segundos de activación.
Realizar irrigación final con 10 ml de solución salina.

Tabla I : Secuencia Retiro Hidróxido de Calcio

3. Agentes Irrigantes

Si bien se reconoce el trabajo mecánico como primordial en la preparación de los conductos, es también con ese objetivo, innegable la importancia determinadas sustancias químicas (Soares 2012).

Adicionalmente estudios han demostrado concluyentemente que la instrumentación mecánica no puede proporcionar suficiente desinfección de los conductos radiculares. Siendo necesario el uso de irrigantes para eliminar los microorganismos, y a lo largo del tiempo se han propuesto diversas sustancias químicas para este fin. (Cohen, 2008)

Las características ideales de las soluciones irrigantes son por tanto; Facilitar la acción del instrumento endodóntico; Alterar el Ph del contenido; Controlar una posible infección en casos de pulpectomía; Neutralizar el contenido existente en las infecciones endodónticas; Retirar sangre de la cámara pulpar, previniendo un oscurecimiento dentario; Retirar materia orgánica e inorgánica, liberando y/o solubilizando el material orgánico; Permitir la acción mas directa e intensa del agente antimicrobiano con la microbiota endodóntica; Presentar compatibilidad biológica con los tejidos periapicales. (Estrela, 2005)

Muchos son los productos comerciales destinados a la limpieza y desinfección de los conductos, y su elección depende tanto de las propiedades del producto como de las condiciones clínicas del diente en tratamiento.

Estos requerimientos varían si trata de un diente vital con contaminación pulpar incipiente o nula- en cuyo caso se propiciará la biocompatibilidad del agente irrigante, o si se trata de un diente con una pulpa mortificada, donde la irrigación se integrará al conjunto de medidas destinadas a la desinfección de los conductos y neutralización de toxinas (Soares, Goldberg 2012).

Las soluciones irrigantes descritas en la literatura son numerosas y se pueden clasificar según sus características químicas. Entre las más usadas encontramos: (Estrela, 2005)

Compuestos Halogenados	El hipoclorito de Sodio en sus distintas concentraciones de cloro activo.
Tensoactivos	Aniónicos, Catiónicos y Neutros
Quelantes	El mas utilizado y estudiado corresponde al EDTA
Ácidos	El Ácido Cítrico, El Acido Maleico
Peróxidos	Peróxido de hidrógeno y peróxido de Urea
Otras	Clorhexidina, Agua con Hidróxido de calcio, Solución Fisiológica, Agua destilada. Asociaciones y/o mezclas

Tabla II Clasificación Soluciones Irrigantes

Para objeto de este estudio, describiremos brevemente las principales características de los irrigantes a utilizar en las técnicas establecidas para este propósito.

3.1 Hipoclorito de Sodio

Pertenciente al grupo de los compuestos halogenados, su aplicación odontológica se remonta al año 1792 con el nombre de Agua de Javele. A través de la historia se han desarrollado distintas formulaciones entre las que encontramos: (Estrela, 2005).

Solución de Labarraque	Hipoclorito de sodio al 5% (soda clorada), al 2,5%, al 1% y al 0,5%
Solución de Milton	Hipoclorito de Sodio al 1% con 16% de cloruro de sodio
Solución de Dakin	Hipoclorito de sodio al 0,5% con ácido bórico para reducir el Ph
Solución de Dausfrene	Hipoclorito de sodio al 0,5% con bicarbonato de sodio

Tabla III Formulaciones de Hipoclorito de sodio

Se han realizado diversos estudios sobre la actividad antibacteriana del Hipoclorito de sodio. Desde la introducción de la soda clorada (5% NaOCl) en 1936 como irrigante en la práctica endodóntica, su uso en todo el mundo ha continuado hasta el día de hoy, ya que ningún estudio ha demostrado concluyentemente mayor efectividad de otro irrigante (Mohammadi 2008)

En la lista de propiedades que convierten al hipoclorito de sodio en la opción mas adecuada para la irrigación de los conductos radiculares destacan: buena capacidad de limpieza, poder antibacteriano efectivo, neutralizante de productos tóxicos, disolvente de tejido orgánico de acción rápida, desodorizante y blanqueante. Las propiedades químicas que confieren al hipoclorito sus características de disolvente orgánico corresponden a: (Estrela 2005)

Reacción de saponificación	Transforma ácidos grasos (aceites y grasas) en sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol (alcohol), que reduce la tensión superficial de la solución remanente.
Reacción de Neutralización de aminoácidos	Neutraliza aminoácidos, formando agua y sal, y degrada los ácidos grasos
Reacción de Cloraminación	Grupos amina de los aminoácidos y cloro forman cloraminas, que intervienen con el metabolismo celular bacteriano.

Tabla IV Propiedades Químicas Hipoclorito de sodio

El cloro responsable de las capacidades de disolución y del poder antibacteriano, es inestable y se consume rápidamente durante la primera fase de la disolución del tejido, se estima dentro de los 2 primeros minutos. Por tanto su remplazo continuo es esencial. (Moorer & Wesselink 1982)

Para el tratamiento de dientes vitales se pueden utilizar las soluciones de menor concentración por tener una acción menos agresiva en los tejidos periapicales. La instrumentación mecánica abre el camino para la llegada de la solución de hipoclorito de sodio, la cual cumple un rol importante en la disolución de material orgánico en irregularidades y zonas inaccesibles a la instrumentación, favoreciendo la limpieza del sistema de conductos mediante la irrigación abundante y frecuente. (Soares 2012)

El NaOCl disuelve el material orgánico, tejido pulpar y el colágeno. Las concentraciones menores (p.ej., 0,5% o 1%) disuelven principalmente tejido necrótico. Las concentraciones mayores proporcionan mayor disolución tisular, pero disuelven los tejidos tanto necróticos como vivos, lo cual es un efecto no siempre deseable. En algunos casos puede estar indicado utilizar NaOCl a máxima concentración (5,25%) (Cohen 2008)

En un estudio in vitro, las concentraciones de hipoclorito al 1%, 2,5% y 5,25% se mostraron eficaces en la remoción de residuos pulpares y de preentina en superficies de canales radiculares no instrumentadas, lo cual no fue conseguido por una concentración al 0,5% (Baumgartner 1992)

Un estudio reciente evaluó el tiempo mínimo requerido para eliminar *Enterococcus faecalis* de cilindros de dentina infectados con distintas concentraciones de hipoclorito (1,3%, 2,5%, 5,25%), en el cual sólo la concentración de 5,25% fue efectiva en un tiempo de 40 minutos (Retamozo et al, 2010)

“Su uso impone cuidados en la técnica, pues su proyección inadvertida en el interior de los tejidos ápico-periapicales determinará reacciones importantes” (Soares, Goldberg 2012)

3.2 Ácido Etilendiaminotetracético (EDTA):

Los Quelantes son compuestos que tienen la capacidad de fijar con firmeza iones metálicos. Ese poder se debe a las numerosas uniones químicas que su molécula consigue establecer con un mismo ión, como modo para secuestrarlo del medio. Al remover iones de calcio de los tejidos duros, como la dentina, promueven la desmineralización y, por ende, la reducción de la dureza de estos tejidos. (Soares 2012)

Por sus propiedades, ya señaladas, el EDTA es el quelante recomendado para uso endodóntico, y se lo utiliza más comúnmente en forma de solución, como lo propusiera Nygaard-Ostby: (Soares 2012)

EDTA (sal disódica)(17g); NaOH 5N (9,25 mL); Agua destilada (100 mL)

El EDTA crea un complejo de calcio estable con el barrillo dentinario, la capa de detritus y los depósitos cálcicos a lo largo de las paredes de los conductos. Esto puede ayudar a prevenir el bloqueo apical y contribuir a la desinfección al mejorar la difusión de las soluciones a través de la eliminación de la capa de barrillo dentinario (Cohen, 2008)

Se recomienda la utilización de la solución de EDTA como auxiliar durante la conformación, y tiene como objetivos principales:

- Facilitar la preparación de conductos atrésicos o de diámetro muy reducido; Facilita la acción de corte de los instrumentos endodónticos al desmineralizar las

paredes dentinarias del conducto. “Con este objetivo, el EDTA deberá usarse sólo luego de la exploración del conducto en su totalidad. Al emplearlo para ampliar los conductos, con la descalcificación generalizada de la dentina, habrá mayor posibilidad de una perforación”(Soares, 2012)

- Remoción del barro dentinario: Se recomienda irrigación con EDTA al final de la conformación del conducto y antes de colocar la medicación entre sesiones, o para la limpieza antes de obturar el conducto. (Soares, 2012)

El uso de Quelantes como el EDTA al 17% en conjunto con Irrigación Pasiva Ultrasónica se ha mostrado eficaz en la remoción de la medicación intraconducto, en especial al utilizar el hidróxido de calcio en un vehículo acuoso (Nandini 2006); sin embargo, la utilización de EDTA por sí solo no mejoraría significativamente la remoción de la medicación en comparación con la irrigación manual mediante el uso de jeringa (Kenee 2006).

En el mercado es posible encontrar diversas presentaciones comerciales del EDTA, tales como REDTA, Largal Ultra, Tublicid plus, SmartClear, etc. También se puede encontrar como componente de pastas como el RC Prep (asociado a peróxido de Urea y vehiculizado en carbowax) así como en presentaciones en formato gel contenido en jeringas (Glyde File Prep, Dentsply/Maillefer) (Soares 2012).

4. Dispositivos Ultrasónicos para activación de soluciones irrigantes.

Los dispositivos ultrasónicos son introducidos por primera vez en endodoncia por Richman en 1957; En un principio se pensó su uso como método de preparación biomecánica para el sistema de conductos, así es que fueron utilizados con instrumentos cortantes, tales como limas K o H para la conformación de éstos. Sin embargo el escaso control sobre el corte de dentina y los resultados contradictorios encontrados a la fecha en la literatura, no han logrado validar el uso de la activación ultrasónica de limas como un método fiable para la preparación biomecánica de los conductos. Siendo el consenso actual que ésta técnica no es clínicamente viable. Con el pasar del tiempo, no han llegado a demostrar éxito en el campo de la endodoncia y han sido superados para tal propósito por instrumentos rotatorios de Baja velocidad, como son los de tipo Protaper.

Luego, se reportaría su efectividad en la remoción de cálculo de la superficie dentaria, llegando a ser en este ámbito la herramienta establecida para la eliminación de depósitos duros, placa bacteriana e incluso para el pulido radicular. (Plotino 2007)

Existen básicamente dos formas de generar ultrasonido, la primera corresponde a la magnetostricción, la cual convierte energía electromagnética en energía mecánica al someter un material ferromagnético a un campo magnético, y la segunda se basa en el principio piezoeléctrico, que se consigue al generar estrés sobre un cristal dieléctrico al aplicar una carga eléctrica. (Van der Sluis 2007)

Los dispositivos piezoeléctricos poseen ciertas ventajas sobre los magnetostrictivos, ya que los primeros generan menor cantidad de calor, ofrecen más ciclos por segundo (40 contra 24khz), y presentan un patrón de movimiento lineal de tipo pistón, a diferencia de los magnetostrictivos, que presentan un patrón de movimiento elíptico, haciéndolos inadecuados para la aplicación endodóntica quirúrgica y no quirúrgica.

Podemos distinguir dos tipos de dispositivos Ultrasónicos:

- **Ultrasónicos:** Operan de 25 a 40 khz, y encontramos los de tipo magnetostrictivos y los piezoeléctricos

- **Sónicos:** Operan de 1 a 8 khz. Desarrollados posteriormente a los Ultrasónicos, son de tipo pieza de mano y su menor frecuencia produciría menos tensión de cizalla, generando menor alteración de la superficie dentaria. (Plotino 2007).

Con la intención de perfeccionar la calidad de la irrigación, se han presentado diferentes instrumentos que son empleados con sistemas rotatorios o vibratorios para agitar las soluciones químicas dentro del conducto radicular, y así mejorar su acción de limpieza y desinfección. (Soares 2012).

4.1 Irrigación Pasiva Ultrasónica

En la actualidad los dispositivos ultrasónicos encuentran múltiples aplicaciones en la especialidad de Endodoncia, entre las que encontramos: localización de canales calcificados y remoción de pulpolitos, remoción de obstrucciones del canal radicular (instrumentos fracturados, postes, puntas de plata, etc), condensación de gutapercha, en cirugía endodóntica para la preparación y obturación a retro del ápice, y en particular, para los fines de este estudio, como un método para la activación de soluciones irrigantes durante la preparación de conductos y también para la limpieza de los mismos, utilizando instrumentos que no generen acción de corte, a esto se le denomina Irrigación Pasiva Ultrasónica. (Plotino 2007).

El término de irrigación pasiva Ultrasónica (PUI) es descrito en primera instancia por Weller et al. en 1980, y el término “pasiva” si bien no describe adecuadamente el proceso, el cual es más bien activo, al ser introducido hacía referencia al efecto no cortante de la lima al ser activada mediante ultrasonido.

La PUI se basa en la transmisión de energía acústica desde una lima o alambre liso oscilante hacia el irrigante dentro del canal radicular, la que es transmitida en forma de ondas ultrasónicas, y pueden producir dos efectos físicos al interior del conducto: la **Corriente acústica** y la **Cavitación** en el irrigante.

Corriente acústica: es el movimiento rápido del fluido de modo circular alrededor de una lima en vibración. La corriente acústica que ocurre en el canal radicular durante la irrigación ultrasónica se ha denominado como microcorriente acústica, y se define como la corriente que ocurre cerca de pequeños obstáculos puestos dentro de un campo sonoro, cerca de pequeñas fuentes, membranas vibratorias o alambres, las que aparecen por las fuerzas friccionales entre los límites (paredes del conducto) y el medio que lleva las vibraciones de frecuencia circular.

La revisión de la literatura señala que varios estudios han demostrado que la microcorriente acústica ocurre durante la PUI. Esta presenta un patrón que se corresponde con el característico patrón de nodos y antinodos a lo largo de una lima oscilante. Cuando la lima toca las paredes del conducto en un antinodo, se genera una mayor disminución de la amplitud de desplazamiento que cuando el contacto ocurre en un nodo.

La amplitud de desplazamiento alcanza su máximo en la punta de la lima, generando posiblemente un flujo direccional hacia la porción coronal del conducto.

Cuando la lima no puede vibrar libremente en el conducto, la microcorriente acústica se vuelve menos intensa pero sin detenerse por completo, y su resultante depende inversamente de la superficie de área de la lima tocando las paredes del conducto.

La literatura señala que mientras menor sea el grosor de la lima, mayor será la frecuencia, mayor la amplitud de desplazamiento, mayor velocidad de corriente y más potente será la microcorriente acústica. El flujo de cizallamiento producido por la microcorriente, genera un estrés tangencial a lo largo del conducto, lo que removería detritus y bacterias de las paredes del conducto.

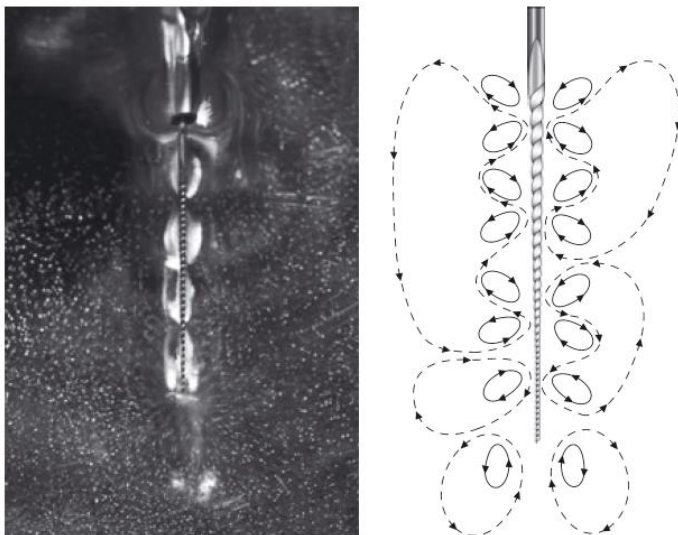


Figura 2 Corriente microacústica alrededor de una lima. (Van der Sluis et al, 2007)

Cavitación y Microcorriente

Cavitatoria: Cavitación en el contexto de fluido mecánico, se puede describir como la formación de cavidades en un líquido mediante fuerzas tensionales inducidas por un flujo de alta velocidad o por gradientes de flujo. Estas burbujas se expanden y luego colapsan rápidamente, produciendo una concentración de energía que lleva a un sonido intenso y daño o fuerzas de cizalla.

Cavitación acústica se puede definir como la creación de

nuevas burbujas o la expansión, contracción y/o distorsión de burbujas preexistentes en un líquido, siendo el proceso acoplado con energía acústica.

En la literatura se describen 2 tipos de cavitación que pueden ocurrir durante la PUI de los conductos pediculares: la cavitación estable y la cavitación transitoria

La cavitación estable se puede definir como la pulsación linear de cuerpos llenos de gas en un campo de ultrasonido de baja amplitud.

La cavitación transitoria ocurre cuando las burbujas de vapor son sometidas a pulsaciones altamente energéticas. Cuando las presiones acústicas son suficientemente altas, las burbujas pueden ser llevadas por inercia a un colapso violento, irradiando ondas de choque y generando altas presiones internas de gas y temperatura.

La energía en el punto de colapso es en algunos casos suficiente para disociar las moléculas de gas en la burbuja, las que luego se recombinan para generar luz. Este proceso es conocido como sonoluminiscencia, y ha sido utilizado en algunos estudios para detectar cavitación transitoria.

La cavitación transitoria solo ocurriría cuando la lima puede vibrar libremente en el conducto o cuando la lima toca ligeramente (de forma no intencional) las paredes del conducto. La literatura señala que el contacto aumentado con las paredes del conducto afectaría de forma significativa a la cavitación transitoria, y en menor medida a la cavitación estable. (Van der Sluis 2007)

Sin embargo otros investigadores (Walmsley 1987, Ahmad et al. 1988, Lumley et al. 1988). Señalan que la cavitación produciría solo un beneficio menor en la irrigación ultrasónica, o incluso que simplemente no ocurriría.



Figura 3 Ultrasonido EMS

La activación del NaOCl mediante el uso de Irrigación Pasiva Ultrasónica, ha mostrado una mejora en la remoción de la medicación en el tercio apical en comparación con la irrigación con NaOCl mediante el uso de jeringa (Van der Sluis 2007), siendo mas efectivo que la irrigación manual aun utilizando sólo solución salina como agente irrigante. (Maalouf 2013).

4.2 EMS MiniPiezon:

Dispositivo piezoeléctrico de la marca Electro Medical Systems, de tamaño compacto pero de igual potencia que sus equivalentes de mayor tamaño; posee 10 niveles de potencia con rangos de frecuencia entre 25-32 kHz, y regulación del flujo

de irrigación. Posee puntas de tamaño estándar aunque se recomienda el uso de puntas del mismo fabricante, y presenta una línea de instrumentos para su utilización en la limpieza de los canales radiculares.

4.3 EndoActivator:

EndoActivator (Dentsply/Tulsa) es una pieza de mano sónica (2.000 a 10.000 ciclos por segundo) en la cual se coloca una punta especial hecha de un polímero fuerte y flexible, que se lleva al conducto y agita la solución irrigadora. Las puntas se presentan en tres tamaños: #15 con conicidad 0,02; #25 y #35 con conicidad 0,04 y longitud de 22 mm. Vienen esterilizadas y deben usarse por 60 segundos con una solución de EDTA y 30 segundos con hipoclorito de sodio, antes de la obturación. Luego de su uso, deben desecharse. (Soares, 2012)

Pese a que estudios no han demostrado diferencias significativas en la limpieza intraconducto al activar la solución irrigante mediante sistemas sónicos y Ultrasónicos (Jensen 1999, De Gregorio 2009), estudios In Vitro han mostrado que la activación de la solución irrigante mediante EndoActivator presenta menor extrusión de éste al periápice en comparación con la activación mediante ultrasonido (Desai 2009).

Estudios in Vitro han demostrado mejora en el efecto antimicrobiano al utilizar el NaOCl activado por 30 segundos con EndoActivator frente a la irrigación convencional con NaOCl. (Pasqualini 2010).



Figura 4 Dispensador Tips #15



Figura 5 Dispositivo Activación Sónica

5. Software para el procesamiento de imágenes; IMAGEJ

ImageJ es un programa de código abierto con licencia libre de uso. Está escrito en lenguaje Java lo que permite al programa funcionar en cualquier plataforma, sea Windows, Mac, o Linux. Está específicamente desarrollado para el procesamiento de imágenes digitales, que puede ser desde la más sencilla fotografía, pasando por imágenes generadas en microscopía hasta micro-CT scanners. (Abramof et al, 2004)

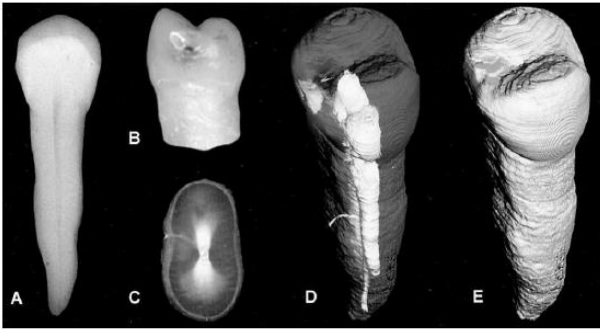


FIG 5. Radiographic (A) and photographic (B) representations of tooth 15 before sectioning. Highlighting the soft tissue (D) reveals a hypomineralized area of the distal contact point and an accessory canal in the central third of the root (C, sectional view). (E) Surface rendering.

Figura 6 Reconstrucción 3D. (Stamm et al 2003).

El programa soporta la mayoría o casi todos los formatos de imágenes. Entre sus capacidades se encuentra leer y escribir archivos de imágenes, trabajar sobre pixeles individuales, seleccionar regiones de una imagen, sea de una imagen por separado o de una secuencia. Otras operaciones que pueden desarrollar son la dilatación, erosión y delineamiento de estructuras, análisis de partículas, operaciones matemáticas, verificar histograma y ajuste Thershold, entre muchas otras. (Abramof et al, 2004)

Las aplicaciones que equipos de investigadores le han dado a este programa, es asombrosa. Se ha utilizado para estudiar la dinámica del calcio intercelular, realizar análisis cuantitativo y automatizado de neuronas y dendritas, para la localización diferencial en la expresión de genes de células nerviosas y en el análisis de la textura de la piel. (Abramof et al, 2004). En el campo de la odontología, y en particular en endodoncia también es utilizado, es mas Thomas Stamm, Medico Dentista de la Universidad de Münster en Alemania, publica el año 2003 en el Journal of Endodontics un estudio titulado Valides de un sistema 3D de dominio publico (Imagej) para investigación endodóntica contemporánea. En el buscaron los limites y beneficios del programa. Realizaron una reconstrucción 3D, a partir de fotografías que secuencialmente fueron tomando a cortes generados con micrótomo. Y utilizaron la reconstrucción para observarlo detalladamente evidenciando los alcances del uso del programa. En el concluyen que el método desarrollado es valido y cumple con los requisitos actuales de la investigación moderna y así también que al ser ampliamente utilizado, el intercambio de las experiencias resultantes a

El programa fue creado por Wayne Rasband, y lanzado por primera vez, en su versión 0.5 el año 1997. Tiene más de 10.000 descargas y aumenta su número de usuarios a una taza de 24.000 descargas al mes. En esto radica la versatilidad del programa, con una comunidad de usuarios y desarrolladores asociados, que genera herramientas y utilidades al programa, las cuales son específicas a las necesidades de cada investigador y de la misma forma entregan asistencia a quien lo requiera de manera gratuita, a través de correo electrónico. (Abramof et al, 2004)

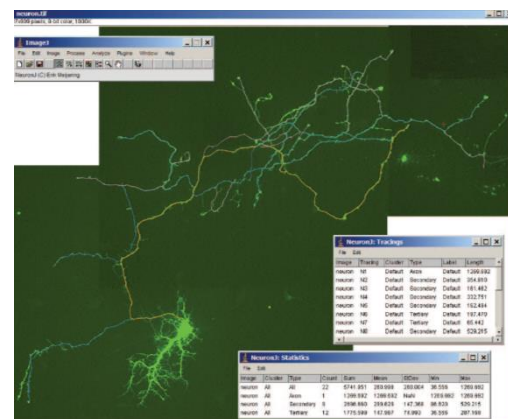


Figura 7 Pantalla de trabajo, estudio neuronal. (Abramof et al 2004)

su uso pueden contribuir a mejorar la calidad en la investigación en endodoncia. (Stamm et al, 2003)

En concreto, el programa ImageJ atrae a un variado grupo de investigadores porque es gratis y expandible y puede operar en cualquier plataforma. Debe destacarse la robustez que tiene como programa y de la mano de desarrolladores y usuarios es presumible una muy importante evolución con el correr de los años.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1. Hipótesis

No existen diferencias significativas entre los porcentajes de área de hidróxido de calcio residual luego de realizar la remoción del medicamento bajo tres protocolos propuestos. El primero utiliza la irrigación manual, el segundo la activación sónica de los irrigantes y el tercero la activación ultrasónica de ellos.

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3.$$

$$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3.$$

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Comparar la eficacia de la remoción de hidróxido de calcio intracanal entre tres protocolos propuestos. El primero basado en la irrigación manual, el segundo incorpora la activación sónica de los irrigantes y el tercero con la activación ultrasónica de los mismos. En especímenes de muestra preparados de dientes extraídos.

2.2. Objetivos Específicos

1.- Medir el grado de remoción del hidróxido de calcio en cada uno los tres protocolos propuestos. Evaluando el remanente de la solución tanto en el área total del canal radicular, como en cada uno de los tercios que la componen.

2.- Relacionar el diámetro MAF y la longitud del conducto preparado de los especímenes de muestra con el grado de remoción del hidróxido de calcio.

MATERIALES Y METODOS

1. Tipo de Estudio

Este estudio corresponde a un diseño experimental in vitro. Correspondiente al tipo 5.3 de la clasificación HRCS.

Se justifica puesto en este estudio se esta evaluando el desarrollo de un tratamiento, o intervención terapéuticas (métodos para remoción del hidróxido de calcio del canal radicular) de dispositivos médicos (dispositivos sónicos y ultrasónicos para activación de los irrigantes) y apósitos (pasta de hidróxido de calcio en solución salina) testeados in vitro.

Así también y dado el enunciamiento de la hipótesis. El análisis estadístico del presente estudio se desarrolla bajo la forma de un estudio de bioequivalencia.

1.1. Determinación del Tamaño de la Muestra

Para la determinación del tamaño muestral se tomo como referencia el método propuesto por Marzo y Balant (1995) y utilizado por el ministerio de salud chileno (2007). En el cual el número de sujetos requerido para estudios de Bioequivalencia se encuentra determinado por:

La varianza del error (coeficiente de variación) asociado con los parámetros primarios a ser estudiados, estimados a partir de un experimento piloto, estudios previos o datos publicados.(ANEXO 1)
El nivel de significancia deseado (5%).
La potencia estadística deseada.
La desviación promedio de un producto de referencia compatible con la bioequivalencia y con la seguridad y eficacia.
La necesidad de un intervalo de confianza del 90% alrededor de la razón media geométrica dentro de los límites de Bioequivalencia de 80-125% para datos log transformados.

Para el estudio se debe asignar la misma cantidad de voluntarios a cada secuencia/grupo. El resultado debe ser un número par, que se obtiene del redondeo superior de la estimación del tamaño de muestra. El tamaño muestral para una razón T/R = 1, se podrá calcular de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$N > 15.68 * \frac{CV^2 \text{ intraindividual}}{\Delta^2}$$

En donde:

CV_{intraindividual}: es el Coeficiente de Variación Intraindividual

$$\Delta_2 = 0,202 = 0,04.$$

N: número total de voluntarios, $N = n_1 + n_2$; y siendo que $n_1 = n_2$.

Por conveniencia y junto a los datos obtenidos en prueba piloto (ANEXO 1) se establece el tamaño muestral de la manera siguiente:

$$\text{Se tiene que } \sigma = 0,11$$

$$|\bar{x}| = 41\%$$

$$CV = 27,26$$

$$\Delta = 1 - \beta = 1 - \text{Potencia del test, potencia comun a utilizar es de } 0.85(85\%) = 0.15$$

$$N > 15.68 * \frac{27.26^2}{0.15^2} = 51,79$$

N suficiente 54

$$\text{Donde } N = n_1 + n_2 + n_3 \text{ y } n_1 = n_2 = n_3 = 18$$

1.3. Selección de la Muestra

Desde la extracción hasta el momento de la recolección los dientes fueron almacenados en suero fisiológico. Una vez finalizado el periodo de recolección los dientes se dejan 2 días a temperatura ambiente en hipoclorito de sodio al 3% para lograr remoción de los restos orgánicos. Luego se limpiaron utilizando escaler ultrasónico (MiniPiezon®, EMS Electro Medical Systems S.A, Suiza). Dejándose en solución salina hasta el momento de su uso. Los especímenes para ser incluidos en el estudio deberán pasar los siguientes criterios:

1.4. Criterios de Inclusión

1.4.1.1. Generales:

1. Dientes uni-radiculares con un conducto.
2. Formación radicular completa.

1.4.1.2 Específicos:

- Los dientes con raíces que presenten una curvatura no mayor a 5°, serán considerados como rectos, e incluidos en el estudio, tal cual indica Schneider (1971).

1.4.2. Criterios de exclusión

1.4.2.1 Generales:

1. Presencia de caries radicular penetrante.
2. Fracturas o crack's bajo visión directa con aumento de 4x.
3. Signos de reabsorción interna

4. Presencia de tratamiento endodóntico.
5. Dientes que su conducto no pueda ser explorado totalmente con instrumento Lima K n° 10.

1.4.2.1 Específicos:

- Los dientes que durante las fases de preparación biomecánica, corte y separación de mitades, sufran algún tipo de daño grave, como fractura, perforación o fractura del instrumental

2. Variables

2.1-. Variable Principal

- Remoción Hidróxido de calcio intracanal

2.2-. Variables Secundarias

- Método de remoción del Hidróxido de Calcio
 - Uso convencional de los irrigantes.
 - Activación Sónica de los irrigantes.
 - Activación Ultrasónica de los irrigantes.
- Área del conducto observada en espécimen de muestra
- Diámetro MAF del espécimen de muestra
- Longitud del conducto preparado del espécimen de muestra

2.3-. Operalización de la Variable a Medir

Remoción: Variable cuantitativa, discreta

Definición Conceptual: corresponde al acto de retirar la medicación intracanal (hidróxido de calcio) que restituyendo la permeabilidad dentinaria permite desarrollar la obturación radicular.

Definición Operacional: se define como el porcentaje de restos de hidróxido de calcio remanentes sobre el total de área del canal radicular. Los restos de hidróxido de calcio serán el porcentaje de fracción de área, determinando desde fotografías tomadas a las hemisecciones dentarias y estimados luego del procesamiento de las fotografías con el software ImageJ utilizando el ajuste de imagen Threshold.

3. Procedimientos de Preparación de la Muestra

Con el fin de limitar el sesgo por inexperiencia, los operadores desarrollan una prueba piloto con el fin de practicar las etapas de la metodología en un único grupo de 10 dientes.

Un operador A entrenará la preparación biomecánica de los canales radiculares, el llenado de los conductos radiculares y la remoción bajo los tres protocolos propuestos. El operador B se entrenará en la separación y reposicionamiento de los especímenes de muestra, en la captura de las fotografías a las hemisecciones dentarias y el manejo de las fotografías en IMAGEJ, tanto en la aplicación de filtros, la medición del área canal y la cuantificaciones de los porcentajes de remanencia del hidróxido de calcio. De esta manera se logrará obtener estandarización de la muestra y evitar el sesgo por calibración. **(ANEXO 1)**

3.1-. Aperturas Endodónticas, Localización de conductos y Determinación de la Longitud de trabajo.

La apertura endodóntica en los especímenes de estudio, triangular de base incisal y vértice cervical para incisivos y oval para caninos, se inicia en esmalte con fresa de diamante redonda N° 10 en alta velocidad en dirección perpendicular a la corona del diente. Al llegar a dentina se cambia a una fresa carbide cilíndrica N° 10 en baja velocidad y en posición paralela al eje axial del diente hasta conseguir perforar el techo de la cámara.

Luego de realizada la perforación del techo cameral con instrumento lima K n° 15 se realiza la ubicación del conducto radicular. De manera simultánea se realizan irrigaciones periódicas en forma profusa con NaOCl 5,25%.

Posteriormente se realiza la extirpación de los restos pulpares, con extractores de color amarillo y rojo. Para la eliminación del techo cameral se utiliza fresas EndoZ con alta velocidad.

La determinación de la longitud de trabajo, se realiza al introducir un instrumento lima K n°10 hasta lograr observar la punta del instrumento a nivel del foramen apical, longitud a la cual se resta 1 mm estableciéndose esa medida como longitud de trabajo.(LT)

3.2-. Montaje, Preparación Biomecánica.

Los especímenes se montan en troqueles individuales de PBC de 2cm de diámetro y 2.5 cm de altura. El diente se posiciona en el troquel sobre silicona pesada, cuidando que exista una distancia mínima de 5mm entre el foramen apical y la base del troquel. Así el troquel confeccionado permite realizar la preparación biomecánica correspondiente a la longitud de trabajo establecida previamente emulando las condiciones de los tejidos periodontales y prevenir el escurrimiento de las soluciones irrigantes a través del ápice.

Para la preparación biomecánica, se utilizara la técnica de Stepback para el tercio apical, y la técnica de Crowndown para los dos tercios coronales, según se detalla a continuación:

- 1-. Apertura Cameral
- 2-. Localización de los conductos
- 3-. Acceso radicular. Con fresas Gates Glidden #1,3,2 y 1. Calibradas a 2/3 de la longitud de trabajo. Intercalando en la secuencia de las fresas, recapitulación con lima K n°10 e irrigación con 1 ml de NaOCI 5,25%.
- 4-. 1/3 apical. Se instrumentara el conducto en forma secuencial desde la lima K n°20 hasta conseguir la lima apical maestra (MAF). Intercalando previo a la inserción de cada lima irrigación con 1 ml de NaOCI 5,25%.
- 5-. Se realiza el flaring con la lima apical maestra, se irriga con 5 ml de solución salina y se seca el conducto con conos de papel.

3.3-. Separación y Reposicionamiento de la muestra

Concluida la PBM, se procede a separar en hemisecciones cada sujeto de muestra, lo cual tiene como fin el poder minimizar perdidas de material remanente antes del proceso de medición del mismo y de igual forma garantizar que no existan perdidas de especímenes por fractura en el proceso de separado requerido en el desarrollo del estudio.

Para esto con portaminas 0.5mm, se marca con el canto del grafito la parte mas alta del diente en sentido vestíbulo/lingual o vestíbulo/palatino según corresponda. Tras lo cual con fresa troncocónica fina se gasta una ranura en la porción coronal correspondiente a esmalte y luego con disco de acero se unifica esta ranura hacia la porción radicular del espécimen. Se enfatiza que este corte es de alta precisión, y deberá no traspasar más allá de los límites internos del canal radicular. Cuando la profundidad del desgaste se estima adecuada se procede a posicionar una espátula Lecron con el lado del filo orientado hacia la ranura tallada y con golpes suaves de martillo sobre ella se lleva a cabo la separación en hemisecciones.



Figura 8 Marcado Sección de Corte



Figura 9 Tallado Ranura



Figura 10 Separación en Hemisecciones

Tras la separación del diente, se procede a su reposición para lo cual, se confrontan las mitades utilizando para esto, el plano de clivaje dado por el quiebre en la estructura dentaria que se genera por el golpe de martillo en la ranura tallada. Conseguido lo anterior se estabiliza ambas mitades depositando cera rosada en la ranura, esta se coloca en posición en estado plástico puesto que una fluidez muy alta de la cera, la hace escurrir al interior del canal radicular. Esto se consigue confeccionando un pequeño rollo de cera rosada, con el cual, tras ser calentado con mechero, se deposita la cera en canal tallado con movimientos de raspado, incorporándose así la cera, seguido de lo cual, con espátula de cera caliente se uniforman los bordes, quedando el espécimen listo para su reposición en el troquel, de donde tras ser llenados con hidróxido de calcio no saldrán mas hasta el momento de la captura fotográfica.

El paso final en la preparación de la muestras consiste en la instrumentación de los conductos, a manera de repaso con su lima MAF utilizando como irrigante suero fisiológico, de manera que se garantice que al interior de los canales radiculares no permanezca ningún residuo de cera, que pudiese haber ingresado en la etapa de reposición de las hemisecciones.

Tras completarse el procedimiento anteriormente descrito, los troqueles previamente rotulados con número (1-54) e identificados previamente con su Longitud de trabajo, y diámetro de lima maestra apical, se distribuyen aleatoriamente en tres grupos, para lo cual se utiliza esta funcionalidad en el programa Microsoft Excel, 2007.



Figura 11 Reposición de Hemisecciones
Figura 12 Verificación Concordancia entre mitades

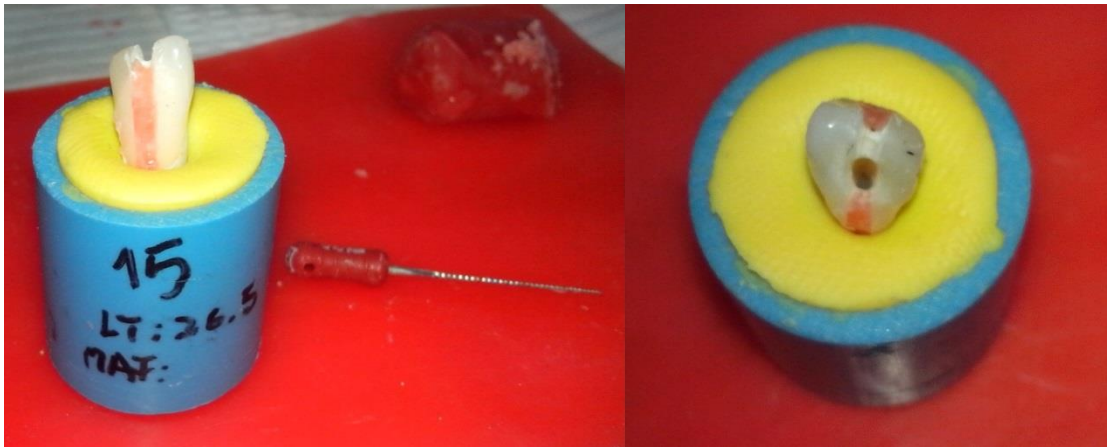


Figura 13 Reposición en troquel y Vista Coronal

3.4.- Aplicación y llenado de los conductos con Hidróxido de Calcio

Los conductos se llenan con la medicación intracanal utilizando un léntulo espiral montado en un contra-ángulo a baja velocidad. Se completan hasta verificar la salida del material por el ápice del diente. La medicación intracanal se prepara mezclado hidróxido de calcio puro con solución salina (1:1,5 Líquido/Polvo) hasta conseguir una consistencia pastosa, que permita una fluidez adecuada al ser depositada con el léntulo. Una vez realizada la medicación del conducto se coloca una mota de algodón en la entrada del mismo y se sellan las cavidades de acceso con cemento semitemporal IRM.

Con el fin de emular las condiciones intraorales, que clínicamente sufre el material durante su tiempo de acción como medicación intracanal. Las muestras se almacenan por grupo en un contenedor plástico hermético, incorporándose en su

interior, esponjas humedecidas en suero fisiológico. El almacenamiento de la muestra se realizara a temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$ en 100% de humedad relativa, por un periodo de 7 días en estufa Heraeus, (W.C Heraus Gamah, Hamau).



Figura 14 Consistencia Hidróxido de Calcio



Figura 15 Almacenaje Muestras; Contenedor Hermético



Figura 16 Estufa para Incubación

3.4.- Protocolos para la remoción del hidróxido de calcio.

3.4.1.- Remoción de la pasta de hidróxido de Calcio

La irrigación se realizará con jeringas Monoject de 3ml y agujas calibre G27 a Longitud de trabajo menos 2 mm (LT-2mm). Se detalla a continuación la secuencia de irrigación a utilizar:

3.4.2.- Protocolo irrigación manual:

Desobturación cameral del espécimen con fresa redonda de carbide y retiro de la mota de algodón.
Irrigación con 2 ml de NaOCl (5.25%) a LT-2mm. Se realiza con movimiento de bombeo en dirección corono-apical.
Instrumentación del conducto con Lima apical maestra (MAF) a LT – 2mm. Se realizan 8 instrucciones verticales con acción de limado circunferencial
Recapitulación del conducto con Lima K nº15 a LT.
Irrigación con 2 ml de NaOCl (5.25%) a LT-2mm
Instrumentación del conducto con MAF a LT-2mm.
Recapitulación del conducto con lima K nº15 a LT.
Irrigación con 2 ml de EDTA (17%) dejándose al interior del conducto durante 1 minuto.
Instrumentación del conducto con MAF a LT-2mm.
Recapitulación del conducto con lima Knº15 a LT
Irrigación con 2 ml de NaOCl (5.25%) a LT-2mm
Recapitulación del conducto con Lima K nº15 a LT.
Irrigación final con 2ml de Solución salina
Secado del conducto con cono de papel.

Tabla V Instrumentación Manual

3.4.3.- Protocolo de Irrigación Sónica:

Desobturación cameral del espécimen con fresa redonda de carbide y retiro de la mota de algodón.
Irrigación con 2 ml de NaOCl (5.25%). Activación del irrigante utilizando Endoactivator a 1000 ciclos/minutos, que es su potencia máxima activada por defecto. Con tip amarillo (15/04) a LT-2mm se activa el irrigante durante 30 segundos.
Instrumentación del conducto con Lima apical maestra (MAF) a LT – 2mm. Se realizan 8 instrucciones verticales con acción de limado circunferencial.
Irrigación con 2ml de EDTA (17%); Activación del irrigante utilizando Endoactivator. Con tip amarillo (15/04) a LT-2mm durante 1 minuto.
Instrumentación del conducto con Lima apical maestra (MAF) a LT – 2mm. Se realizan 8 instrucciones verticales con acción de llenado circunferencial

Irrigación con 2 ml de NaOCl (5.25%). Activación del irrigante utilizando Endoactivator a 1000 ciclos/minutos. Con tip amarillo (15/04) a LT-2mm se activa el irrigante durante 30 segundos.
Irrigación final con 2ml de Solución salina a Longitud de Trabajo menos 2 mm (LT-2mm). Se realiza con jeringa 27G con movimiento de bombeo en dirección corono-apical.
Secado del conducto con cono de papel.

Tabla VI Activación Sónica

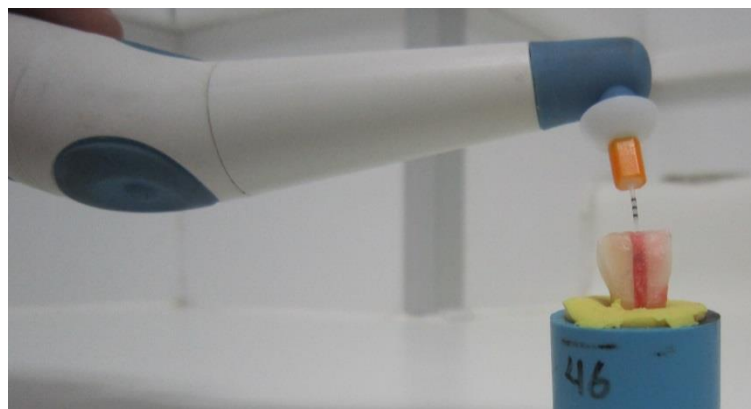


Figura 17 Disposición del dispositivo y Tip

3.4.3.- Protocolo de Irrigación Ultrasónica:

Desobturación cameral del espécimen con fresa redonda de carbide y retiro de la mota de algodón.
Irrigación con 2 ml de NaOCl (5.25%). Activación del irrigante utilizando escaler ultrasónico (MiniPiezon®, EMS Electro Medical Systems S.A, Suiza) a potencia 3 y lima Ultrasónica (15/04). Se activa el irrigante durante 30 segundos.
Instrumentación del conducto con Lima apical maestra (MAF) a LT – 2mm. Se realizan 8 instrucciones verticales con acción de limado circunferencial.
Irrigación con 2ml de EDTA (17%); Utilizando escaler EMS de manera similar durante 1 minuto.
Instrumentación del conducto con Lima apical maestra (MAF) a LT – 2mm. Se realizan 8 instrucciones verticales con acción de llenado circunferencial

Irrigación con 2 ml de NaOCl (5.25%). Utilizando escaler EMS de manera similar, se activa el irrigante durante 30 segundos.
Irrigación final con 2ml de Solución salina a Longitud de Trabajo menos 2 mm (LT-2mm). Se realiza con jeringa 27G con movimiento de bombeo en dirección corono-apical.
Secado del conducto con cono de papel.

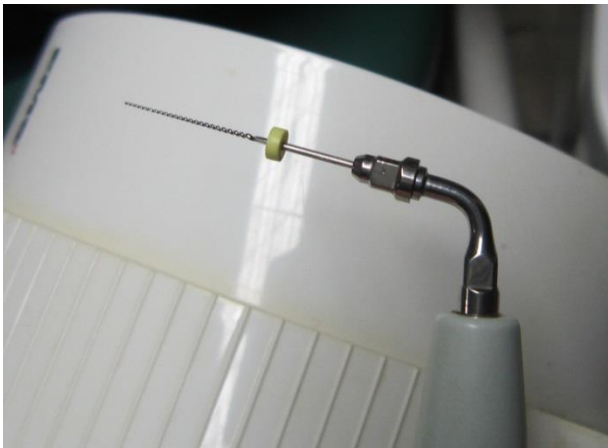


Figura 18 Inserto Ultrasónico con Lima K15

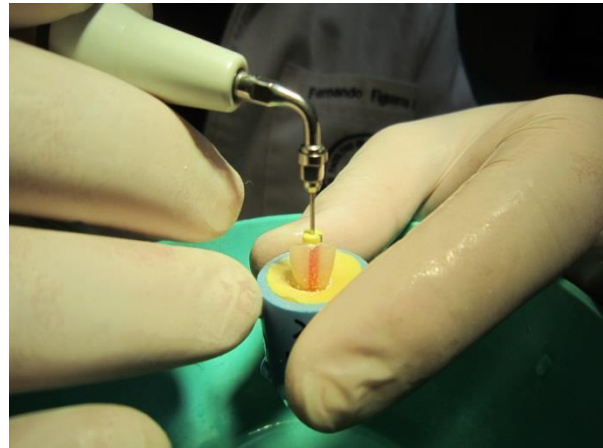


Figura 19 Disposición de Trabajo

3.5-. Medición del grado de remoción del hidróxido de calcio.

3.5.1 Capturas Fotográficas

Las fotografías se toman utilizando una cámara canon EOS 7D, utilizando lente macro. Se monta sobre trípode y se verifica quede nivelada.



Figura 20 Cámara Canon EOS 7D



Figura 21 Detalle Lente Macro

Se estandariza la iluminación, haciendo incidir sobre la placa donde se localiza la muestra una fuente de luz blanca Leica a potencia 4. Las muestras se localizan sobre una placa negra perteneciente a un microscopio. Se localizan en la placa para ser fotografiadas una hemisección a la vez, esto dado por el alcance del área de enfoque macro. La perpendicularidad de la hemisección se ajusta manualmente colocando en la cara que mira a la placa un botón de plasticina, verificando su posición en observación remota desde la computadora. Una regla metálica es localizada en la parte superior de la placa para permitir posteriormente escalar la imagen y obtener los datos de manera fidedigna.



Figura 22 Detalles Fuente Lumínica



Figura 23 Disposición de Trabajo

La distancia del lente a la placa se establece a 45cms, que es la distancia mínima a la cual se puede establecer el correcto enfoque de las hemisecciones. La captura de las imágenes se realiza con visión en tiempo real de la cámara fotográfica en la

pantalla del computador, usando para esto el programa EOS Utility. Esto permite realizar el ajuste remoto del enfoque y así también el disparo de la captura. Adicionalmente permite establecer las condiciones del disparo que se establecieron como ideales según se detalla a continuación:

Punto F: F/4
Tiempo de Exposición: 1/50 s
Velocidad ISO: ISO-100
Compensación de Exposición: -1.3 paso
Distancia Focal: 40mm.
Balace de Blancos: Sombra
Sin flash

Figura 24 Detalles de Captura

Formato: JPEG
Dimensiones; 5124x3456
Ancho: 5184 Pixeles
Alto: 3456 Pixeles
Resolución Horizontal: 72 ppp.
Resolución Vertical: 72 ppp.
Profundidad en bits: 24
Representación del Color: sRGB

Figura 25 Detalles de la Imagen

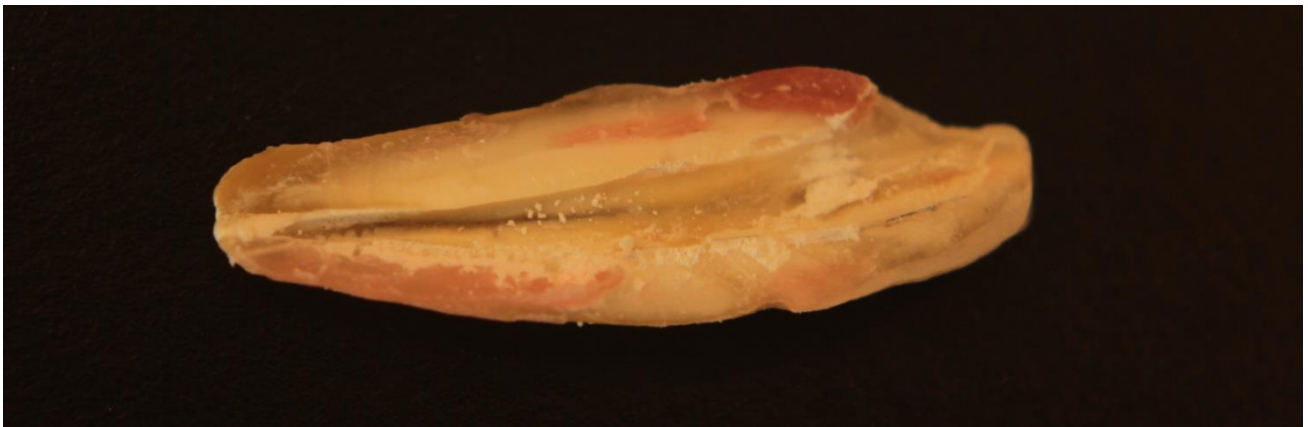


Figura 24 Ejemplo Captura Fotográfica

3.5.2 Procesamiento de Fotográficas:

Las fotografías son almacenadas en formato JPEG para poder trabajarlas en el programa IMAGEJ. Una vez importadas, Se delimita el área del canal radicular usando la función Polygon selección.

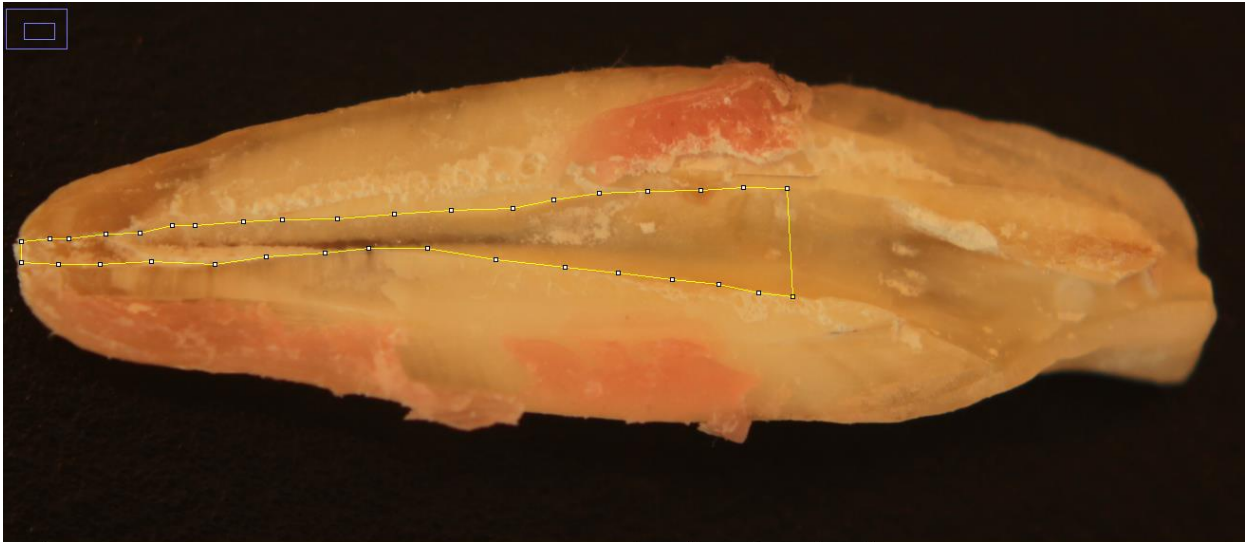


Figura 25 Delimitación del Área Canal

Luego se cambia el formato de la imagen a Tipo 16-bit, y se aplica dos veces en el área canal el filtro Unsharp Mask, con Radius: 2 Pixels y Mask Weight 0.2. Se obtiene un aumento en la definición de los depósitos de hidróxido de calcio. Aumentado la fidelidad de la medición posterior.

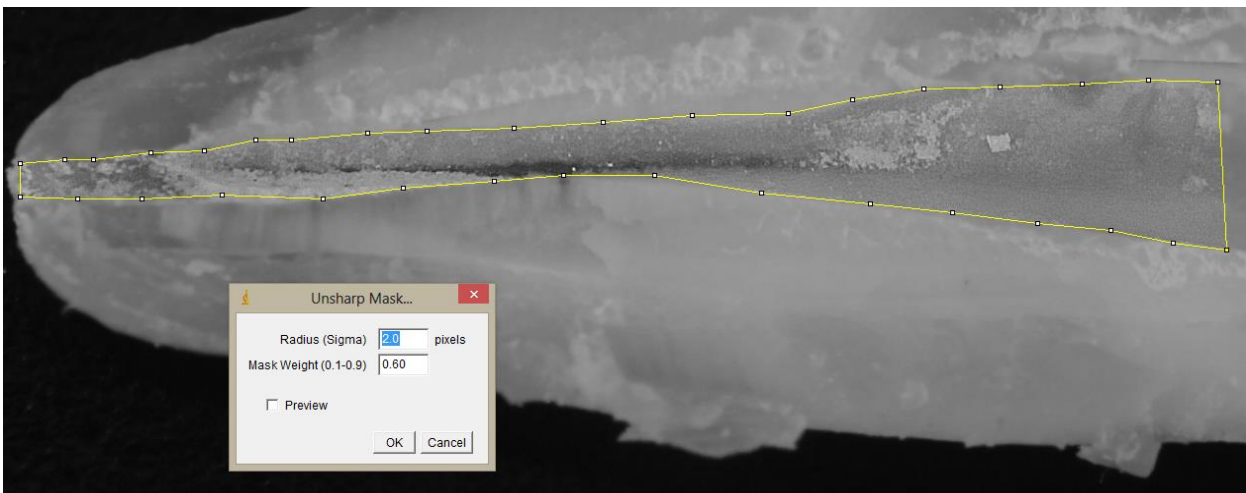


Figura 26 Imagen luego de aplicar filtro

Posteriormente se delimita el área canal por tercios. En suma, se faculta de esta manera para programa para realizar la medición porcentual del remanente de hidróxido de calcio, en el total del área y así también en cada tercio seleccionado de manera independiente. Cuantificándose así también su área en milímetros.

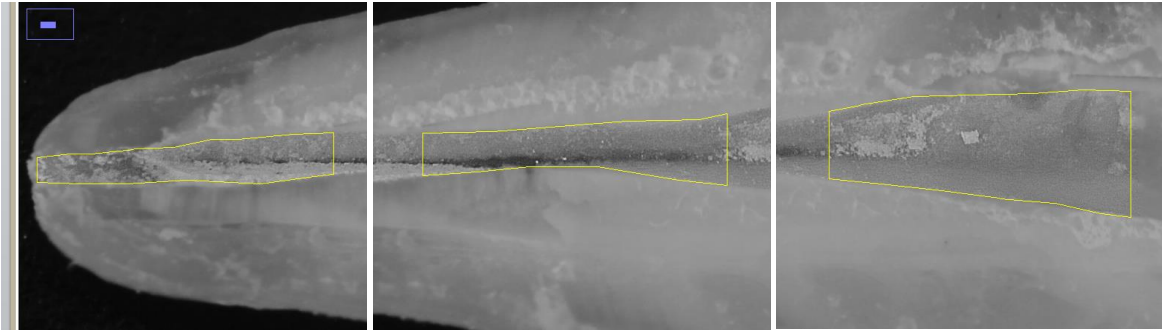


Figura 27 Selección del área canal en tercios

El paso siguiente del análisis consiste en el ajuste de la imagen con la función Threshold. Esta medición que corresponde al ajuste del umbral del luz respecto de los depósitos remanentes de hidróxido de calcio se, realiza comparando la medición con el remanente observado en la imagen original hasta establecer una correspondencia satisfactoria. El cálculo del porcentaje remanente se ejecuta con función Messure. **(Figura 29)**

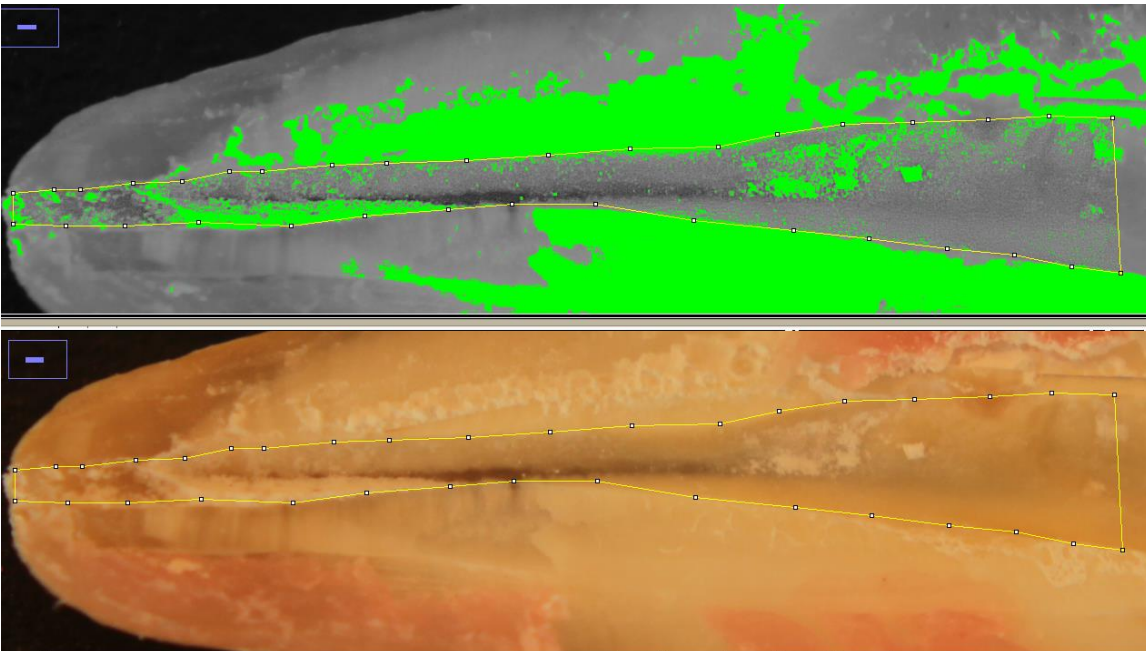


Figura 28 Comparación Área Seleccionada/ Imagen original

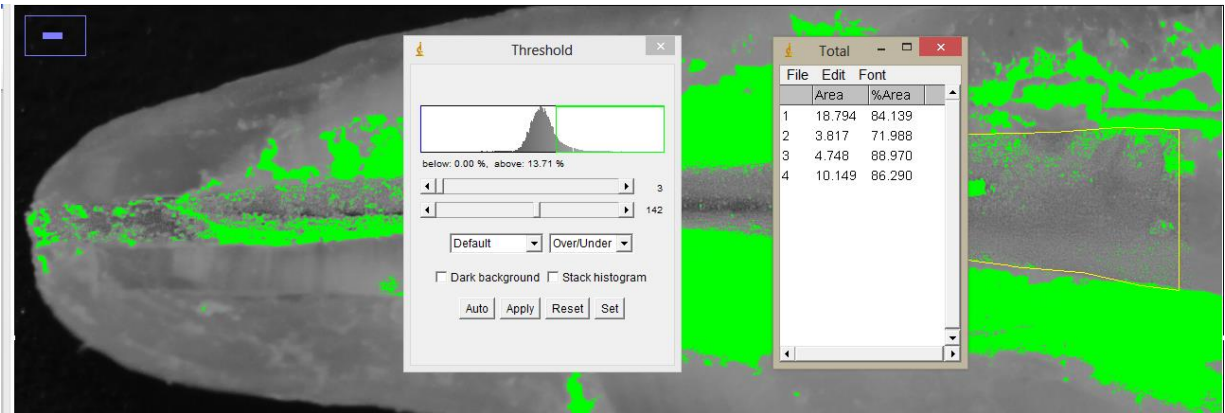


Figura 29 Pantalla Ajuste Threshold y Mediciones

4 Procesamiento Estadístico

4.1 Descripción del software.

En el desarrollo del trabajo se utilizaron dos programas estos son Stata en su versión 12 que se utilizó para calcular las estadísticas descriptivas y las pruebas de significancia. Este es un software estadístico creado en 1985 por StataCorp, se utiliza en diversas áreas de investigación como por ejemplo economía, sociología, ciencias políticas, administración de datos, situaciones académicas, etc. Para la realización de los gráficos se utilizó Microsoft Excel en su versión 2007 programa base de la plataforma Office.

4.2 Nivel de significancia.

Las pruebas de hipótesis de ANOVA vistas en el estudio se trabajaron con un nivel de significancia del 5% (valor $p = 0,05$) este es el máximo valor con el cual se defendió H_0 . En caso que nuestro valor p tome un valor menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula con una confianza del 95%.

4.3 Pruebas de significancia.

El análisis de varianza (ANOVA) es una colección de modelos estadísticos utilizados para comparar 3 o más grupos de variables y detectar si existen o no diferencias significativas entre ellos, el estadístico de prueba es de la siguiente manera:

$$F = \frac{\frac{SCF}{t-1}}{\frac{SCE}{N-t}}$$

En caso de que los grupos de variables resulten diferentes se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Scheffé, la cual compara las medias de los grupos de estudio y así detectar el estadísticamente excluyente.

RESULTADOS

54 especímenes de muestra fueron utilizados en este estudio. Fueron aleatoriamente distribuidos en 3 grupos de 18 dientes cada uno. A cada grupo se le asignó un protocolo de irrigación para remover el hidróxido de calcio, de esta forma el grupo 1 se irrigó bajo protocolo de técnica manual, el grupo 2 bajo protocolo con activación Sónica del irrigante y el grupo 3 con protocolo de activación Ultrasónica de los irrigantes.

Tras el retiro de la solución de hidróxido de calcio, los especímenes se desensamblaron, separándose ambas mitades para ser fotografías por separado. De igual forma se procede en el análisis digital de las imágenes, donde el área canal se dividió en tercios, y el registro de los datos se realiza por separado.

5.1 Resultados Grupo 1; Instrumentación Manual

Para la exposición de los resultados, primariamente se entregan las medidas de tendencia central, para la totalidad de las mediciones. Es decir el total de remanente por caras (hemisección dentaria) y de cada tercio de esa misma cara.

Variable	Observaciones	Media	D.E	Mínimo	Máximo
% 1/3 Coronal A	18	21,21	14,73	4,76	49,10
% 1/3 Medio A	18	20,27	18,06	3,76	74,56
% 1/3 Apical A	18	25,53	17,16	3,51	70,09
Promedio A	18	22,34	12,13	7,05	47,32
% 1/3 Coronal B	18	19,45	11,51	8,27	45,93
% 1/3 Medio B	18	15,24	9,26	3,06	34,85
% 1/3 Apical B	18	19,39	12,14	0,05	44,86
Promedio B	18	18,03	8,78	7,24	36,15

Tabla VII Medidas de Tendencia central para todas las mediciones del grupo 1

Se continúa con los resultados analizados como diente completo. Para esto se establece el porcentaje de remanencia del medicamento como $((\text{Cara A} + \text{Cara B})/2)$, el cual es de 20,18% y al analizar este porcentaje en cada tercio podemos notar que con la irrigación manual es en el tercio apical donde se mantiene más hidróxido de calcio, con una media de $22,05 \pm 14,05$.

Variable	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Apical	18	22,46	14,05	26,10	57,48
Medio	18	17,75	11,59	8,87	48,69
Coronal	18	20,33	10,54	8,79	39,65

Tabla VIII Grupo; Espécimen Completo

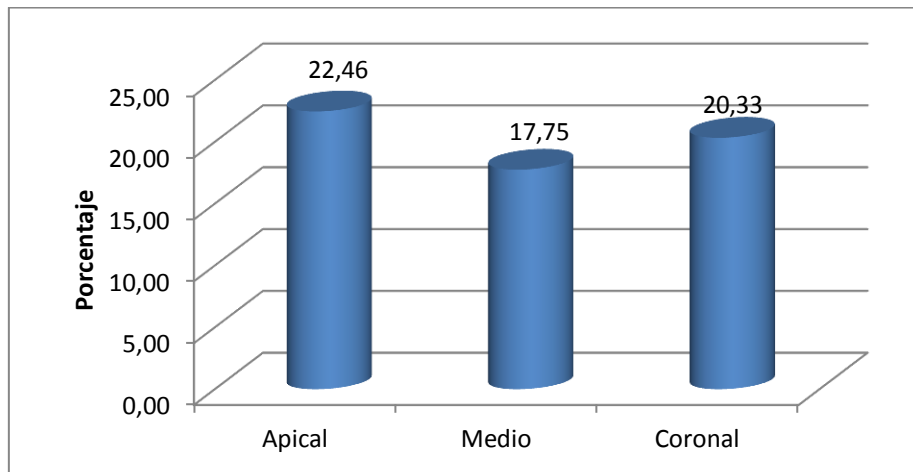


Figura 30 G1 Remanencia por Tercios

También es de interés comparar el comportamiento según el diámetro MAF del diente preparado, donde observamos que un menor diámetro MAF verifica un mayor porcentaje de remanencia del medicamento.

Total Remanencia	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
40 diámetro	8	25,65	9,22	18,15	41,74
50 diámetro	6	16,96	8,75	9,66	33,61
60 diámetro	4	14,08	6,96	7,15	20,52

Tabla IX G1 MAF

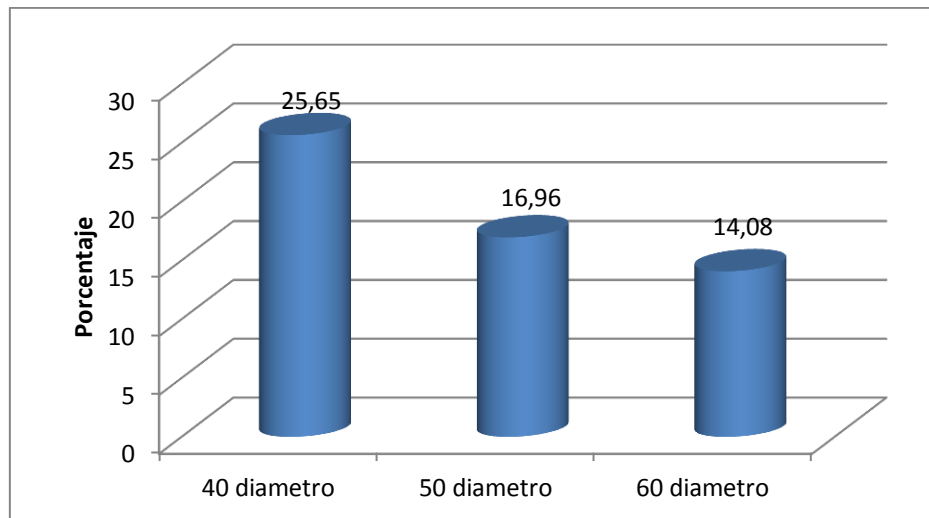


Figura 31 G1 MAF

Otra relación que podemos establecer, es entre el porcentaje de remanencia y el largo del conducto preparado. Para ello se realizó una categorización de los largos en tres grupos, Grupo 1: De 18 hasta 21mm – Grupo 2 De 21.1 hasta 24mm – Grupo

3 De 24mm en adelante. Se verifica que los conductos de menor longitud, representados por el Grupo 1, presentan un mayor porcentaje de remanencia del hidróxido de calcio.

Total Remanencia	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
18-21mm	8	22,69	10,42	11,92	41,74
21.1-24mm	6	19,33	11,22	7,15	38,80
24>mm	4	16,45	4,96	9,064	19,61

Tabla X G1 Longitud

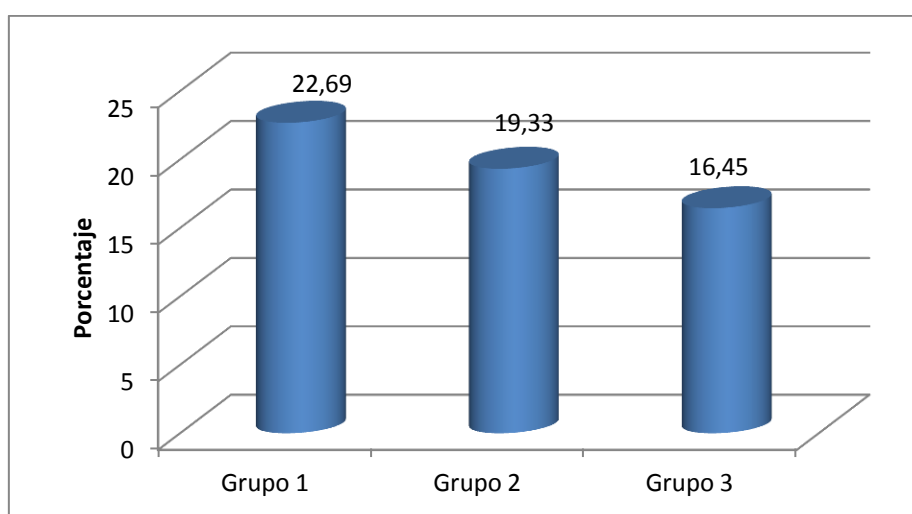


Figura 32 G1 Longitud

Finalmente se presenta el contraste de Hipótesis, para lo cual se utilizó prueba Anova que permite contrastar 3 o más hipótesis. Se evidenció que no existe diferencia significativa entre los valores.

Contraste	Valor P	Condición h0
Apical vs Medio vs Coronal	0.5498	No rechazo
40 vs 50 vs 60 (MAF)	0.0800	No rechazo
G1 vs G2 vs G3 (Longitud)	0.5796	No rechazo

Tabla XI G1 Contraste de Hipótesis

5.2 Resultados Grupo 2; Activación sónica de los irrigantes.

Medidas de tendencia central, para la totalidad de las mediciones en el Grupo 2:

Variable	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
% 1/3 Coronal A	18	20,27	14,86	2,62	47,07
% 1/3 Medio A	18	12,42	8,67	1,88	34,85
% 1/3 Apical A	18	21,21	18,41	0,94	67,93
Promedio A	18	17,96	9,89	2,69	43,12
% 1/3 Coronal B	18	18,78	9,12	2,01	38,63
% 1/3 Medio B	18	13,12	14,13	1,32	60,87
% 1/3 Apical B	18	35,12	23,92	1,70	73,70
Promedio B	18	22,34	12,46	6,33	46,25

Tabla XII Medidas Tendencia Central G2

En este grupo el total de remanencia se estima en un 20.15%. Del análisis en cada tercio se puede notar que es en la zona apical donde se presenta mayor residencia con una media de $28.17 \pm 19,13$.

Variable	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Apical	18	28,17	19,13	2,54	70,82
Medio	18	12,77	8,16	3,41	37,52
Coronal	18	19,53	10,79	5,11	37,53

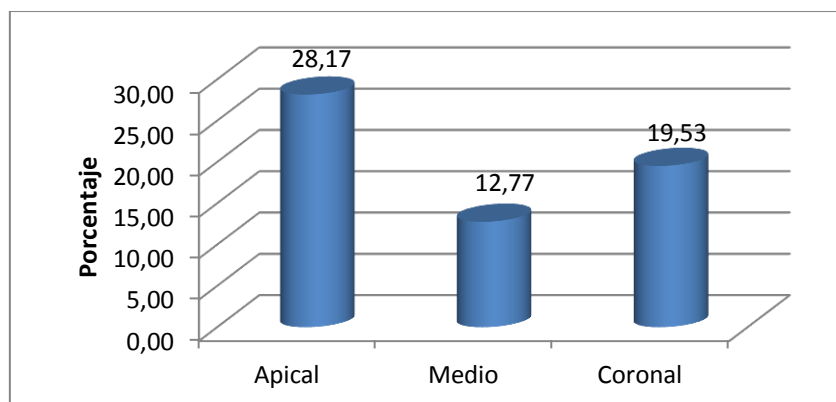


Figura 33 Remanencia por Tercios

Para la relación entre remanencia del medicamento y diámetro MAF, encontramos que a diferencia de la distribución en el grupo 1 aquí es el diámetro MAF 50 el que menos hidróxido remanente presenta con un 7.61 ± 2.54 .

Remanente Total	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
40 diámetro	10	22,88	11,24	10,07	42,03
50 diámetro	2	7,61	2,54	5,82	9,41
60 diámetro	6	19,80	7,55	10,40	28,49

Tabla XIII G2-MAF

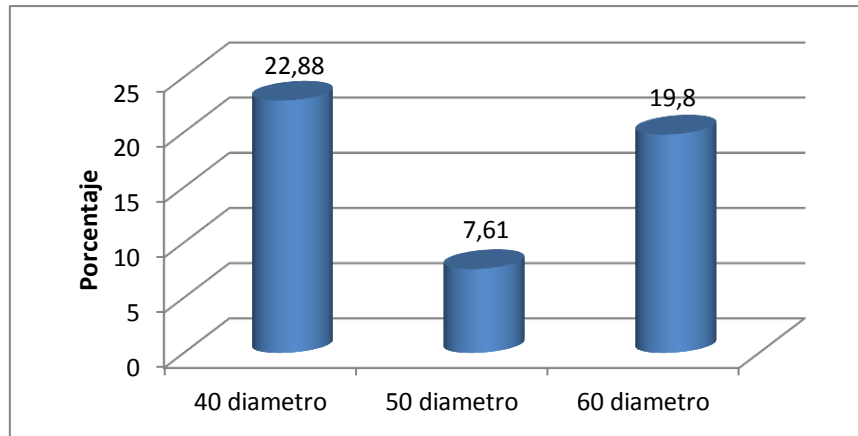


Figura 34 G2-MAF

De la misma manera se estudio la relación entre el porcentaje de remanencia y el largo del conducto preparado. Se categorizo los largos en tres grupos. Grupo 1: De 18 hasta 21mm – Grupo 2 De 21.1 hasta 24mm – Grupo 3 de 24mm en adelante. Se verifica que los conductos de menor longitud, al igual que en el Grupo 1, presentan un mayor porcentaje de remanencia del hidróxido de calcio.

Remanente Total	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
18-21mm	7	22,16	9,83	10,07	39,92
21.1-24mm	9	21,20	10,68	9,41	42,03
24>mm	2	8,42	3,69	5,82	11,03

Tabla XIV G2-Longitud

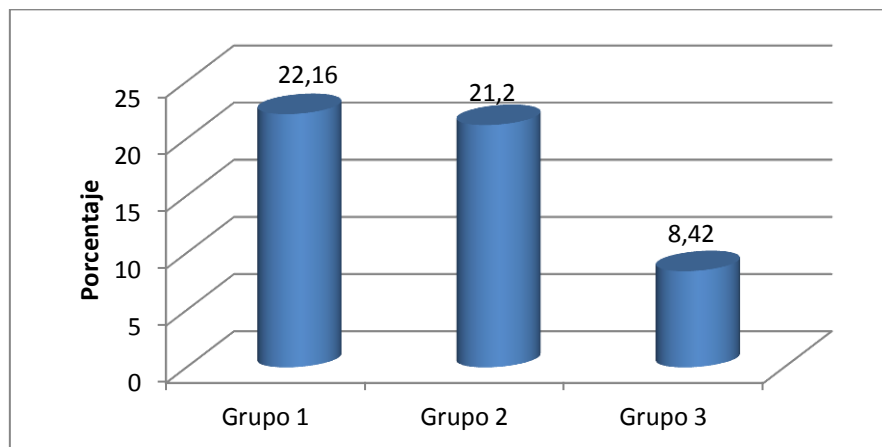


Figura 35 G2-Longitud

Con la prueba ANOVA verificamos la significancia de las diferencias entre los sectores y entre zonas. Así encontramos significancia en el estudio del remanente por tercios. Para verificar en cual de los tercios se hace la diferencia se realiza la prueba de Scheffé, la cual permite realizar comparaciones múltiples entre las medias de los grupos. De tal forma podemos señalar que bajo el protocolo de remoción con activación sónica de los irrigantes, se genera significativamente una menor cantidad de remanente en el tercio medio. Significando entre Medio respecto del tercio Apical.

Contraste	Valor P	Condición h0
Apical vs Medio vs Coronal	0.0171	Rechazo
40 vs 50 vs 60 (Diámetro)	0.1641	No rechazo
G1 vs G2 vs G3 (Longitud)	0.2423	No rechazo

Tabla XV G2 Contraste de Hipótesis

5.3 Resultados Grupo 3; Activación Ultrasónica de los irrigantes.

Medidas de tendencia central, para la totalidad de las mediciones en el Grupo 3:

Variable	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
% 1/3 Coronal A	18	14,63	8,91	2,09	30,38
% 1/3 Medio A	18	4,18	3,34	0,45	11,61
% 1/3 Apical A	18	14,40	10,30	1,08	33,63
Promedio A	18	11,07	5,79	3,30	19,57
% 1/3 Coronal B	18	13,57	10,79	2,57	35,49
% 1/3 Medio B	18	3,71	5,00	0,02	22,41
% 1/3 Apical B	18	11,29	9,29	0,10	32,15
Promedio B	18	9,52	5,70	1,33	17,88

Tabla XVI Medidas de Tendencia Central G3

En este grupo el total de remanencia se estima en un 10.96%. Del análisis en cada tercio se puede notar que a diferencia de los grupos anteriores aquí es en la zona coronal donde se presenta mayor remanencia del medicamento con una media de $14,10 \pm 8,04$.

Variable	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Apical	18	12,85	7,82	2,42	32,89
Medio	18	3,94	3,33	0,96	14,56
Coronal	18	14,10	8,04	2,33	32,93

Tabla XVII G3 Medias por Tercios

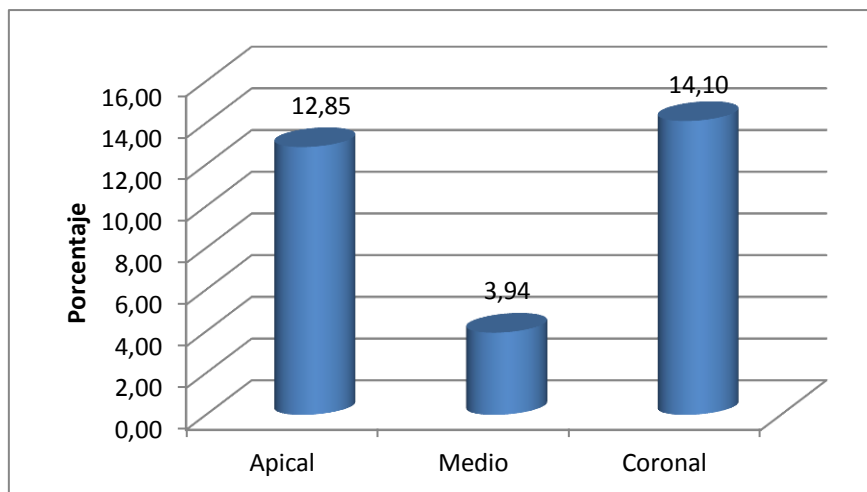


Figura 36 Remanencia por Tercios

En el caso del diámetro encontramos que al igual que en el grupo 2 las preparaciones a MAF 50 son las que menos porcentaje de remanencia del medicamento presentan, con un $9,17 \pm 5,14$.

Remanente Total	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
40 diámetro	8	10,69	4,40	4,25	16,62
50 diámetro	8	9,17	5,14	2,74	17,28
60 diámetro	2	13,22	4,30	10,18	36,26

Tabla XVIII G3-MAF

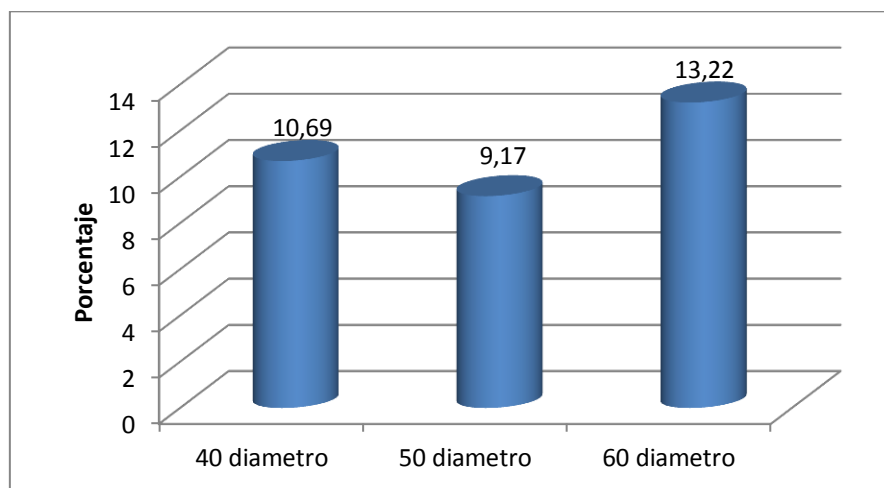


Figura 37 G3 MAF

Relativo a la relación entre la longitud del conducto preparado y el porcentaje de remanencia del medicamento, encontramos que a diferencia de los grupos

anteriores, aquí se verifica un mayor porcentaje de remanencia en los conductos de mayor longitud.

Total de Remanencia	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
18-21mm	11	9,36	4,69	2,74	17,28
21.1-24mm	5	11,42	5,21	3,69	16,26
24>mm	2	12,63	3,47	10,18	15,09

Tabla XIX G3 Longitud

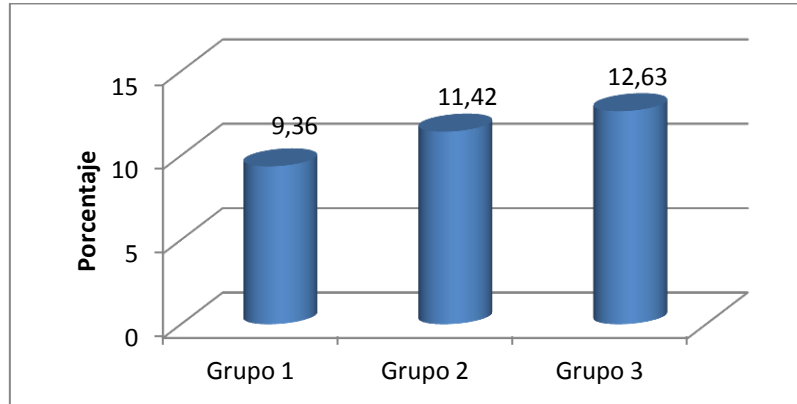


Figura 38 G3 Longitud

De la misma forma que en el detalle de resultados en los grupos anteriores se procede a probar si las diferencias entre los sectores y entre las zonas son significativas o no.

Contraste	Valor P	Condición h0
Apical vs Medio vs Coronal	0.0000	Rechazo
40 vs 50 vs 60 (Diámetro)	0.5470	No rechazo
G1 vs G2 vs G3 (Longitud)	0.5653	No rechazo

Tabla XX G3 Contraste de Hipótesis

Encontrándose en este grupo diferencias significativas en el porcentaje de remanencia del medicamento entre los tercios medio con apical y medio con coronal.

5.4 Resultados entre los grupos

La comparación de los tres grupos de estudio para cada zona del diente ya sea apical media y coronal, donde podemos ver los resultados en la tabla y de manera practica en los gráficos que siguen.

Grupo	Sector	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Grupo1	Total Remanente	18	20,18	9,62	7,15	41,74
	Apical	18	22,46	14,05	2,61	57,48
	Medio	18	17,75	11,59	5,89	48,69
	Coronal	18	20,33	10,54	8,79	39,65
Grupo 2	Total Remanente	18	20,15	10,34	5,82	42,03
	Apical	18	28,17	19,13	2,54	70,82
	Medio	18	12,77	8,16	3,41	37,52
	Coronal	18	19,53	10,79	5,11	37,53
Grupo 3	Total Remanente	18	10,96	4,65	2,74	17,28
	Apical	18	12,85	7,82	2,42	32,89
	Medio	18	3,94	3,33	0,96	14,56
	Coronal	18	14,10	8,04	2,33	32,93

Tabla XXI Medidas de Tendencia Central Todos los grupos

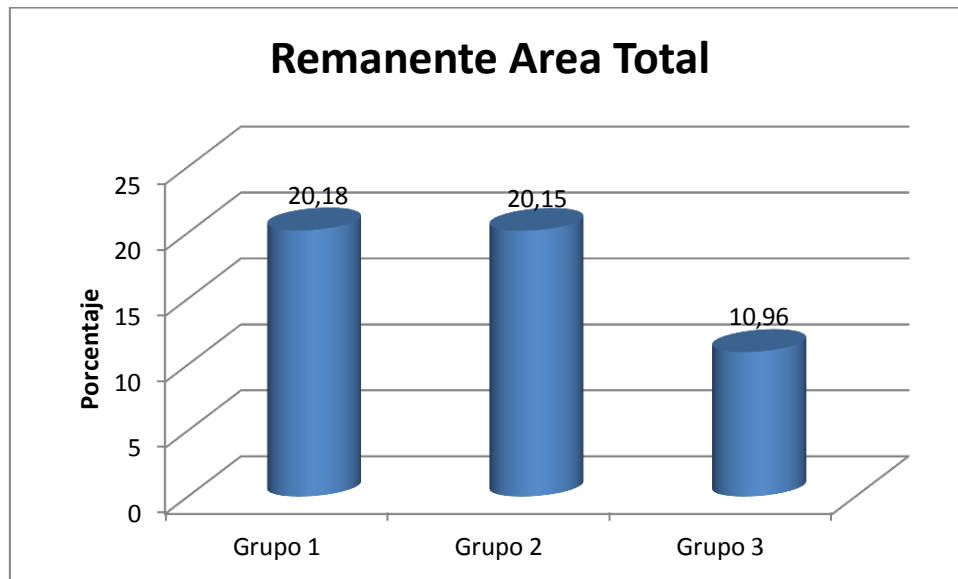


Figura 39 Remanencia entre grupos

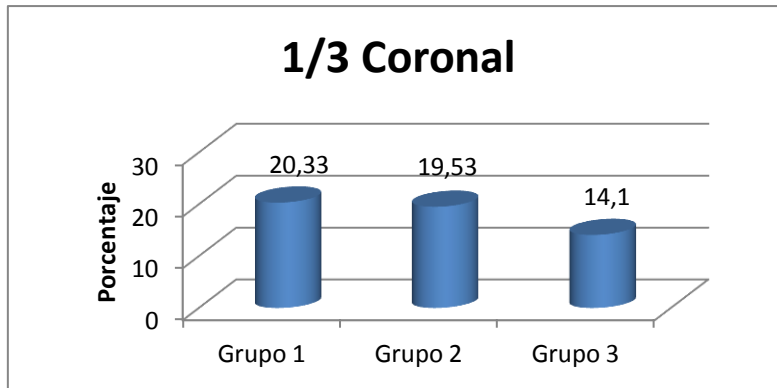


Figura 40 Remanente Coronal Entre Grupos

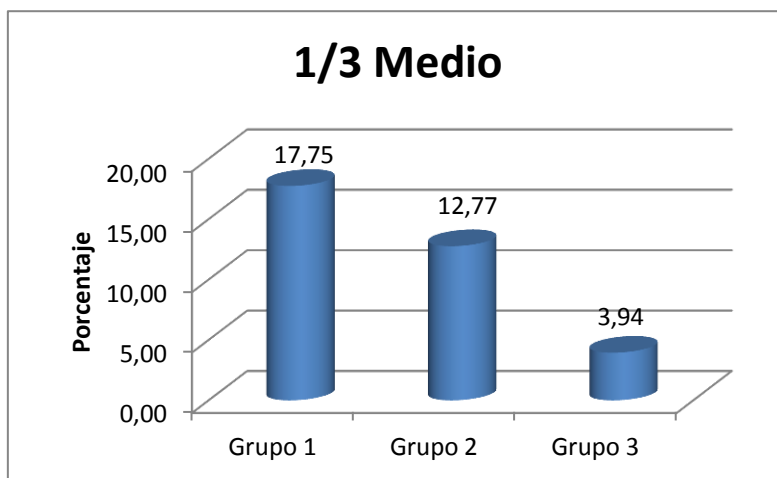


Figura 41 Remanente Tercio Medio Entre Grupos

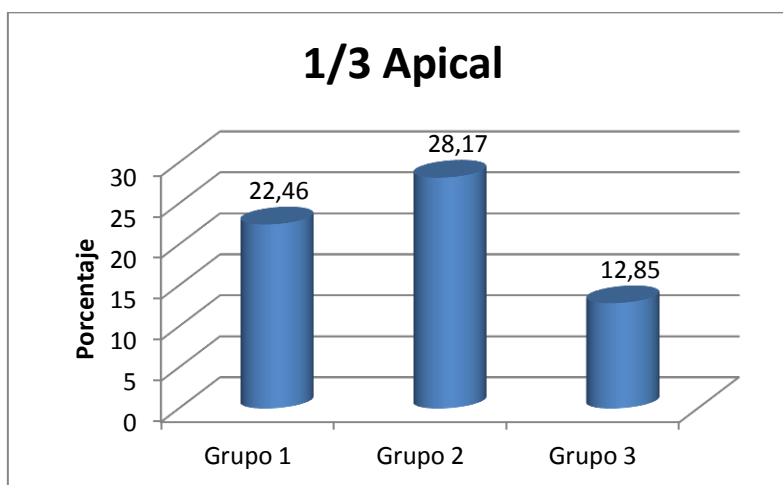


Figura 42 Remanente Apical Entre Grupos

Contraste	Valor P	Condición h0
Apical (G1 vs G2 vs G3)	0.0089	Rechazo
Medio (G1 vs G2 vs G3)	0.0000	Rechazo
Coronal (G1 vs G2 vs G3)	0.1299	No Rechazo
Total Remanencia (G1 vs G2 vs G3)	0.0010	Rechazo

Tabla XXII Contraste Del Hipótesis Entre Grupos

Al realizar las comparaciones múltiples en los dos últimos grupos tenemos que el remanente del medicamento en el tercio medio de los conductos, cuando son limpiados con la activación ultrasónica de los irrigantes, verifica diferencias significativas respecto de los dos otros grupos.

Al analizarse el remanente en el Apical es también el grupo 3 quien presenta diferencias significativas pero en contraste solo con el grupo de activación sónica.

Finalmente vemos que respecto del total de remanencia del medicamento y tras la aplicación de la prueba de Scheffé podemos señalar que el grupo 3, de activación ultrasónica, hace la diferencia con respecto a los demás.

DISCUSION

Los métodos utilizados hoy en día para medir el remanente de hidróxido de calcio son variados y han ido evolucionando con el pasar del tiempo. Así al revisar la literatura encontramos que el método más utilizado para realizar las mediciones es seccionando longitudinalmente los dientes para luego fotografiarlos y así poder cuantificar el hidróxido de calcio residual. (Margelos et al, 1997; Lambrianidis et al, 1999; Jensen et al, 1999; Balvedi et al, 2010).

Respecto al método de análisis de las fotografías, éste ha sido realizado de diversas formas, siendo una de ellas la superposición de una cuadrícula milimetrada sobre la fotografía de una sección dentaria y su posterior conteo manual de los sitios con remanencia de hidróxido de calcio. (Jensen et al, 1999). Otros autores han realizado la medición a través de observadores calibrados, que cuantifican remanente de forma nominal, a través de categorías o escalas de evaluación. (Van der Sluis et al 2006; Lambrianidis et al, 2006; Motcy de Oliveira et al, 2011).

Otros han buscado obtener mediciones con valores ordinales, a través del conteo de píxeles por mm², lo cual se a logrado mediante el análisis con software de procesamiento de imágenes, UTHSCSA ImageTool 3.0, (Balvedi et al, 2010), DIS 200, Digital ImageSystems (Margaelos et al, 1997, Lambrianidis et al, 1999), Adobe Photoshop (Kenee et al, 2006; Maalouf et al 2013), Comef 4.3 (Tasdemir et al, 2011). Siguiendo con la misma línea metodológica, este estudio es pionero en utilizar el software libre ImageJ; para la medición del remanente de hidróxido de calcio.

Con respecto a la secuencia que se establece para el procesamiento de las muestras, desde el retiro del hidróxido de calcio hasta la medición del remanente, este estudio plantea un cambio, puesto que en los estudios de Margelos et al, 1997; Lambrianidis et al, 1999; Jensen et al, 1999; Balvedi et al, 2010 se realiza el corte de los dientes después de aplicar el protocolo para la eliminación de hidróxido de calcio, lo cual puede inducir al error al someter las muestras a la maniobra de corte, alterando los valores de la medición. Este equipo investigador decidió en concordancia a la experiencia de Knee et al, 2006; Rodig et al, 2011 y Tasdemir et al, 2011, realizar el corte y re-ensamblaje de los dientes antes de aplicar el protocolo de remoción, con lo cual se intentó evitar el problema anteriormente descrito.

Sin embargo, el método de procesamiento de las muestras mas fidedigno, parece ser el utilizado por Nandini et al, 2006 y Nainan et al, 2013, quienes han utilizado para realizar sus mediciones la tomografía en espiral computarizada (Spiral TC). Esta metodología presenta, entre otras ventajas, la posibilidad de analizar el remanente de forma volumétrica en 3 dimensiones, sin intervenir los dientes de la muestra y permitiendo conservar el sistema cerrado de conductos, lo cual sería relevante para la ocurrencia de los fenómenos de microcorriente acústica y cavitación al realizar la activación Ultrasónica, de forma similar a lo que ocurriría clínicamente. (de Gregorio et al, 2011).

La preparación de hidróxido de calcio utilizada en este estudio, se consiguió mezclando hidróxido de calcio en presentación de polvo con suero fisiológico en una relación 1.5:1 P/L. Dicha preparación fue escogida debido a que la literatura muestra una mayor efectividad de remoción al utilizar un vehículo acuoso o polvo puro de hidróxido de calcio (Lambrianidis et al, 1999; Balvedi et al 2010), respecto a otras preparaciones de base viscosa o aceitosa, y es además la preparación más utilizada como medicación intracanal. (Fava& Saunders, 1999).

Los irrigantes utilizados en los protocolos propuestos por este estudio, encuentran su asidero en la investigación de Margelos et al, 1997 quien señala que el uso de EDTA o Hipoclorito por separado no logra remover efectivamente el hidróxido de calcio, pero que al ser utilizados en conjunto, se mejora la eficiencia en la remoción de la medicación. Sin embargo esta afirmación es contrapuesta por la experiencia de Tasdemir et al, 2011, donde se señala que no existen diferencias significativas entre grupos de dientes irrigados con NaOCl y el grupo irrigado con NaOCl + EDTA.

La concentración recomendada y mas ampliamente utilizada del EDTA, es su preparación al 17% (Nainan et al, 2012; Pasqualini 2010; Wiseman et al, 2011). Del mismo modo, el Hipoclorito en su presentación al 5.25% es hoy en día ampliamente utilizada, y su eficacia ha sido demostrada en diversos estudios, como el realizado por Retamozo et al,2010, en el cual mostró la mejor efectividad al eliminar el *Enterococcus Faecalis* desde placas de dentina infectada.

Por otra parte los tiempos utilizados para la activación de las soluciones irrigantes están en concordancia con la experiencia de Cesar de Gregorio en su publicación del año 2010 y en la publicación del año 2012. (Endodoncia; Técnicas y Fundamentos de Ilson José Soares y Fernando Goldberg.)

El consenso general que ofrece la literatura, indica que a la fecha ningún método propuesto permite el retiro total del hidróxido de calcio del canal radicular. (Lambrianidis et al, 1999; Balvedi et al, 2010; Motcy de Oliveira et al, Tasdemir et al, 2011; Rodig et al, 2011). Este estudio concuerda con tales resultados, y deja de manifiesto que las problemáticas relacionados con dicha situación, deberán continuar siendo estudiadas.

La experiencia de este estudio también concuerda con el hecho de que la activación pasiva Ultrasónica (PUI) de las soluciones irrigantes mejora la remoción del hidróxido de calcio, respecto a la irrigación convencional con jeringas. (Tasdemir et al, 2011, Balvedi et al, 2010 y Jensen et al, 2010).

Los resultados de la evaluación de la activación Sónica obtenidos en este estudio de los irrigantes, no mostraron diferencias significativas respecto a la irrigación convencional con jeringa. Esto se contrapone con la experiencia de Jensen et al, 2011, quienes encontraron que tanto la activación sónica, como la activación ultrasónica de los irrigantes presentan ventajas estadísticamente significativas sobre la instrumentación manual, mientras que en el presente estudio se encontró diferencias significativas sólo entre el sistema ultrasónico respecto al manual y sónico.

Cabe señalar que los investigadores ya mencionados, utilizaron para el desarrollo de su investigación, raíces de molares con una MAF estándar de tamaño ISO #35, así como longitudes de trabajo más reducidas y un método de observación directa, con una cuadrícula milimetrada para cuantificar el remanente del hidróxido de calcio en sus hemisecciones dentarias tratadas.

La cantidad de hidróxido de calcio remanente en el grupo de instrumentación manual, tiene algún grado de discrepancia con los resultados netos obtenidos por otros investigadores, por lo que a continuación pasaremos a revisar algunas diferencias en la metodología que puedan explicar dichas diferencias. Sin embargo al observar las desviaciones estándar de los valores del presente estudio, encontramos concordancia. Al revisar los resultados obtenidos por Tasdemir et al, 2011 se estima un promedio remanente de medicación de 41.96%, utilizando como lima de repaso, un instrumento Protaper F3, además de un protocolo de irrigación distinto tanto en los pasos como en cantidad de irrigantes. Kenée et al, 2006 encontraron una remanencia de hidróxido de calcio en el grupo de irrigación manual de 19.083%, utilizando los mismos irrigantes que en el presente estudio, pero realizando los repasos con lima MAF a longitud de trabajo. Por otra parte Lambrianidis et al, 1999 encuentran una remanencia de 25.33%, trabajando bajo condiciones similares a las utilizadas en este estudio.

El grado de remanencia obtenido en este estudio para el grupo Ultrasónico fue de 8.42%, lo que es considerablemente menor a lo estimado por Tasdemir et al 2011, quien obtiene un 25.45% de remanencia, utilizando como irrigante activado solo NaOCl. Jensen et al, obtiene en el mismo grupo una remanencia de 16.7% con las diferencias anteriormente descritas (método de análisis de muestras) y utilizando como solución activada NaOCl durante 3 minutos. Kenée et al, 2006 encuentra remanencia de 3.296% realizando repasos MAF a Longitud de trabajo. Sabins et al, 2003 estimaron el remanente en un 15.96%. El valor mas alto es el obtenido por Balvedi et al, 2010 con un 44.06% y utilizando solo solución salina para la activación durante solo 30 segundos.

Respecto a la activación Sónica de los irrigantes, al comparar nuestros resultados con la experiencia de Sabins et al, 2003 encuentran un 15.96% de promedio versus un 21.2% obtenido en el presente. En su análisis encuentran que los primeros 3 milímetros desde el ápice mantienen un 20.69% de remanencia y los tres mm siguientes un 11.87 %. Estos presentan cierta concordancia con los obtenidos en este estudio, ya que se observó mayor remanencia de la medicación en la zona apical, la que disminuyó de forma significativa en el tercio medio; Sin embargo la dificultad de comparar estos resultados radica en el hecho que estos investigadores realizaron su estudio en raíces de molares, y activando sólo hipoclorito de sodio.

Como acotación respecto al uso del Endo Activator (EA), mejores resultados podrían ser obtenidos utilizando los tips de mayor calibre, especialmente en conductos más amplios. En el presente estudio se utilizó sólo el tip 15/04 a modo de poder establecer condiciones similares respecto al uso del sistema Ultrasónico, en el cual se utilizó una lima k nº15 montada en el inserto endodóntico y de esa manera permitir el libre movimiento del inserto para mejores efecto de la corriente micro

acustica Otro factor a considerar es el hecho de que el EA, al poseer un tip de polímero liso y flexible, podría ser utilizado en conductos curvos sin riesgo de transporte del conducto, incluso a una mayor profundidad, dada su relativa seguridad y mínima extrusión de irrigante al periápice (Desai et al. 2009). Al respecto cabe señalar que el sistema Ultrasónico, pese a ser utilizado a un 30% de potencia de forma pasiva y obtener una mayor eliminación de la medicación, en la práctica es dificultoso mantener la lima en el conducto sin contactar las paredes, encontrando en el presente estudio que éste sistema produjo marcas en algunas preparaciones al contactar con las paredes además de una alta producción de calor.

Finalmente podemos decir que pese a la similitud de este estudio con otros realizados anteriormente, en el presente se intenta utilizar una metodología para el uso de los sistemas de irrigación cuya utilización sea viable clínicamente, con un trasfondo bibliográfico sólido, y con un protocolo claro, preciso y efectivo.

CONCLUSIONES

La Activación de los irrigantes mediante Ultrasonido, mostró una mayor efectividad en la remoción del hidróxido de Calcio de los conductos radiculares en comparación con el método de irrigación manual con Jeringa y la activación de los irrigantes mediante un sistema Sónico

Al realizar el análisis por tercios, la activación Ultrasónica mostró una mayor efectividad en la remoción de la medicación en el tercio Medio con respecto a los grupos Manual y Sónico

El sistema ultrasónico mostró mayor remoción de la medicación en el tercio Apical, con diferencia estadística sólo respecto al grupo Sónico.

RESUMEN

Objetivos: Comparar eficacia de remoción de una pasta de Hidróxido de calcio como medicación, utilizando un protocolo de irrigación en tres modalidades: instrumentación manual sin activación de irrigante, irrigación con activación sónica, e irrigación con activación ultrasónica de irrigantes.

Metodología: 54 dientes unirradiculados con conducto recto fueron instrumentados manualmente con limas K y montados en un armazón de silicona. Luego fueron cortados longitudinalmente en sentido bucolingual y reposicionados en el troquel. Las muestras fueron rellenas con una pasta de hidróxido de Calcio y almacenadas en un ambiente oral simulado por 7 días. Se dividieron aleatoriamente en 3 grupos. En **G1** se utilizó un protocolo de irrigación manual sin activación de irrigante; en **G2** se utilizó el mismo protocolo anterior, activando el EDTA y luego el NaOCl con un dispositivo sónico; en **G3** se utilizó nuevamente el mismo protocolo, pero activando los irrigantes con un dispositivo ultrasónico. Las muestras fueron fotografiadas y procesadas de forma digital mediante el software libre Image-J analizando el área total del conducto y luego por tercios. Los datos obtenidos fueron contrastados mediante prueba ANOVA y test estadístico de Scheffé.

Resultados:

Diferencias estadísticamente significativas en remoción de medicación del tercio apical de G3 sólo respecto a G2. G3 con diferencias estadísticas en tercio medio respecto a G1 y G2. G3 con diferencias estadísticas en total del conducto respecto a G1 y G2

Conclusiones:

Grupo Ultrasónico mostró mayor capacidad de remoción de medicación respecto a grupos manual y sónico. Ningún método logró la completa remoción de la medicación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

4.1-. Primarias

Ahmad, M., (1987). Ultrasonic Debridement of Root Canals: An Insight into the Mechanisms Involved. *Journal of Endodontics*. 13 (3), pp.93-101

Balvedi, R.P.A, (2010). A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *International Endodontic Journal*. 43 (), pp.763-768

de Gregorio, C., (2009). Effect of EDTA, Sonic, and Ultrasonic Activation on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals: An in Vitro Study. *Journal of Endodontics*. 35 (), pp.891-895

Desai, P, (2009). Comparative Safety of Various Intracanal Irrigation Systems. *Journal of Endodontics*. 35 (4), pp.545-549

Fava, L.R.G, (1999). Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *International Endodontic Journal*. 32 (), pp.257-282

Kenee, D.M, (2006). A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *Journal of Endodontics*. 32 (), pp.563-565

Klyn, S.L, (2010). In Vitro Comparisons of Debris Removal of the EndoActivator System, the F file, Ultrasonic Irrigation, and NaOCl Irrigation Alone after Hand-Rotatory Instrumentation in Human Mandibular Molars. *Journal of Endodontics*. 36 (8), pp.1367-1371

Lambrianidis, T, (1999). Removal Efficiency of Calcium Hydroxide Dressing from the Root Canal. *Journal of Endodontics*. 25 (2), pp.85-88

Lambrianidis, T, (2006). Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medicaments from the root canal. *International Endodontic Journal*. 39 (), pp.55-61

Maalouf, L, (2013). Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal without chemically active adjuvant. *The journal of contemporary dental practice*. 14 (2), pp.188-192

Motocy de Oliveira, E.P, (2011). Comparative analysis of two methods for the removal of calcium hydroxide from the root canal. *Endodontic Practice*. 4 (), pp.16-18

Nainan, M.T, (2013). Comparison of the efficacy of ethylene diamine tetraacetic acid and maleic acid in the removal of three calcium hydroxide intra-canal dressings: A spiral computerized tomography volumetric analysis. *Journal of conservative dentistry*. 16 (1), pp.56-60

Nandini, S, (2006). Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: Volumetric analysis using spiral ct, an in vitro study. *Journal of Endodontics*. 32 (), pp.1097-1101

Pasqualini, D., (2010). Comparative Evaluation of the Antimicrobial Efficacy of a 5% Sodium Hypochlorite Subsonic-activated Solution. *Journal of Endodontics*. 8 (8), pp.1358-1360

Plotino, G. , (2007). Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. *Journal of Endodontics*. 33 (2), pp.81-95

Pó Cirillo, E, (2013). Métodos de Remoção do hidróxido de cálcio dos canais radiculares. *Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas Regional Santo André*. (), pp.

Rodig, T, (2011). Comparison of ultrasonic irrigation and RinsEndo for the removal of calcium hydroxide and Ledermix paste from root canals. *International Endodontic Journal*. 44 (), pp.1155-1161

Sabins, R.A, (2003). A Comparison of the Cleaning Efficacy of Short-Term Sonic and Ultrasonic Passive Irrigation after Hand Instrumentation in Molar Root Canals. *Journal of Endodontics*. 29 (10), pp.674-678

Tasdemir, T (2011). Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *International Endodontic Journal*. 44 (), pp.505-509

Van der Sluis, L.W.M. (2007). The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *International Endodontic Journal*. 40 (), pp.52-57

4.2-. Secundarias:

Bolhari, B, (2012). The effect of calcium hydroxyde on the bond strength of resilon/epiphany self-etch and assessment of calcium hydroxide removal techniques: An ex-vivo study. *journal of dentistry*. 9 (), pp.150-155

Gorduysus, M, (2012). Effectiveness of a new canal brushing technique in removing calcium hydroxide from the root canal system. A scanning electron microscope study. *Journal of conservative dentistry*. 15 (4), pp.367-371

Guerisoli, D.M.Z, (2002). Evaluation of Smear layer removal by EDTAC and solium hypochlorite with ultrasonic agitation. *International Endodontic Journal*. 35 (), pp.418-421

Kim, S.K & Kim, Y.O, (2002). Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *International Endodontic Journal*. 35 (), pp.623-628

Kokkas A. B., (2004). The influence of the Smear Layer on Dentinal Tubule Penetration Depth by Three Different Root Canal Sealers. *Journal of Endodontics*. 30 (2), pp.100-102

Margaelos, J. , (1997). Interaction of Calcium Hydroxide with Zinc Oxide-Eugenol Type Sealers: A Potential Clinical Problem . *Journal of Endodontics*. 23 (1), pp.43-48

Nandini, S, (2006). Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: Volumetric analysis using spiral ct, an in vitro study. *Journal of Endodontics*. 32 (1097), pp.1101

Porkaew P., (1990). Effects of Calcium Hydroxide Paste as an Intracanal Medicament on Apical Seal. *Journal of Endodontics*. 16 (8), pp.369-374

Semra, Ç., (1999). Dentinal Tubule Penetration of Root Canal Sealers after Root Canal Dressing With Calcium Hydroxide. *Journal of Endodontics*. 25 (6), pp.431-433

ANEXO 1; PRUEBA PILOTO

Procedimientos de Preparación de la Muestra

Con el fin de limitar el sesgo por inexperiencia, los operadores van a practicar las etapas de la metodología, en un único grupo de 10 dientes, que cumplen los criterios de inclusión y exclusión.

Un único operador realizara la preparación biomecánica de los canales radiculares, el llenado de los conductos radiculares y la remoción con técnica manual de la medicación intraconducto.

Apertura, Localización de conductos y Determinación de la Longitud de trabajo.

La apertura endodóntica en los especímenes de estudio, será triangular de base incisal y vértice cervical para incisivos y oval para caninos, se inicia en esmalte con fresa de diamante redonda N° 10 en alta velocidad en dirección perpendicular a la corona del diente. Al llegar a dentina se cambia a una fresa carbide cilíndrica N° 10 en baja velocidad y en posición paralela al eje axial del diente hasta conseguir perforar el techo de la cámara.

Luego de realizada la perforación del techo cameral con instrumento lima K n° 15 se realiza la ubicación del conducto radicular. De manera simultánea se realizan irrigaciones periódicas en forma profusa con NaOCl 5,25%.

Posteriormente se realiza la extirpación de los restos pulpaes, con extractores de color amarillo y rojo. Para la eliminación del techo cameral se utiliza, además fresa EndoZ con baja velocidad.

La determinación de la longitud de trabajo, se realiza introduciendo un instrumento Lima K n°10 hasta lograr observar la punta del instrumento a nivel del foramen apical, longitud a la cual se resta 1 mm estableciéndose esa medida como longitud de trabajo. Dejándose registrada la correspondiente longitud de cada espécimen según su numero.

Montaje, Preparación Biomecánica y medicación intracanal.

Los especímenes se montaran en cubos de acrílico marche rosado de 2 x 2 x 2,5 cm correspondiente a un duplicado de contenedor plástico. Previo al montaje las raíces de los dientes se cubrirán con cera rosada para aislarlos y facilitar el retiro desde el acrílico una vez que haya polimerizado. Cada cubo deberá ser rotulado con el número correspondiente al diente. El cubo permitirá realizar la preparación biomecánica correspondiente a la longitud de trabajo establecida previamente y prevenir el escurrimiento de la solución irrigante por el foramen apical.

Para la preparación biomecánica, se utilizara la técnica de Stepback para el tercio apical, y la técnica de Crowndown para los dos tercios coronales, según se detalla a continuación:

- 1-. Apertura Cameral
- 2-. Localización de los conductos
- 3-. Acceso radicular. Con fresas Gates Glidden #1,3,2 y 1. Calibradas a 2/3 de la longitud de trabajo. Intercalando en la secuencia de las fresas, recapitulación con lima K n°10 e irrigación con 1 ml de NaOCl 5,25%.
- 4-. 1/3 apical. Se instrumentara el conducto en forma secuencial desde la lima K n°20 hasta conseguir la lima apical maestra. Intercalando previo a la inserción de cada lima irrigación con 1 ml de NaOCl 5,25%.
- 5-. Se realiza el Flaring con la lima apical maestra, se irriga con 5 ml de solución salina y se seca el conducto con conos de papel.

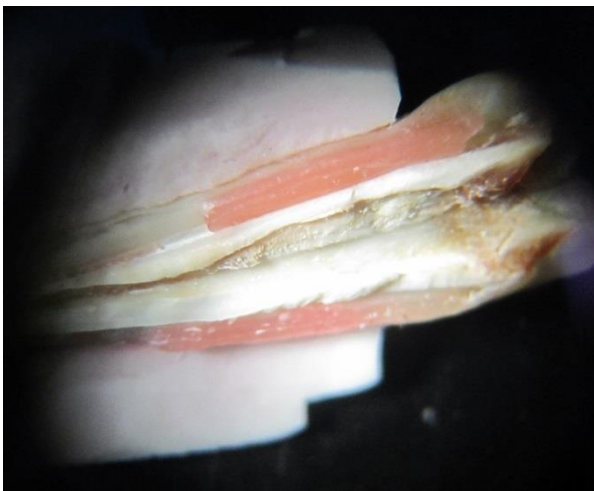
Concluida la PBM los conductos se llenan con la medicación intracanal con el uso de un léntulo espiral hasta verificar la salida del material por el ápice del diente. La medicación intracanal se prepara mezclado hidróxido de calcio puro con solución salina (1:1,5 L/P) hasta conseguir una consistencia pastosa.

Una vez realizada la medicación del conducto se coloca una mota de algodón en la entrada del conducto y se sellan las cavidades de acceso con IRM.

Medición del grado de remoción del hidróxido de calcio.



Luego de realizado el montaje los especímenes de muestra serán separados en mitades en sentido vestibulo/lingual, para lo cual se marcara una ranura que abarque toda la raíz en la dirección antes señalada, con el uso de un disco-diamantando en un pieza de mano, sin llegar al canal radicular. Luego con presión y acción de palanca se separaran las mitades usando una espátula de cemento.



Tras este procedimiento las hemisecciones son reensambladas, usando el plano de clivaje que se genera tras la fuerza de palanca aplicada para separarlas y la ranura producida por el disco diamantado se sella con cera rosada.

De esta manera los especímenes vuelven a ser reposicionados en los contenedores previamente descritos, asegurándose estabilidad e integridad del canal radicular.



Las mitades serán fotografiadas usando una cámara Canon Sd3500is bajo las siguientes especificaciones; 14,1 megapíxeles, Ajuste 1:1, macro activado, sin flash, condiciones de iluminación estándar, almacenadas en formato TIFF (sin compresión).

Los 10 especímenes se incuban durante 7 días a 37° con una humedad de 100%. Simulando las condiciones intraorales que sufre el material cuando es utilizado como medicación intracanal en el desarrollo del tratamiento de endodoncia.

Concluido el periodo antes señalado, se retira el hidróxido de calcio del canal radicular según se detalla a continuación:

Remoción de la pasta de hidróxido de Calcio

La irrigación se realizará con jeringas de 5ml y agujas calibre G27 a Longitud de trabajo menos 2 mm

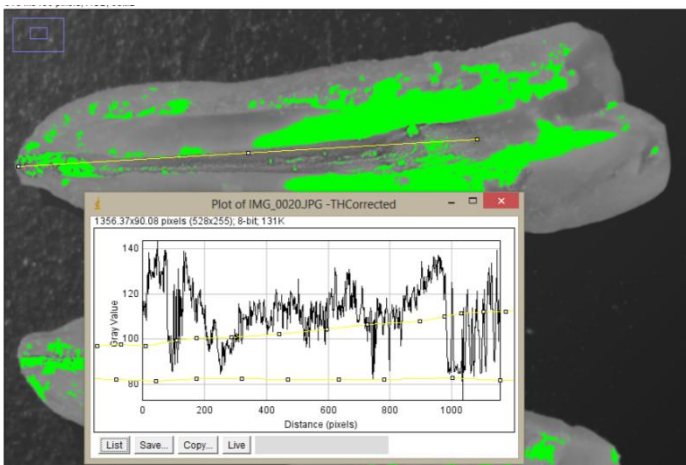
Se detalla a continuación la secuencia de irrigación a utilizar:

Protocolo irrigación manual:

- Retiro obturación con fresa redonda de carbide y retiro de la mota de algodón.

- Instrumentación del conducto y retiro de la medicación con la lima maestra apical a longitud de trabajo e irrigación con 10 ml de NaOCl al 5,25% con flujo constante y sin aplicar demasiada presión.
- Aplicación de lima MAF
- Irrigación con 5 ml de EDTA al 17%
- Aplicación de lima de MAF
- Irrigación con 5 ml de NaOCl al 5,25%
- Aplicación de lima de MAF
- Irrigación final con 10 ml de solución salina y secado del conducto con conos de papel

Retirado el hidróxido de calcio de los especímenes de muestra, se procede a realizar las mediciones, a las hemisecciones obtenidas al desmontar el espécimen del contenedor y separar las partes antes reposicionadas. Las fotografías de las secciones serán importadas al programa ImageJ. Los resultados en la remoción del hidróxido de calcio serán cuantificados como porcentaje. Dividiendo los pixeles ocupados por hidróxido de calcio por el total de pixeles representados por el total del área del canal. Porcentaje área obtenido con función Threshold (TS).

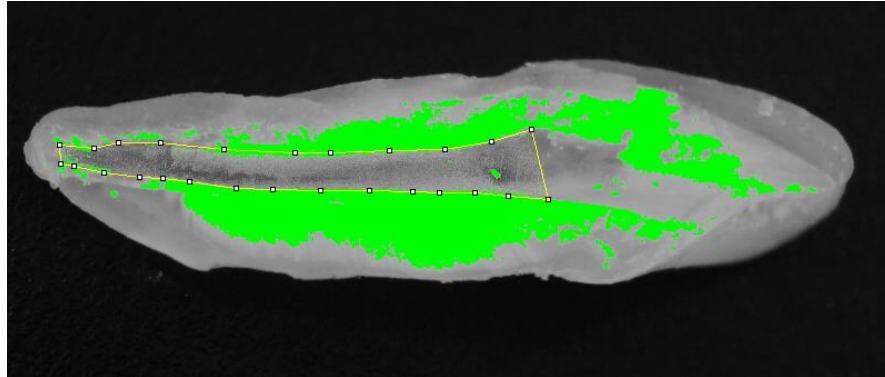


Especimen 1	23 %
Especimen 2	55,467 %
Especimen 3	42,507 %
Especimen 4	40,157 %
Especimen 5	43,6 %
Especimen 6	40,2 %
Especimen 7	56,676 %
Especimen 8	22,835 %
Especimen 9	45 %
Especimen 10	44,5 %

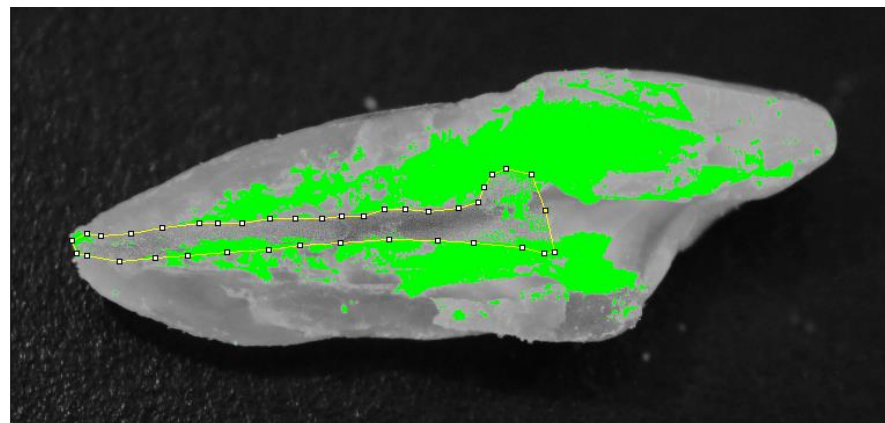
ANEXO 2; DETALLE MEDICIONES

Grupo 1. Instrumentación Manual

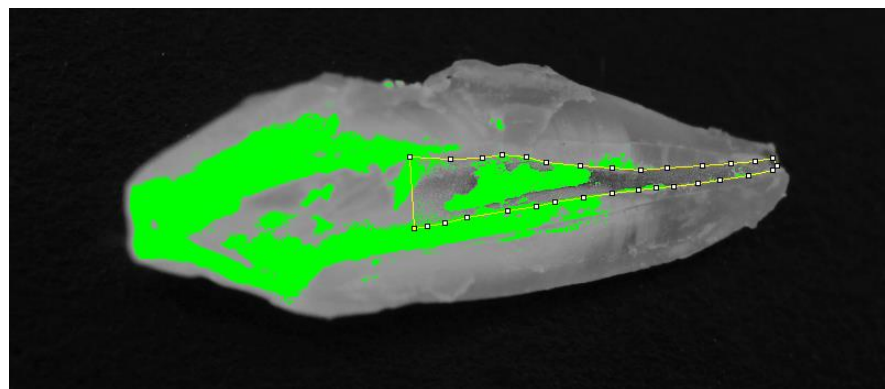
Mínimo: 7,15%



Media: 20,18%

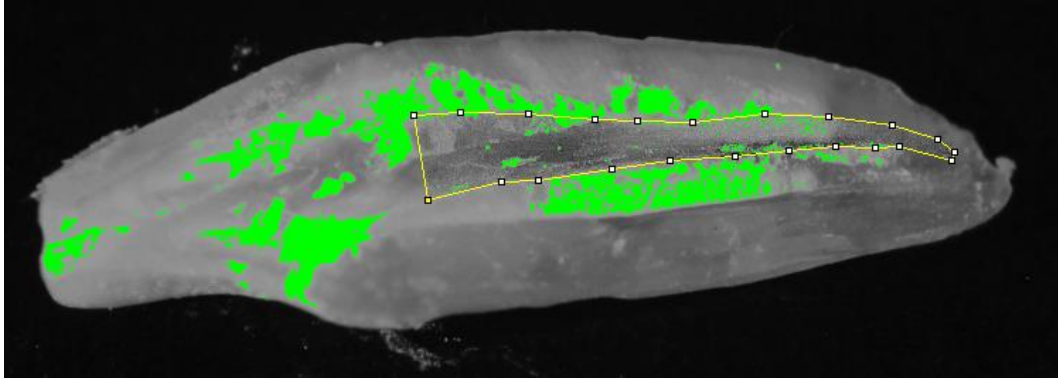


Máximo: 41,74%

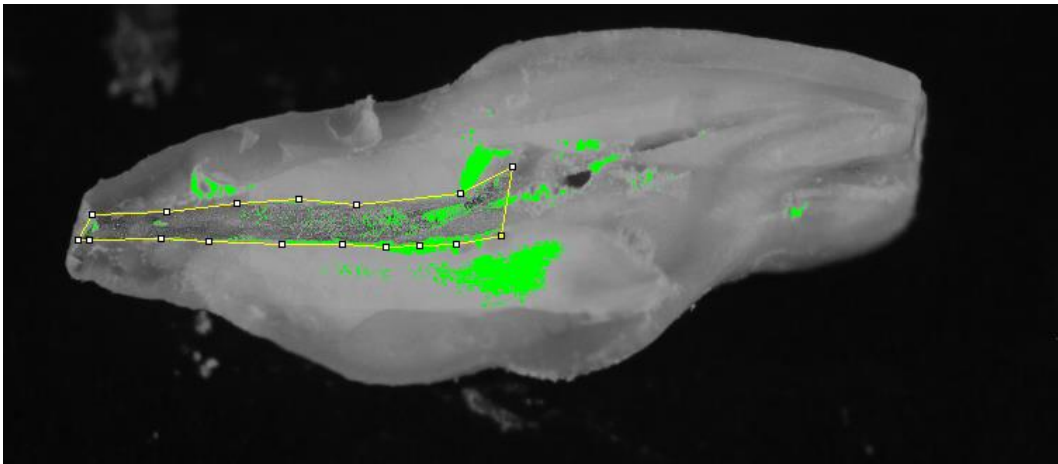


Grupo 2. Activación Sónica de los Irrigantes

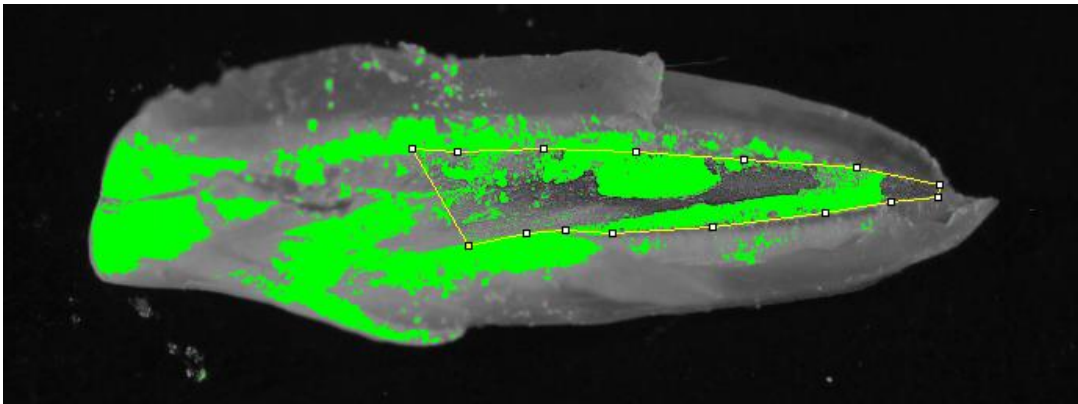
Mínimo: 5.82%



Media: 20,15%

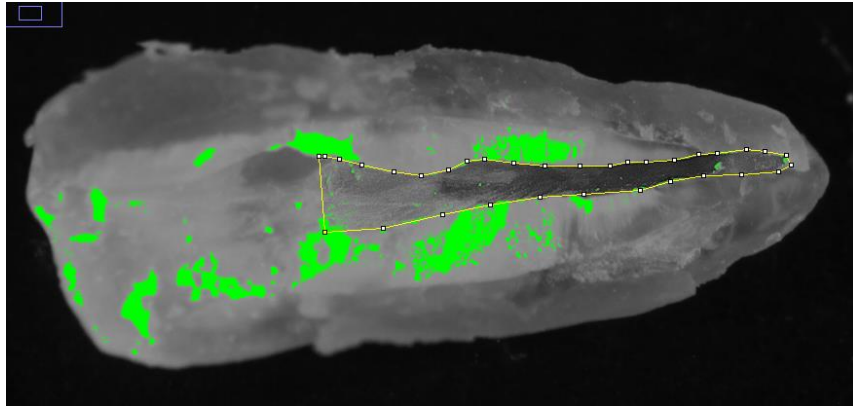


Máximo: 42,03%

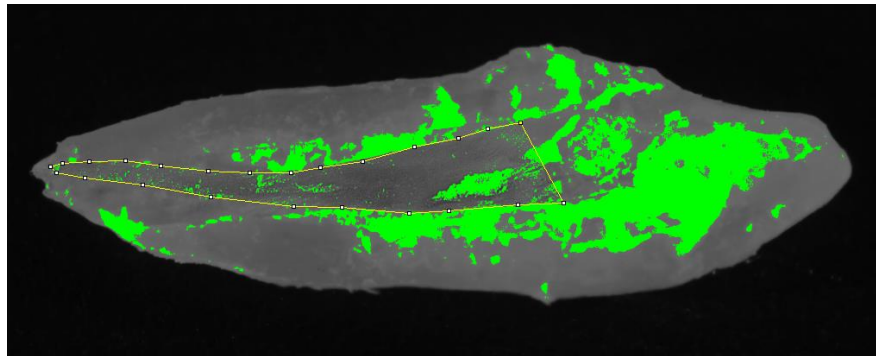


Grupo 3

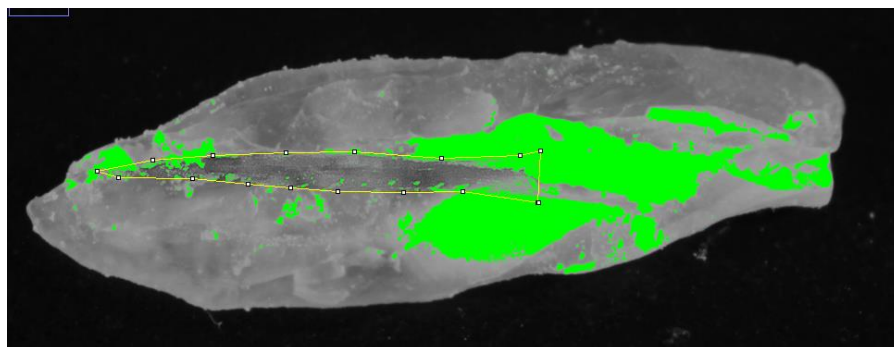
Mínimo: 2,74%



Media: 10,96%



Máximo: 17,28%



ANEXO 3; AUTORIZACION COMITÉ BIOSEGURIDAD

Valparaíso, 28 octubre de 2013

Doctora

María Soledad Lopetegui

Comité de Bioseguridad

Estimada doctora Lopetegui:

Me dirijo a usted en representación del grupo que se encuentra desarrollando la tesis “Análisis comparativo de tres métodos de remoción del hidróxido de calcio como medicación intraconducto” tesis N° 12.

El motivo de la presente es gestionar los permisos de vuestro comité para la realización de la etapa experimental del proceso.

El trabajo es un estudio in vitro, que se realizará en dientes extraídos. Estos se van a recolectar en consultorios donde profesionales amigos los almacenaran en depósitos herméticos en solución salina.

La manipulación de las muestras una vez terminada la recolección, se realizara en las clínicas de la universidad, y consiste en preparación de la muestra, instrumentación endodóntica, relleno con medicación, retiro de la medicación para finalizar con el corte en mitades y registros fotográficos de los mismos.

La eliminación de la muestras será realizada según protocolo a determinar por el comité al cual se envía la presente

Atentamente

Fernando Figueroa - Christian Maluenda, Grupo de tesis N°12

ANEXO 4: TABLA DE RESULTADOS

ANEXO 5; DURACION DEL ESTUDIO

ANEXO 6; FLUJOGRAMA MANEJO DE MUESTRA