



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO CUEPI
ESPECIALIDAD DE ENDODONCIA.

TESIS

**EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA REMOCIÓN DE LA
MEDICACIÓN INTRACONDUCTO CON DOS
PROTOCOLOS DE LIMPIEZA**

PRESENTA:

C.D. DAIZIRY DAYANARA MUÑOZ GUTIÉRREZ

Para obtener el grado de:

Especialista en Endodoncia

**ASESOR DE TESIS: C.D.E.E. Fernando Fernández Treviño
M.C. Héctor Ruíz Reyes**

**ASESORES EXTERNOS: C.D.E.E. Diana Ened Rodríguez Zaragoza
C.D.E.E. Paola Pérez Negrón Pérez**

MORELIA, MICHOACÁN
MARZO
2013



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO CUEPI
ESPECIALIDAD DE ENDODONCIA.

TESIS

**EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA REMOCIÓN DE LA
MEDICACIÓN INTRACONDUCTO CON DOS
PROTOCOLOS DE LIMPIEZA**

PRESENTA:

C.D. DAIZIRY DAYANARA MUÑOZ GUTIÉRREZ

Para obtener el grado de:

Especialista en Endodoncia

**ASESOR DE TESIS: C.D.E.E. Fernando Fernández Treviño
M.C. Héctor Ruíz Reyes**

**ASESORES EXTERNOS: C.D.E.E. Diana Ened Rodríguez Zaragoza
C.D.E.E. Paola Pérez Negrón Pérez**

MORELIA, MICHOACÁN
MARZO
2013

ÍNDICE GENERAL

| | PÁGINA |
|---------------------------------------|-----------|
| DEDICATORIA | 5 |
| AGRADECIMIENTOS | 6 |
| RESUMEN | 11 |
| 1. INTRODUCCIÓN. | 13 |
| 2. ANTECEDENTES GENERALES. | 16 |
| 2.1 FLORA MICROBIANA. | 16 |
| 2.2 HIDRÓXIDO DE CALCIO. | 19 |
| 2.3 YODOFORMO. | 23 |
| 2.4 VEHICULO. | 25 |
| 2.5 HIPOCLORITO DE SODIO. | 28 |
| 2.6 ULTRASONIDO. | 30 |
| 3. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS. | 36 |
| 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. | 41 |
| 4.1 Pregunta de investigación | 42 |
| 5. JUSTIFICACIÓN. | 43 |
| 6. HIPÓTESIS. | 45 |
| 6.1 Hipótesis de trabajo | 45 |
| 7. OBJETIVOS. | |
| 7.1 Objetivo general. | 46 |
| 7.2 Objetivos específicos. | 46 |

| | |
|---|-----------|
| 8. MATERIAL Y MÉTODOS. | 47 |
| 8.1 Características del universo de estudio. | 47 |
| 8.2 Clasificación del estudio. | 47 |
| 8.3 Criterios de inclusión. | 47 |
| 8.4 Criterios de no inclusión. | 48 |
| 8.5 Criterios de exclusión. | 48 |
| 8.6 Almacenamiento de las muestras. | 48 |
| 8.7 Metodología. | 49 |
| 9. RESULTADOS | 61 |
| 9.1 Fotografías tomadas con el Microscopio Electrónico De Barrido. | 61 |
| 9.2 Tablas de resultados. | 71 |
| 10. DISCUSIÓN. | 74 |
| 11. CONCLUSIONES. | 76 |
| 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. | 77 |
| 13. ANEXOS. | 87 |
| 13.1 Encuesta para conocer el uso de la medicación intraconducto entre especialistas en Endodoncia de diferentes ciudades del País. | 87 |
| 13.2 Hoja de Evaluación del Microscopio Electrónico de Barrido. | 88 |

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

*SILVIA Y JORGE:
POR DEJARME LA HERENCIA MÁS NOBLE POSIBLE,
EDUCACIÓN*

A MI HIJO:

*OBED:
POR QUIEN CADA DIA TIENE SENTIDO,
EL TESTIGO SILENCIOSO DE MIS LUCHAS COTIDIANAS
EN BUSCA DE UN MEJOR FUTURO,
A ÉL, MI ESPERANZA, MI ALEGRIA, MI VIDA, Y LA
CULMINACIÓN DE ESTE TRABAJO Y DE LO QUE
REPRESENTA*

AGRADECIMIENTOS

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas teniendo la paciencia, dedicando tiempo, opinando, leyendo, corrigiendo, dándome ánimo, acompañándome en los momentos de desesperación, crisis y de felicidad.

A Dios, por darme la vida acompañándome siempre en todo momento de dificultad, siendo mi fortaleza en los momentos de debilidad, regalándome una vida llena de aprendizajes y experiencias. Gracias Diosito por permitirme terminar satisfactoriamente mis estudios y por cuidar de mi familia en mis horas de ausencia.

A mi hijo OBED; eres y serás mi mejor amigo, el mejor apoyo, el más grande impulso para finalizar esta meta, porque estuviste cada día a mi lado, jugando en la clínica, escuchando mis clases, opinando en esta tesis, escuchando una y mil veces cada lección aprendida, porque disfrutaste y sufriste cada triunfo, cada fracaso en este camino. Quien me demuestra que vale la pena vivir así como intentar mejorar cada día y por la satisfacción que me genera recordar el compromiso que tengo contigo para avanzar y salir adelante. Gracias mi amor por tu paciencia, comprensión y amor incondicional, espero que este logro lo sientas como propio y te sirva de estímulo en la vida.

A mis padres, como un testimonio de cariño y eterno agradecimiento por mi existencia, porque no existen palabras que puedan expresar su amor incondicional, dándome un hogar en el que prevaleció el amor y el respeto, por los valores inculcados, por darme la mejor educación a lo largo de mi vida siendo un ejemplo de vida profesional a seguir. Porque sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y porque nunca podré pagar todos sus

desvelos, ni aún con las riquezas más grandes del mundo. Por lo que soy y por todo el tiempo que les robé pensando en mí.

A mis hermanos, por ser parte de mi vida y representar la unión familiar siendo los pilares de mi familia; a Miullin por ser un ejemplo de desarrollo profesional y a Jorge por llenar mi vida de alegría; ambos por llenar mi vida de amor, porque en su compañía las cosas malas se convierten en buenas, la tristeza se transforma en alegría y la soledad no existe.

Al C.D.E.E. Fernando Fernández Treviño por la orientación y ayuda que me brindó para la realización de esta tesis; por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto, por que cual velita encendida se fue consumiendo a sí mismo para darnos la luz de su conocimiento, gracias por su paciencia, simpatía, comprensión, y recuerde que lo que usted ha sembrado durante estos años, pronto dará sus más exquisitos frutos.

A la C.D.E.E. Adriana Lucia Arenas Pérez, muchas gracias por su apoyo incondicional en el momento en el que puse en duda todo usted tuvo la paciencia de escucharme y guiarme no solo a nivel profesional sino también en el personal, agradezco los conocimientos transmitidos, el estímulo, la confianza y disponibilidad, intentando formar una profesional y un ser humano de excelencia; hoy puede ver el primer fruto de muchos otros que vendrán, a usted mi más grande respeto, admiración, la llevaré en mis recuerdos y en el corazón.

Al M.C. Héctor Ruíz Reyes, los sabios consejos de quien ha venido guiando desde hace algunos años mi formación no solamente académica, sino como persona, sin lugar a duda me han dado lugar a ver en la investigación esa combinación de complejidad y sencillez que a la vez se presenta. De gran aprendizaje resultó para mí que la realización de esta Tesis no haya tenido

resultados inmediatos; muy por el contrario, en ocasiones no encontraba la llave mágica que abre las puertas hacia el camino de las soluciones. Gracias por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona y profesionalista.

Al C.D.E.E. Martín Alberto Loeza Ramírez, gracias por sus consejos, sus clases, su paciencia, su amistad como persona, su apoyo y sugerencias para mi formación. Por compartir con nosotros desinteresadamente sus amplios conocimientos y experiencia, por tener la paciencia ante mis dudas de novata, que Dios le dé la sabiduría necesaria para continuar en tan loable misión.

A la C.D.E.E. Paola Pérez Negrón Pérez, gracias por los sabios consejos con los que me vino guiando desde que inicio conmigo este proyecto hoy culminado, ya que con usted lo iniciamos siendo un gran apoyo, gracias por todas las enseñanzas otorgadas, cariño y confianza depositada en mi persona durante mi estancia dentro del posgrado.

A la C.D.E.E. Diana Ened Rodríguez Zaragoza, gracias ya que sin ti esto no hubiera sido posible, solo palabras de agradecimiento, admiración y cariño. Gracias por todo tu apoyo, empeño, amistad, la gran paciencia, dedicación y entrega en este difícil pero divertido proyecto por compartir tus conocimientos, este proyecto que también es tuyo. Buen viaje amiga...

A los Doctores, Adrian Saldaña, Luis Pantoja, Papik Duran, Ana Luisa Campos †, Jaime, Leticia Ruíz, Héctor Padilla, Verónica Leaños, Raziél, por el apoyo brindado a lo largo del posgrado, por su tiempo y por los conocimientos que me transmitieron.

A mi familia por elección, **Rocío** mi comadrita, **Migue, Yuri y Claudia** quienes han estado a mi lado apoyándome, impulsándome, aguantándome y queriéndome por

sobre todas las cosas, que han estado conmigo viviendo día a día este proyecto de vida hoy finalizado. Gracias por estar en las buenas, en las malas y en las imposibles, por estar incondicionalmente conmigo y permitirme ser parte de sus vidas.

A Rafa, gracias por estar conmigo en este proyecto impulsándome a ser mejor cada día, a no perder la ilusión, apoyándome, ayudándome, escuchando cada día la misma platica, tratando de mantenerme de buen humor, soportando mis ratos de crisis e histeria, mostrando interés en cada uno de mis proyectos. Por no dejarme caer y levantarme cada vez que ha sido necesario. Gracias por tu amor incondicional y siempre estar conmigo y para mí.

A mis compañeros y amigos Beny, Arely, Berthiux, Alex, Marco, Amado y George; por la experiencia de vida que compartimos; por cada día y lo que cada uno dejo en mi; amistades entrañables, grandes recuerdos, divertidos viajes, conocimientos compartidos, momentos inolvidables.

Al C.D.E.E. Alejandro Mondragón Montaña por el gran apoyo otorgado desde el inicio de este proyecto, mi agradecimiento, respeto y admiración. Gracias por todo. Al personal administrativo del CUEPI Bety, Chilo, Almita, Martita, Mau a todos muchas gracias por los momentos compartidos durante mi estancia en la Institución.

A la Instituto de Metalurgia de la U.M.S.N.H. y a todo su personal por las facilidades brindadas para la realización de esta Tesis.

“El agradecimiento es la memoria del corazón” (Lao-Tse)

“Lo importante en la vida no es el triunfo sino la lucha. Lo esencial no es haber vencido, sino haber luchado bien.”

(Barón Pierre de Coubertin).

RESUMEN

Introducción: La limpieza y conformación del sistema de los conductos son esenciales durante el tratamiento de endodoncia. En ocasiones la acción mecánica de los instrumentos no hace posible llegar a todas las áreas de éstos conductos debido a su complejidad anatómica (*Khabiri, 2007*). La preparación biomecánica y el uso de sustancias químicas como irrigantes no siempre son efectivos para eliminar los microorganismos presentes en el conducto radicular. La eliminación de estos microorganismos es de gran importancia ya que presentan un rol importante para la manifestación de enfermedades pulpares y periapicales. Por ello, es necesario el uso de la medicación intraconducto (*Meltem, 2006*); estudios sobre la acción antimicrobiana y la inducción de la reparación de tejidos por medicación intraconducto han demostrado al Hidróxido de Calcio Ca(OH)_2 como la mejor opción (*Estrela, 2001*).

El mecanismo de acción del Ca(OH)_2 es la inhibición de las enzimas bacterianas que causan un efecto antimicrobiano. Su elevado pH de 12.4 inhibe la actividad de las enzimas: metabolismo, crecimiento y división celular (*Seltzer, 1987; Walton, 1991; Canalda, 2001*), altera la integridad de la membrana citoplasmática así como la inhibición de la actividad osteoclástica (*Estrela, 2001; Kenee, 2006*). Los remanentes del Ca(OH)_2 pueden provocar una penetración bacteriana en los túbulos dentinarios debido a la reducción en el sellado apical, su disolución con diversos fluidos puede influenciar en la filtración de microorganismos al conducto por la falta de sellado apical.

Objetivo: Comparar si el protocolo de limpieza mediante el empleo de una aguja de irrigación activada con ultrasonido se presenta como una mejor opción de remoción del Ca(OH)_2 como medicación intraconducto con respecto al protocolo de limpieza a través de una lima manual activada con ultrasonido.

Materiales y Métodos: Cincuenta premolares humanos extraídos fueron instrumentados con el sistema rotatorio Protaper a un diámetro 40 a 1mm de la longitud total, fueron divididos en grupos A, B, C, D. los grupos A y B constaron de 20 muestras para ser evaluadas; los grupos C y D con 5 muestras cada uno fueron

grupos de control positivo y negativo. Cada muestra fue seccionada longitudinalmente a lo largo del conducto instrumentado. En los grupos A, B y C se obturaron los conductos radiculares con Vitapex (Neo Dental International Inc.), la aguja se introdujo a 3 mm. de la longitud total del conducto y se colocó el $\text{Ca}(\text{OH})_2$, verificando radiográficamente que el conducto estuviera completamente obturado. Finalmente se colocó una torunda de algodón y una obturación temporal en la entrada del conducto. Las piezas fueron conservadas durante una semana al 100% de humedad a temperatura ambiente. Se procedió a realizar los protocolos de limpieza, en el **grupo A** se empleó el protocolo de limpieza con una lima manual activada con ultrasonido, y en el **grupo B** se empleó el protocolo de limpieza con una aguja activada con ultrasonido. El análisis de las muestras se hizo mediante el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) obteniendo imágenes a magnificaciones de 1000X en la zona media del tercio apical.

Resultados: Ningún protocolo de limpieza removi6 completamente la medicaci6n intraconducto, sin embargo el protocolo de limpieza con aguja de irrigaci6n activada con ultrasonido fue m6s eficaz en la remoci6n de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como medicamento intraconducto obteniendo un 6ndice de 2.32 ± 0.54 seg6n la escala de Rome ($P < 0.05$).

Conclusiones: La remoci6n de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es m6s eficaz con el protocolo de limpieza con una aguja de irrigaci6n activada con ultrasonido, respecto al protocolo de limpieza con lima manual activada con ultrasonido.

1. INTRODUCCIÓN.

La limpieza y conformación del sistema de conductos durante el tratamiento de endodoncia. Desafortunadamente, la acción mecánica de los instrumentos no es suficiente ya que no alcanzan a tocar todas las áreas del conducto debido a su complejidad anatómica (*Khabiri, 2007*). El control de microorganismos es de vital importancia ya que estos son los principales causantes de las enfermedades pulpares y periapicales. La preocupación por los efectos de la infección y en tejidos periodontales posteriores a una patología pulpar ha impulsado la investigación para mejorar la eficiencia de los agentes terapéuticos. La preparación biomecánica y el uso de sustancias químicas como irrigantes no siempre son efectivos para eliminar los microorganismos presentes en el conducto radicular. Por ello, se hace necesario el uso de la medicación intraconducto (*Meltem, 2006*); estudios sobre la acción antimicrobiana y la inducción de la reparación de tejidos por medicación intraconducto han demostrado al Hidróxido de Calcio Ca(OH)_2 como la mejor opción (*Estrela, 2001*).

El uso del Ca(OH)_2 en endodoncia fue introducido por *Hermann* en 1920, esta sustancia no puede ser considerada como un antiséptico convencional, pero tiene un efecto destructivo en las bacterias que se encuentran dentro del conducto radicular. El producto ha sido utilizado en endodoncia en los últimos años, está documentado el valor del Ca(OH)_2 en el tratamiento endodóntico de dientes infectados necróticos por sus propiedades (*Cohen, 1999*). El mecanismo de acción del Ca(OH)_2 es la inhibición de las enzimas bacterianas que causan un efecto antimicrobiano y activación de las enzimas de los tejidos dentarios como la fosfatasa alcalina, lo que propicia un efecto remineralizante. Su elevado pH de 12.4 inhibe la actividad de las enzimas: metabolismo, crecimiento y división celular (*Seltzer, 1987; Walton, 1991; Canalda, 2001*). La influencia del pH altera la integridad de la membrana citoplasmática mediante la interrupción de sus componentes orgánicos (proteínas, fosfolípidos) y el transporte de nutrientes, así como la inhibición de la actividad osteoclástica (*Estrela, 2001; Kenée, 2006*).

Para seleccionar una adecuada medicación intraconducto es necesario conocer las propiedades antimicrobianas de las pastas de Ca(OH)_2 mezcladas con distintos vehículos que puedan mostrar eficacia en la eliminación de microorganismos (*Meltem, 2006*). Distintos vehículos se han agregado al Ca(OH)_2 en un intento de aumentar su actividad antimicrobiana, biocompatibilidad, disociación iónica y difusión. Un factor de controversia en cuanto a la elección del vehículo es la comparación del efecto antimicrobiano del Ca(OH)_2 asociado con los vehículos hidrosolubles y vehículos oleosos (*Estrela, 2001*). Los meritos del Ca(OH)_2 ya mencionadas, no solo concierne a su eficacia sino también a la posibilidad que tiene al ser la posible causa de filtraciones en el sistema de conductos después de su aplicación. La remoción del Ca(OH)_2 antes de la obturación final es usualmente acompañada de una irrigación copiosa e instrumentación manual (*Lambrianidis, 1999; Lambrianidis, 2006; Kenee, 2006*). Diversas sustancias irrigantes han sido usadas con una variación de resultados, se ha reportado que el Hipoclorito de Sodio (NaOCl), EDTA, solución salina y combinación de ellas ha dado un alto índice de eficacia en la remoción del Ca(OH)_2 , sin embargo estudios revelan que la remoción completa del Ca(OH)_2 es difícil, esto por diversos factores como la curvatura del conducto, tipo de irrigante usado y la profundidad de penetración de este. La instrumentación ultrasónica del conducto ha sido generalmente efectiva en la remoción de residuos pulpares y debris que se encuentran en el conducto e istmos (*Lambrianidis, 1999; Sluis, 2006; Kenee, 2006*). La irrigación ultrasónica se basa en que el ultrasonido produce una cavitación, un efecto sinérgico y una microcorriente acústica generando así calor y un movimiento oscilatorio dentro del conducto instrumentado. Este sistema ha demostrado que la eliminación de tejido del conducto e istmos es significativamente mejor que si solo se hace la instrumentación manual y rotatoria (*Kenee, 2006; Sluis, 2006, Sluis, 2007; Burlison, 2007*).

Los remanentes del Ca(OH)_2 pueden provocar una penetración bacteriana en los túbulos dentinarios debido a la reducción en el sellado apical, su disolución con

diversos fluidos puede influenciar en la filtración de microorganismos al conducto por la falta de sellado apical. Sin embargo esto no ha podido ser demostrado, y teniendo presente que la pasta de Ca(OH)_2 empacada en el tercio apical del conducto no pueden ser removidas únicamente con limas o irrigación, podemos evaluar esta situación teniendo una irrigación e instrumentación controlada (*Sluis, 2007*).

El propósito del presente estudio de investigación es comparar si el protocolo de limpieza mediante el empleo de una aguja de irrigación activada con ultrasonido se presenta como una mejor opción de remoción del Ca(OH)_2 como medicación intraconducto con respecto al protocolo de limpieza a través de una lima manual activada con ultrasonido.

2. ANTECEDENTES GENERALES.

2.1 FLORA MICROBIANA INTRACONDUCTO.

El tipo y la mezcla de la flora microbiana se desarrollan según el ambiente que la rodea. Factores que influyen en la muerte o la supervivencia de las especies depende de la nutrición, anaerobiosis, pH, la competencia y cooperación con otros microorganismos. Especies que establecen una infección persistente en los conductos radiculares se seleccionan según el fenotipo que comparten en común y esto es posible que se modifique según el ambiente. Algunas de estas características compartidas incluye la capacidad de invadir y penetrar en la dentina, un patrón creciente de las cadenas o de filamentos cohesivos, resistencia a los antibióticos utilizados en el tratamiento endodóntico, así como también una habilidad para crecer en las monoinfecciones, para poder sobrevivir en periodos de avidez y para evadir la respuesta del huésped. Los microorganismos que se establecen en los conductos no tratados podrían experimentar un ambiente de diversidad nutricional que cambia con el tiempo (*Sundqvist, 2003, Figdor, 2007*).

En 1894 el Dr. *WD Miller* fue quien publicó una investigación bacteriológica de las pulpas encontrando algunas especies muy diferentes en la pulpa infectada siendo diferentes en apical y coronal.

Los microorganismos están presentes en todas las partes del sistema de conductos incluyendo anastomosis y pueden ser encontrados a varias profundidades más allá de 300 μ dentro de los túbulos dentinarios o al final de la pulpa (*Berber, 2006*). La penetración de las bacterias es variable la profundidad es desde 150 μ a 400 μ o bien a la mitad de la distancia desde el conducto hasta la unión cementodentinaria (*Slutzki, 2002; Zou, 2010*).

Si hay presencia de microorganismos remanentes en el conducto radicular estos pueden multiplicarse rápidamente, en algunos casos, inicialmente de los dos a los cuatro días, aunque el canal se encuentre vacío (*Peters, 2002*). La flora presente en diente necróticos no tratados consiste en una infección polimicrobiana, de diferentes especies, denominados anaerobios obligados (*Zerella, 2005*).

En la cavidad oral hay un estimado de 10^{10} bacterias consiste en más de 500 tipos de microorganismos. Todas las bacterias dentro de la cavidad oral tienen las mismas oportunidades de invadir el conductos solo que un restringido grupo de estas especies ha sido identificada dentro de los conductos infectados. El número de especies bacterianas va de uno a 12. Y las células bacterianas de 10^2 a 10^8 (*Sundqvist, 2003; Berber, 2006; Figdor, 2007*). Las especies bacterianas que penetran la dentina son denominadas Gram positivas 68%, y *cocci* 27%, *Streptococcus* (13%) y *propionibacterium* (9%). La bacteria Gram negativa en la dentina del conducto radicular ha sido confirmada indirectamente por la detección de altas cantidades de lipopolisacáridos a una profundidad mayor de 300μ (*Athanassiadis, 2007*).

Cierto grupo de microorganismos se asocian con infecciones endodónticas persistentes como son: *Actinomyces*, *Candida albicans* y *Enterococcus*. Generalmente, anaerobios facultativos son los más susceptibles que los anaerobios (*Radcliffe, 2004*). El *Enterococcus faecalis* es la especie que se ha encontrado más frecuentemente de los conductos radiculares presentes en enfermedades posteriores al tratamiento (*Berber, 2006*). En dientes previamente tratados con lesión periradicular crónica, ésta flora consiste principalmente en anaerobios facultativos Gram positivos (*Zerella, 2005*).

Las bacterias Gram negativas son más susceptibles al Ca(OH)_2 que las anaerobias Gram positivas (*Figueiredo, 2002; El Karim, 2007; Athanassiadis, 2007*).



Fig. 8 y 9 Fotografías tomadas a 3500 X y 2000 X con el MEB de un Streptococcus dentro de un conducto dentario.

2.2 HIDRÓXIDO DE CALCIO.

El Hidróxido de Calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ se ha utilizado extensamente en odontología desde 1920 por *Hermann (Siqueira, 1999)*. Hoy en día es el medicamento más utilizado en endodoncia. Es una sustancia altamente alcalina con un pH aproximado de 12.4 hasta 12.8 lo que le confiere la propiedad bactericida pudiéndose utilizar a temperatura corporal (*Siqueira, 1999; Sluis, 2007*). Es insoluble en alcohol y su baja solubilidad en agua es una característica útil, ya que se llega a ser necesario utilizarlo por largos periodos de tiempo ya que esto evita que sea soluble en los líquidos de los tejidos vitales cuando entra en contacto directo con ellos (*Siqueira, 1999; Tang, 2004*).

El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se presenta como una masa blanca que se transforma en Óxido con el calentamiento, que en solución acuosa su solubilidad es de 0,185 g/100 ml o 1g en 360 ml de agua a una temperatura de 25 °C, y este se obtiene al agregar agua a la cal viva produciéndose una reacción exotérmica, durante el apagado de la cal resultando en un polvo blanco fino.



Fig. 1 Fotografía de un cristal de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tomadas con el MEB a 2500X. Fuente propia.

Sus características químicas son un contenido del 80- 95% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 2% de Oxido de Magnesio, 2% de silicatos y 0.5% de Óxidos metálicos, teniendo un peso molecular de 74.08 (Sluis, 2007).

El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ presenta algunas propiedades químico-biológicas interesantes como efecto antimicrobiano, al inhibir enzimas bacterianas y por otra parte la activación de enzimas de los tejidos como la fosfatasa alcalina, lo que propicia un efecto remineralizante. Su elevado pH inhibe la actividad de las enzimas: metabolismo, crecimiento y división celular. La influencia del pH altera la integridad de la membrana citoplasmática mediante la interrupción de sus componentes orgánicos (proteínas, fosfolípidos), el transporte de nutrientes y además media la neutralización de lipopolisacaridos y esto ayuda a la limpieza del conducto. La actividad antimicrobiana de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se debe a la liberación y la difusión de iones Hidroxilo (OH^-) que conduce a un medio ambiente muy alcalino el cual no es propicio para la supervivencia de microorganismos. La velocidad de difusión de iones Hidroxilo es lenta debido a la capacidad de amortiguación inherente de la dentina (Siqueira, 1999; Estrela, 1999; Deveaux, 2000; Figueiredo, 2002; Figueiredo, 2006, Tang, 2004). La disponibilidad de iones de Calcio en el lugar de la acción parece ser útil para ejercer los efectos terapéuticos que son mediados a través de los canales iónicos (Athanasiadis, 2007; Türkun, 1997; Figueiredo, 2006).

Mecanismos de acción del $\text{Ca}(\text{OH})_2$:

A) Posee un efecto de acción química a través de:

- Daños en la membrana citoplasmática microbiana por la acción directa de los iones Hidroxilo.
- Supresión de la actividad enzimática y la interrupción del metabolismo celular.
- Inhibición de la replicación del ADN.

B) Respecto a propiedades Físicas:

- Actúa como una barrera física que llene el espacio dentro del conducto y evita el ingreso de bacterias en el conducto radicular.
- Matar el resto de los microorganismos por retención de sustratos para el crecimiento y limitando el espacio para la multiplicación.

Las propiedades biológicas de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ incluyen:

- Biocompatibilidad (debido a su baja solubilidad en agua y difusión limitada).
- La capacidad para fomentar tejido de cicatrización duro alrededor de los dientes con conductos.
- La inhibición de la reabsorción radicular y la estimulación de cierre apical después de un trauma.

La limitada eficacia de la utilización a corto plazo del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en la desinfección de los túbulos dentinarios se debe a diversos factores, 12 a saber:

- La inhibición de la proteína búfer dentinaria, particularmente en términos de la capacidad de los iones Hidroxilo para llegar al tercio apical y tener un efecto antibacteriano,
- La baja solubilidad y difusión del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ puede hacer más difícil obtener un rápido aumento en el pH para alcanzar el nivel necesarias para eliminar o matar a las bacterias dentro de los túbulos dentinarios.
- El potencial alcalino variable de diferentes formulaciones
- Presencia de biopelículas densas de bacterias situadas en los túbulos dentinarios pueden proteger a los situados en lo más profundo dentro de los túbulos.

- El tejido necrótico en ramificaciones, istmos y las irregularidades pueden proteger a las bacterias de la acción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
- La capacidad de *E. faecalis* de colonizar en túbulos dentinarios y así evadir los iones Hidroxilo e $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
- Promueve la adhesión de las bacterias al colágeno (el principal componente orgánico de la dentina), que aumenta el grado de invasión del túbulo y por lo tanto mayor resistencia a la desinfección. (Erten, 2005).

El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se ha utilizado para una amplia variedad de propósitos, incluyendo revestimiento de las cavidades, recubrimiento pulpar directo e indirecto, medicación intraconducto entre citas, la prevención de la reabsorción de la raíz, la reparación de perforaciones iatrogénicas, el tratamiento de fracturas radiculares horizontales, control de exudado periapical y como componente de selladores de conducto radicular (JOE, *An Online Study Guide*, 2008; e87- e92). El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se ha recomendado para su uso como medicación intraconducto en función de sus propiedades antibacterianas, de antiresorción y disolución del tejido (Figueiredo, 2006; Cagin, 2007; Athanassiadis, 2007; Assed, 2008; Pallota, 2007).

2.3 YODOFORMO.

El Yodoformo (Triyodometano) (CHI_3) es un cristal sólido amarillo que es prácticamente insoluble en agua pero moderadamente soluble en alcohol; este presenta diversas cualidades entre ellas antisépticas, analgésicas y desinfectantes. El CHI_3 es reabsorbido por fagocitosis esto puede ser observado por su radiopacidad. En endodoncia es utilizado como componente de algunas pastas para la obturación de los conductos (*Department of Endodontology Contemporary 2004- 2005*). Teniendo en consideración que la norma ISO 6876/2001 establece que los selladores de conductos radiculares deben tener una radiopacidad al menos de 3 mm de espesor de Aluminio (*ISO 2001*) mientras que la norma ANSI/ADA especificación 57 determina que la diferencia entre la radiopacidad de los selladores, la dentina o el hueso debe ser al menos de 2 mm de aluminio (*ADA 1984*). La adición de Óxido de Bismuto como agente radiopaco a los componentes básicos de materiales intraconducto como selladores el uso de este para una obtener una radiopacidad como medicación intraconducto resulta poco probable por el hecho de la poca disposición de éste en el mercado. El CHI_3 tiene un alto peso molecular de ahí su elevada radiopacidad. La mezcla de éste con el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para formar una pasta, ha sido utilizada con éxito para controlar la infección de los conductos radiculares necróticos y como coadyuvante en la cicatrización periapical (*Bramante, 1994; Herrero de Morais, 2006*).



Fig. 4 Cristales de Yodoformo
www.wikipedia.com

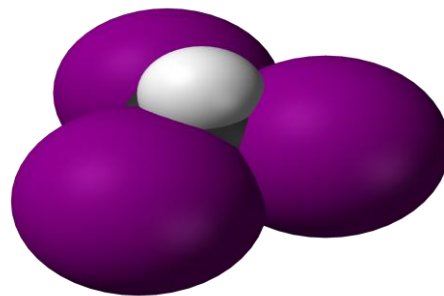


Fig. 5 Estructura Tridimensional del Yodoformo
www.wikipedia.com

Se ha observado que el CHI_3 estimula la respuesta inmunológica y la interacción con la bacteria contaminante por promover el crecimiento de tejido de granulación, acelerando el proceso de cicatrización (*Pallota, 2007*). Además, no aumenta el número de aberraciones cromosómicas; estas características así como la disponibilidad en su adquisición lo hacen el mejor agente radiopaco para añadir a las mezclas para utilizar (*Hikiba, 2005*).

2.4 VEHICULO.

Distintos vehículos se han agregado al Ca(OH)_2 en un intento de aumentar su actividad antimicrobiana (*Al- Nazhan, 2008*), biocompatibilidad, disociación iónica y difusión. Un factor de controversia en cuanto a la elección del vehículo es la comparación del efecto antimicrobiano del Ca(OH)_2 asociado con los vehículos hidrosolubles (agua destilada, solución salina) y vehículos oleosos (paramonoclorofenol alcanforado) los métodos experimentales utilizados para estudiar los efectos de las sustancias antimicrobianas con disociación diferentes y la capacidad de difusión deben ser elegidos cuidadosamente (*Estrela, 2001*).

La elección de vehículos hidrosolubles puede acelerar la disociación iónica y la difusión, e interferir con las enzimas bacterianas y los sistemas de tejidos (*Canalda, 2001*). Factores tales como la hidrosolubilidad del vehículo (diferencia de viscosidad), características ácido- base, aumento o disminución de la permeabilidad dentinaria, y el nivel de calcificación existente pueden alterar la velocidad de disociación y la difusión de iones hidroxilo del Ca(OH)_2 y la influencia de sus propiedades, lo que condujo a la elección de los vehículos tales como agua destilada y solución salina. Carece de diferencias en el tiempo requerido para su efecto antimicrobial indicado para el contacto directo, estos vehículos tienen un rol importante en el proceso, dando a las pastas características químicas como una disociación y difusión que son factores decisivos para la potencia antimicrobiana y la capacidad de sanar los tejidos (*Estrela, 2001; Huang, 2008*). El uso de un vehículo no acuoso en la mezcla puede impedir la eficacia del Ca(OH)_2 como tratamiento de medicación tópica entre sesiones (*Safavi, 2000*).

Hay tres tipos de vehículos que se utilizan principalmente: acuoso, viscoso o aceite. El primer grupo está representado por sustancias polares, incluidas las de solución salina, anestésico dental con o sin vasoconstrictor, solución de *Ringer*, suspensión acuosa de metilcelulosa o carboximetilcelulosa, y una solución detergente aniónica. Cuando el Ca(OH)_2 se mezcla con una de estas sustancias los iones OH^- y de Ca^+

son rápidamente puestos en libertad. Algunos vehículos viscosos son también sustancias solubles en agua que la liberación de iones de Ca^{+} e OH^{-} más lentamente durante períodos prolongados. Algunos ejemplos de los vehículos viscosos son la glicerina, el polietileno glicol y propileno glicol. El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es poco soluble en agua, pero más fácilmente soluble en glicerina. Este proceso pasivo de difusión depende estrictamente de la concentración molar de la sustancia, entre mayor sea la concentración de la sustancia, más rápida será la tasa de difusión. Si el material disuelto en el vehículo, se dispersa de forma homogénea, la cantidad de material por unidad de volumen aumentaría. Si el material se precipita en el vehículo, la difusión será difícil (Figueiredo, 2002; Cagin, 2007; Athanassiadis, 2007).



Fig. 7 Hidróxido de Calcio con Yodoformo y anestésico (lidocaína con epinefrina)- Fuente propia

La investigación ha tratado de establecer adecuados criterios para su uso, incluidos los límites y las consecuencias. *Siqueira* y *Uzeda* analizaron los efectos antibacterianos del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ asociados con el agua destilada, CMCP, y glicerina por el método de difusión en agar. El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mezclado con CMCP mostró grandes zonas de inhibición contra todas las bacterias de las cepas analizadas, sin embargo cuando se mezcla con agua destilada o glicerina era ineficaz contra todas las cepas bacterianas. *Leonardo* mostró la importancia del uso de pasta Calen, que se basa en $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y CMCP como antibacteriano entre sesiones, tanto para el control

microbiológico y apical y la reparación periapical de los dientes de los perros con necrosis pulpar inducida y la lesión periapical crónica.

El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ha demostrado ser más eficaz que los antimicrobianos durante el tratamiento de conductos radiculares infectados en comparación con CMCP y con fenol alcanforado utilizados como métodos bacteriológicos. En otro experimento *Holland* y cols. evaluaron el efecto de vehículos hidrosolubles (solución salina) y no hidrosolubles (CMCP) utilizados en el proceso de curación de los dientes de los perros con lesiones periapicales, observó que seis meses después de la obturación de los conductos radiculares, las mejores resultados de reparación se obtuvieron con un apósito intraconducto con solución salina como vehículo.

Una actividad antimicrobiana del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en asociación con solución salina, polietilenglicol, y paramonoclorofenol para todos los microorganismos y el cultivo mixto ocurrió después de 48 horas mediante la prueba de exposición directa (DET). El efecto del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en asociación con solución salina y con paramonoclorofenol sobre *S. aureus*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *B. subtilis*, y *C. albicans* fue similar; sin embargo, el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con solución salina fue efectivo después de una hora y el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con paramonoclorofenol fue efectivo solo 48 horas después para el cultivo mezclado. El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con polietilenglicol mostró resultados similares al CHS y al CHCMCP para *S. faecalis*, *P. aeruginosa*, y *C. albicans*; sin embargo *S. aureus* se mantuvo activo después de una hora y el cultivo mixto se mantuvo activo después de 48 horas (*Estrela, 2001*).

Estudios indican que cuando el polvo de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se mezcla con glicerina, Xilocaína spray, Citanest, Octapressin, solución de Clorhexidina al 0.2%, Ultracaine DS, y solución salina estéril, las mezclas se hicieron muy altamente alcalinas. Sin embargo, los valores de pH de las mezclas aumento significativamente después de 24 horas. Cuando uno de estos vehículos se utiliza para la medicación del conducto radicular, una mezcla de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ puede ser dejado dentro por lo menos siete días (*Cagin, 2007*).

2.5 HIPOCLORITO DE SODIO.

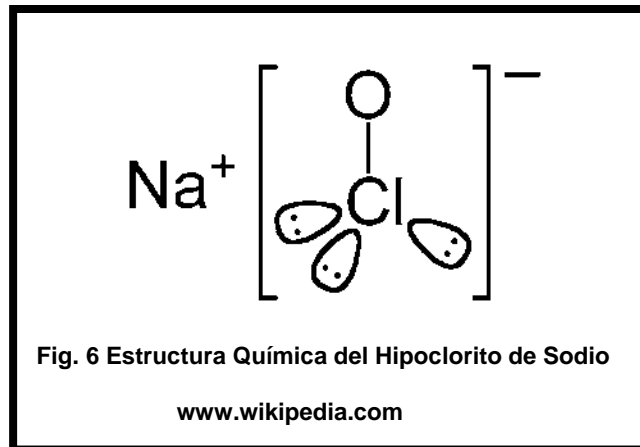
La instrumentación del sistema de conductos siempre debe ser acompañada por el uso de soluciones irrigantes antimicrobianas. El Hipoclorito de Sodio (NaOCl) es una de las soluciones más utilizadas en endodoncia, se ha considerado el irrigante ideal durante la instrumentación por su gran poder antimicrobiano, su actividad proteolítica (Young, 2007) y sus propiedades lubricantes (Türkun, 1997; Sirtes, 2005). Su empleo se encamina entre otras cosas para la limpieza biomecánica de los conductos (Zou, 2010), fue recomendado por primera vez durante la Primera Guerra Mundial por Henry Dakin (Sirtes, 2005). Es una solución alcalina, hipertónica y caústica; puede provocar daño a los tejidos vitales y estando en contacto directo disolver este tejido (Abou- Rass, 1981; Türkun, 1997; Ayhan, 1999; Tang, 2000; Zou, 2010).

El “punto de ebullición” del NaOCl es de 40°C, momento en el que el NaOCl se descompondrá. El NaOCl puede descomponer y parcialmente dividirse en el catión Sodio (Na⁺), en aniones de Hipoclorito (ClO⁻), Hidróxido de Sodio (NaOH), ácido Hipocloroso (ClOH), Cloro (Cl₂), Oxígeno (O) o Clorato de Sodio (NaCl) (Sluis, 2006).

Diversos autores y estudios refieren que el uso en clínica es generalizado en concentraciones que van desde un 0.5 a un 5.25%. El proceso químico por el cual el NaOCl realiza su acción antimicrobiana ocurre cuando entra en contacto con las proteínas tisulares, induciendo la formación de Hidrógeno, Formaldehído y Acetaldehído. Las cadenas peptídicas se rompen para disolver las proteínas; en este proceso el Hidrogeno es sustituido por el Cloro con formación de Cloramina, que interviene directamente como antimicrobiano al interferir en la acción oxidativa celular con inactivación enzimática irreversible en la degradación de lípidos y ácidos grasos; de este modo se disuelve el tejido necrótico por tanto el NaOCl penetra y limpia mejor las áreas infectadas (Mondragón, 1996; Cohen, 1999; Ayhan, 1999; Ingle, 2000; Lee, 2004; Radcliffe, 2004; Young, 2007). El NaOCl y la

concentración deben ser utilizadas a un tiempo adecuado para obtener una eficaz remoción y limpieza de los conductos radiculares (*Paragliola, 2010*), para aumentar la efectividad del NaOCl como irrigante en el sistema de conductos radiculares se puede elevar la temperatura de éste aun en bajas concentraciones, esto aparentemente aumenta la capacidad de disolución del tejido (*Sirtes, 2005*).

La capacidad del NaOCl aumenta significativamente en la disolución de materia orgánica cuando es agitado por el ultrasonido o como ya fue mencionado cuando aumenta la temperatura debido a la energía del ultrasonido (*Sirtes, 2005; Sluis, 2006*).



2.6 ULTRASONIDO.

El ultrasonido es introducido en odontología en 1957 por *Richman* para la debridación de los conductos. En 1980 una unidad ultrasónica fue diseñada por *Martín* y fue comercializada para uso endodóntico, una revisión del uso del ultrasonido en endodoncia desde 1987 al 2008 se refiere en la tabla 1. La energía ultrasónica produce altas frecuencias pero de baja amplitud. Las limas son diseñadas para oscilar con frecuencia ultrasónica de 25- 30 kHz, ya que la percepción humana es menor a los 20 kHz. (*Sluis, 2007; Gu, 2009*). La técnica de irrigación pasiva ultrasónica (PUI) disminuye el pH, incrementa la temperatura y ayuda a una mejor penetración del irrigante en las paredes, mejorando así su eficacia. Dos tipos de irrigación ultrasónica han sido descritos en la literatura; el primer tipo es una combinación simultánea de irrigación e instrumentación ultrasónica, y el segundo se refiere a una irrigación pasiva ultrasónica sin instrumentación simultánea. Estudios han referido que los conductos irrigados con limpieza ultrasónica se han encontrado más limpios que los irrigados de forma convencional (*Sluis, 2007; Gu, 2009*).

El uso del ultrasonido ha sido propuesto como una posible solución al problema del desbridamiento y desinfección del sistema de conductos radiculares. El uso del ultrasonido posterior a la instrumentación manual o rotatoria ha demostrado una disminución en el número de bacterias. Diversos estudios encontraron que el uso de la irrigación ultrasónica posterior a la instrumentación manual o rotatoria *in vivo* produce una gran significancia en la reducción en el conteo de bacterias.



Este sistema ha demostrado que eliminar el tejido vital del conducto e istmos es significativamente mejor que si solo se hace la instrumentación manual y rotatoria (*Burleson, 2007*).

Se ha establecido que la irrigación ultrasónica pasiva en combinación con el NaOCl es más eficaz que la convencional irrigación manual en la remoción del debris dentinario del conducto radicular. Otros estudios han demostrado que el agua no es eficaz en la remoción de debris dentinario del conducto radicular durante la irrigación pasiva ultrasónica. La PUI es el método más eficiente de irrigación ultrasónica, ya que de esta manera la lima ultrasónica puede oscilar libremente en el conducto radicular y su acción de corte se ve reducida al mínimo (*Sluis, 2007*).

Cuando la lima oscila libremente, las corrientes acústicas y/o cavitación es más poderosa. El Cloro es el responsable de la disolución de tejido orgánico y el efecto antimicrobiano del NaOCl. La distribución con la jeringa de irrigación permite control total del procedimiento debido a la profundidad de la aguja y la penetración en el conducto así como el volumen se distribuyo a través del conducto (*Türkun, 1997; Lee, 2004; Sluis, 2006*).

Se ha demostrado que el movimiento acústico y la cavitación contribuyen una limpieza más eficaz del sistema de conductos. El movimiento acústico puede ser definido como un movimiento rápido del fluido en modo circular o vórtex alrededor de la lima que se encuentra en vibración. La cavitación se define como la creación de burbujas de vapor que se expanden, contraen y distorsionan las burbujas existentes en el líquido; el proceso es completado por la energía *acústica* (*Jiang, 2010*).

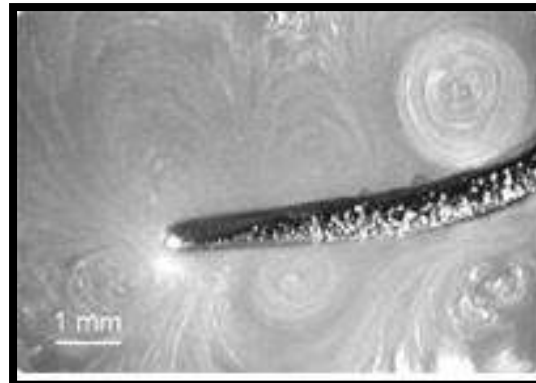
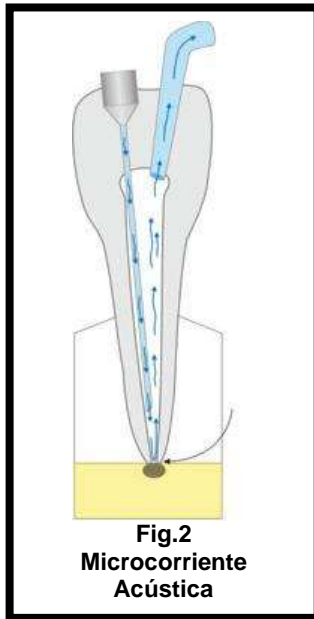


TABLA 1. Describe el uso del ultrasonido en endodoncia a través de la historia

| Year | Author (reference no.) | MAF | Irrigation | | | | | Evaluation | | |
|------|---------------------------------|---------|-------------------------------|----------------|-----------------|---------------------|---|--|---|---------|
| | | | Irrigation instrument | PUI | Flushing method | Time | Irrigant | Evaluation method | Evaluation criteria | Isthmus |
| 1980 | Martin et al (98) | #30 | K-file | No | Intermittent | 3 min | Tap water | Quantification of dentin-cutting efficiency | Weight loss of dental hard tissue | No |
| 1980 | Weller et al (101) | #30 | #15 finger plugger | Yes/no | Intermittent | 20 s | Distilled water | Radioactively labeled debris model | Radioactivity | No |
| 1982 | Cameron (102) | — | Smooth broach | Yes | Intermittent | — | 3.0% NaOCl | — | — | — |
| 1982 | Cunningham et al (103) | #15 | #10, #15 endodontic file | No | — | — | 2.5% NaOCl | Histologic evaluation | Pulpal tissue and dentin debris | Yes |
| 1982 | Cunningham et al (16) | #15 | #10, #15 endodontic file | No | — | — | 2.5% NaOCl | SEM | Dentin debris | No |
| 1982 | Cunningham (104) | #25 | — | No | Intermittent | 3 min | Saline; NaOCl | Bacteriologic evaluation | CFUs | No |
| 1982 | Martin and Cunningham (105) | — | — | — | — | — | 2.5% NaOCl | Patient's subjective evaluation, radiography | Presence of postoperative pain and a radiolucency | No |
| 1983 | Cameron (106) | — | Smooth wire | Yes | Intermittent | 1, 3, 5 min | 3% NaOCl | SEM | Smear layer | No |
| 1983 | Cymerman et al (107) | — | #30 K file | No | — | 2 min | Sterile saline | SEM | Canal wall cleanliness | No |
| 1985 | Goodman et al (108) | #25-#30 | #15 finger plugger | Yes | — | 3 min | 2.62% NaOCl | Histologic evaluation | Pulpal tissue, dentin debris | Yes |
| 1986 | Collinson and Zakariassen (109) | — | — | Yes/no | — | 2, 4, 6 min | No | Bacteriologic evaluation (<i>S. sanguis</i>) | CFUs | — |
| 1987 | Ahmad et al (85) | — | #15-#45 endosonic files | No | — | — | Water; 2.5% NaOCl | SEM | Smear layer; dentin debris | No |
| 1987 | Ahmad et al (110) | — | I, #15-35 files; II, #15 file | I, No; II, yes | Intermittent | I, 4 min; II, 5 min | I, 2.5% NaOCl; II, 1.0% NaOCl | SEM | Smear layer; dentin debris | No |
| 1987 | Alacam (70) | #40 | #15 file | Yes | Intermittent | 3 min | 5% NaOCl alone; 5% NaOCl + 3% H ₂ O ₂ ; 17% EDTA; 2% glutaraldehyde; sterile saline | SEM | Smear layer | No |
| 1987 | Cameron (111) | #40-#50 | Smooth broach | Yes | Intermittent | 2 min | Distilled water; 0.5%, 1%, 2%, 4% NaOCl | SEM | Smear layer; dentin debris | No |
| 1987 | Lev et al (112) | #25-#30 | #20 file | Yes | Continuous | 1 min; 3 min | 2.62% NaOCl | Histologic evaluation | Pulpal tissue and dentin debris | Yes |
| 1987 | Reynolds et al (90) | — | #15, #20, #25 files | No | — | — | Water; 2.6% NaOCl | Histologic evaluation | Predentin and dentin debris | No |

Evaluación in vitro de la Remoción de la Medicación Intraconducto con dos Protocolos de Limpieza

| | | | | | | | | | | |
|------|-----------------------------|---------------|--|-----|--------------|----------------------|--|---|---------------------------------|-----|
| 1987 | Stamos et al (89) | #25; #30 | I, Zipperer K-files; II, endosonic files | No | — | — | Water; 2.6% NaOCl | Histologic evaluation | Pulpal tissue and dentin debris | Yes |
| 1987 | Sjögren and Sundqvist (113) | — | #20 endosonic file | No | — | 3 min | 0.5% NaOCl | Bacteriologic evaluation | CFUs | No |
| 1987 | Teplitsky et al (114) | #10-40 | #15 endosonic file | Yes | — | 1 min | No | Radiopaque dye method | Dye penetration depth | No |
| 1988 | Ahmad et al (115) | #40 | #15 file | Yes | — | 5 min | 2.5% NaOCl | SEM | Smear layer, dentin debris | No |
| 1988 | Baker et al (116) | — | #15, #20, #25 files | No | Intermittent | — | 2.625% NaOCl | SEM | Canal wall cleanliness | No |
| 1988 | Goldman et al (117) | #25 | #15, #20, #25 K-files; #25, #35, #45 endosonic diamond files | No | Continuous | — | 5.25% NaOCl | Root canal silicone model; SEM | Canal morphology; dentin debris | No |
| 1989 | Ahmad et al (118) | — | #15 K-file | Yes | — | 1 min; 5 min; 15 min | No (<i>E. intermedium</i> suspension) | Bacteriologic evaluation | CFUs | No |
| 1989 | Ciucchi et al (119) | #35 | #20 ultrasonic file | Yes | Continuous | 2 min | 3% NaOCl; 15% EDTA | SEM | Smear layer | No |
| 1989 | DeNunzio et al (120) | #25 | #15, #20, #25 | No | Continuous | 1 min/file | Sterile saline | Bacteriologic evaluation (<i>S. marcescens</i>) | CFUs | No |
| 1989 | Druttman and Stock (121) | #15, #20, #25 | #15, #20, #25 endosonic files | — | — | — | Distilled water | 1% toluene dye method | Degree of dye displacement | No |
| 1989 | Haidet et al (122) | #25 or #30 | #20 endosonic file | No | — | 3 min | 2.5% NaOCl | Histologic evaluation | Pulpal tissue and dentin debris | Yes |
| 1989 | Metzler et al. (123) | — | #15 endosonic file | Yes | — | 2 min | 2.6% NaOCl | Histologic evaluation | Pulpal tissue and dentin debris | Yes |
| 1989 | Pugh et al (91) | — | #15, #30 file | No | Continuous | 1 min | Tap water | Injection with impression material and clearing | Canal morphology | No |
| 1989 | Walker and del Rio (92) | #25 | #25 endosonic file; #15 Zipperer K-file | No | Continuous | 1 min | Tap water | Histologic evaluation | Debris | No |
| 1990 | Ahmad et al (124) | — | #15 K-file | Yes | — | 5 min | 2.5% NaOCl | Bacteriologic evaluation | CFUs | No |
| 1991 | Abbott et al (125) | #45 | #20 ultrasonic file with Cavi-Endo | Yes | Intermittent | 4 min | Savlon solution*; 15% EDTAC and 1% NaOCl | SEM | Smear layer; dentin debris | No |

Evaluación in vitro de la Remoción de la Medicación Intraconducto con dos Protocolos de Limpieza

| | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------|--------------------|---|-----|--------------|---------------|--|---|--|-----|
| 1991 | Walker and del Rio (126) | #25 | #15 endosonic file, #25 diamond file | No | Continuous | 4 min (3 + 1) | Tap water; 2.6% NaOCl | Histologic evaluation | Canal wall planning and soft tissue debridement scores | No |
| 1992 | Archer et al (127) | #25/#30 | #15 endosonic file | No | — | 3 min | 5.25% NaOCl | Histologic evaluation | Pulpal tissue and dentin debris | Yes |
| 1992 | Lumley et al (128) | #25 | #15, #20, #25 endosonic files | No | — | 2 min | 2.6% NaOCl | SEM | Smear layer; dentin debris | No |
| 1993 | Cheung and Stock (54) | #35 | — | Yes | Continuous | 2 min | Distilled water; 0.5% NaOCl; 1% NaOCl; biological washing liquid | SEM; stained-debris scoring | Smear layer; dentin debris | No |
| 1993 | Lumley et al (129) | #30 | #15 endosonic file | No | — | 2 min | Sterile water | SEM | Smear layer; dentin debris | No |
| 1995 | Cameron et al (71) | #35, #40, #45, #50 | #15 endosonic file, #20 endosonic file, smooth broach | Yes | — | 30 s; 1 min | Tap water; 4% NaOCl; EDTAC | SEM | Dentin debris | No |
| 1997 | Siqueira et al (130) | #50 | #15 ultrasonic file | Yes | Intermittent | 1 min | 4.0% NaOCl; 4.0% NaOCl + 3% H ₂ O ₂ | Bacteriologic evaluation | Occurrence of broth turbidity | No |
| 1998 | Huque et al (131) | #40 or #60 K-file | #15 file | Yes | Intermittent | 20 s | 0.5%, 2.5%, 5.5%, 12% NaOCl; 15% EDTA; sterile water | Bacteriologic evaluation | CFUs | No |
| 1999 | Jensen et al (93) | #35/10 | #15 ultrasonic file | Yes | Intermittent | 3 min | 5.25% NaOCl | Stereomicroscopic evaluation | Dentin debris | No |
| 2002 | Guerisoli et al (132) | — | #15 file | No | Continuous | 1 min | 1% NaOCl; 15% EDTAC | SEM | Smear layer | No |
| 2002 | Mayer et al (133) | #45/04 | #15 K-file; a noncutting nickel-titanium wire | — | — | — | 5.25% NaOCl; 17% EDTA | SEM | Smear layer; dentin debris | No |
| 2003 | Sabins et al (94) | #35 | #15 ultrasonic file | Yes | Intermittent | 30 s; 60 s | 5.25% NaOCl | Surgical operating microscope | Dentin debris | No |
| 2003 | Spoletti et al (134) | #35 or #50 | #20 file | Yes | Intermittent | 10 s | Sterile saline | Bacteriologic evaluation (<i>S. aureus</i> , <i>S. viridans</i> , <i>E. coli</i>) | CFUs | No |

Evaluación in vitro de la Remoción de la Medicación Intraconducto con dos Protocolos de Limpieza

| Year | Author (reference no.) | MAF | Irrigation instrument | PUI | Flushing method | Time | Irrigant | Evaluation method | Evaluation criteria | Isthmus |
|------|-----------------------------|---------------------------|---|-----|---------------------------|---------------------|--|--|---------------------------------------|---------|
| 2003 | Weber et al (135) | — | #20 file | Yes | Intermittent | 1 min | 2% CHX, 5.25% NaOCl | Bacteriologic evaluation (<i>S. sanguis</i>) | Zone of inhibition around agar | No |
| 2004 | Lee et al (136) | #20/.04; #20/.06; #20/.08 | #15 file | Yes | Intermittent | 3 min | 2.0% NaOCl | 'Groove and hole' model | Dentin debris | No |
| 2004 | Lee et al (137) | #50 | #15 file | Yes | Intermittent | 3 min | 2.0% NaOCl | 'Groove and hole' model | Dentin debris | No |
| 2004 | Gulabivala et al (138) | #30/.06 | #20 ultrasonic file | Yes | Intermittent | — | Neutral anolyte; acidic anolyte; catholyte; catholyte alternated with neutral anolyte; 3% NaOCl; PBS | Bacteriologic evaluation | CFUs | No |
| 2005 | Gutarts et al (7) | #35/.12 | 25-gauge irrigating needle | Yes | Continuous | 1 min | 6.0% NaOCl | Histologic evaluation | Pulpal tissue and dentin debris | Yes |
| 2005 | van der Sluis et al (139) | # 20/.08 | #15 smooth file; #15 K file | Yes | Intermittent | 3 min | 2.0% NaOCl | 'Groove and hole' model | Dentin debris | No |
| 2005 | van der Sluis et al (140) | #20/.06, #20/.08, #20/.10 | #15 file | Yes | Intermittent | 3 min | 2.0% NaOCl | 'Groove and hole' model | Dentin debris | No |
| 2006 | Passarinho-Neto et al (141) | #30/.04 | #20 ultrasonic file | Yes | Intermittent | 1 min; 3 min; 5 min | 1.0% NaOCl | Histologic evaluation | Dentin debris | No |
| 2006 | van der Sluis et al (46) | #20/.10 | #15/.02 smooth wire | Yes | Intermittent / continuous | 3 min | Water; 2.0% NaOCl | 'Groove and hole' model | Dentin debris | No |
| 2007 | Carver et al (142) | #30/.04; #30/.06 | 25-gauge irrigating needle | Yes | Continuous | 1 min | 6.0% NaOCl | Histologic evaluation | CFUs | No |
| 2007 | Munley and Goodell (143) | #40/.04 | #15 FlexoFile; a yellow finger spreader | Yes | Intermittent | 1 min; 3 min | 6.0% NaOCl | Dental operating microscope | Dentin debris | No |
| 2007 | Burleson et al (144) | #30 | 25-gauge irrigating needle | Yes | Continuous | 1 min | 6.0% NaOCl | Histologic evaluation | Bacterial biofilm and necrotic debris | Yes |
| 2008 | Ferreira et al (145) | #40/.02 | #15 file | Yes | Intermittent | 3 min | Water; 0.2% CHX; 2.5% NaOCl | Histologic evaluation | Dentin debris | No |

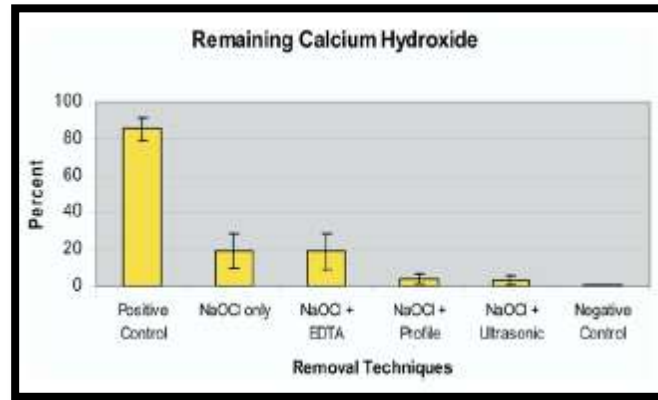
CFU, colony-forming unit; CHX, chlorhexidine; EDTAC, ethylenediaminetetraacetic acid plus Cetadon; MAF, master apical file; PUI, passive ultrasonic irrigation; SEM, scanning electron microscopy. *Safon solution (0.3% cetrinide and 0.05% chlorhexidine).

3. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.

Kenee y Allemng en el 2006 realizaron un estudio en el cual evaluaron los remanentes de Ca(OH)_2 en el conducto posterior a la remoción de este con diferentes técnicas donde combinaron una irrigación de NaOCl con EDTA instrumentando de forma manual y rotatoria así como con ultrasonido. Para este estudio se utilizaron 40 muestras las cuales fueron instrumentadas por la técnica corono-apical con el sistema rotatorio Profile .04 teniendo como lima apical maestra una #35. Posteriormente fueron seccionados y de estos 12 fueron seleccionados como muestras en el estudio ya que se seccionaron se retiró el remanente dentinario y las dos porciones de cada muestra se volvieron a unir; se sellaron con cera roja y con resina acrílica. A cada muestra se le inyectó Ca(OH)_2 premezclado y los excedentes fueron retirados con una torunda de algodón y se dejó a temperatura ambiente cada muestra por un día.

La remoción del Ca(OH)_2 se realizó mediante cuatro técnicas por tanto las muestras fueron divididas en cuatro grupos. Grupo 1, irrigación con NaOCl al 5.25% con una aguja calibre 27 insertándola dentro del conducto e irrigando. Grupo 2, el procedimiento es el mismo que con el grupo 1 pero se le agrega 2.5ml de EDTA al 17%. El grupo 3 y 4 son idénticos al grupo 1 excepto que con el grupo 3 se utiliza además una lima profile a 300rpm después de la medicación intraconducto y el grupo 4 se utiliza además una lima #15 activada con el ultrasonido dentro del conducto durante 8- 10 seg. Después de cada técnica los conductos fueron irrigados con NaOCl al 5.25% y secados con puntas de papel. Se fotografió cada muestra digitalmente y se analizó la cantidad de Ca(OH)_2 remanente teniendo en cuenta los grupos control los cuales no recibieron tratamiento alguno y fueron analizados por medio del programa ANOVA para determinar la significancia. En cuanto a los resultados se observó menor porcentaje de remanente en los grupos 3 y 4 ($p = 0.0001$) no habiendo gran diferencia significativa; teniendo los grupos 1 y 2 resultados similares pero con mayor remanente de Ca(OH)_2 . Los resultados de este estudio sugieren que la adición de

instrumentos rotatorios y ultrasonido a la instrumentación e irrigación manual para la remoción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ da como resultado conductos más limpios.



Van Der Sluis y Wu en el año 2006 realizaron un estudio para evaluar la remoción del $\text{Ca}(\text{OH})_2$, el método más comúnmente descrito para la remoción es la instrumentación del conducto con la lima apical maestra en combinación con una irrigación copiosa de NaOCl y EDTA, sin embargo usando este método la remoción no siempre es eficaz. Una solución irrigante con movimiento acústico o cavitación puede ser más eficaz en la remoción del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ del conducto cuando las paredes del conducto no fueron tocadas por un instrumento oscilatorio. Los remanentes de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pueden evitar la penetración del sellador a los túbulos dentinarios resultando en una reducción potencial del sellador; la inestabilidad dimensional del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y su potencial disolución en agua puede influenciar en el sellado de la obturación del conducto. Para su estudio se utilizaron 16 premolares mandibulares unirradiculares a los cuales se les tomaron radiografías buco-lingual y mesio-distal para indicar 3 diámetros a 2,4 y 6 mm del ápice. Se instrumentaron con el sistema rotatorio GT a un diámetro 30/06 y fueron patentizados con una lima K #10, entre cada instrumento se irriego con 2 ml de NaOCl al 2%. A cada muestra se le realizaron cortes longitudinales formando 2 mitades, se les formaron grietas a los 4 mm de longitud de .2 y .4 mm de profundidad, simulando así extensiones del conducto sin instrumentar. Cada uno fue rellenado con pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y puntas de papel, teniendo el cuidado de que esta quede en las grietas realizadas. Las

muestras fueron almacenadas a 37°C con una humedad relativa del 100% durante 1 semana. Después de la semana de almacenamiento cada una de las mitades fue fotografiada con un microscopio y cámara a digital a 40X. Posteriormente se volvieron a reunir las dos mitades y fueron cubiertas apicalmente con cera. Se probaron tres métodos de irrigación el grupo 1 con una n=16 se irrigaron ultrasónicamente durante tres minutos con riego continuo de 50 ml de NaOCl al 2%. El grupo 2 se proceso igual que el grupo 1 solo se cambio el irrigante por agua corriente. El grupo 3 se irrigo con 50 ml de NaOCl al 2% con una aguja calibre 27. Se volvió a separar cada mitad y se fotografió nuevamente. La cantidad de Ca(OH)₂ remanente en las grietas fue evaluada con un estudio a doble ciego con tres dentistas evaluadores utilizando una puntuación del 1 al 3. Puntuación de 1, con remanente de Ca(OH)₂ en menos de la mitad de la grieta; el 2, más de la mitad de la grieta con remanente; y el 3, cuando la grieta se encuentra completamente llena con Ca(OH)₂. Los resultados indicaron que la PUI con NaOCl es más efectiva en la remoción del Ca(OH)₂ de las grietas formadas en los conductos que las otras dos técnicas.

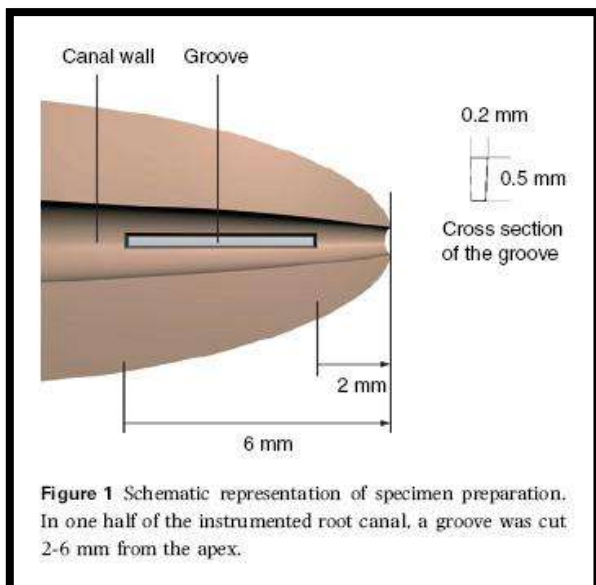


Table 1 Score of calcium hydroxide before and after irrigation and the percentage of score reduction

| Groups | Before | After | | Percentage of score reduction | |
|--------|--------|-------|-----|-------------------------------|------|
| | | Mean | SD | Mean | SD |
| 1 | 3.00 | 1.1 | 1.1 | 63.3 | 36.7 |
| 2 | 3.00 | 2.8 | 0.5 | 6.7 | 16.7 |
| 3 | 3.00 | 2.5 | 1.0 | 16.7 | 33 |

Table 2 Percentage of dentine debris or Ca(OH)₂ removal from an artificial groove in the apical root canal in different studies

| Study | Size | Taper | Irrigation | Reduction (%) | Score 0 (%) |
|---|------|-------|------------|---------------|-------------|
| Lee <i>et al.</i> (2004b), dentine debris | 50 | SB | US NaOCl | 88 | 75 |
| | 50 | SB | S NaOCl | 25 | 0 |
| van der Sluis <i>et al.</i> (2005b), dentine debris | 20 | 0.10 | US NaOCl | 92.7 | 87 |
| van der Sluis <i>et al.</i> (2006), dentine debris | 20 | 0.10 | US NaOCl | 98 | 93 |
| Ca(OH) ₂ | 20 | 0.10 | US water | 44 | 20 |
| | 30 | 0.08 | US NaOCl | 63.3 | 37.5 |
| | 30 | 0.08 | US water | 6.7 | 0 |
| | 30 | 0.08 | S NaOCl | 16.7 | 6.25 |

Munley y Goodell en el 2007 realizaron un estudio en el cual trataron de determinar si la irrigación pasiva ultrasónica usando espaciadores digitales fue más eficaz que usando limas estándar en la remoción de debris después de la instrumentación del conducto radicular. Ochenta y cinco conductos de piezas anteriores y posteriores de dientes humanos recientemente extraídos se utilizaron para este estudio, se dividieron en 5 grupos 4 experimentales y 1 control. Estas piezas fueron instrumentadas a 1 mm del foramen apical se irrigaron con 5 ml de NaOCl al 6%. La activación de los instrumentos para la irrigación se realizó llevando cada instrumento a evaluar a 3 mm de la longitud de trabajo durante la activación de los instrumentos lima/ espaciador se movió continuamente de arriba a abajo de 2- 3 mm llegando hasta a 1 mm de la longitud total de trabajo. El grupo 1 y 3 fueron irrigados con el espaciador activado durante 1 min; los grupos 3 y 4 fueron irrigados con la lima activada durante 3 min. con el ultrasonido. Después de la irrigación se realizó un enjuague final con 5 ml de NaOCl al 6%. Las muestras experimentales y de control fueron acanaladas longitudinalmente con un disco de diamante y posteriormente dividido. Una sección del diente fue seleccionada para el estudio que se realizó con un microscopio quirúrgico dental. Se tomaron fotografías y se evaluaron en el programa Adobe Photoshop CS2 magnificado a 10 con el zoom digital del sistema.

Se evaluaron 4 diferentes aspectos de cada muestra: tercio apical, tercio medio y coronal, así como todo el espacio del conducto. Los datos para evaluar el espacio del conducto entero se determinaron sumando los datos de los 3 tercios. El nivel

de significancia se fijo en $p = < 0.05$. El análisis estadístico fue realizado mediante un análisis de varianza de *Newman* y para comparar el porcentaje de residuos se utilizo el sistema *Keuls* en los 4 grupos de tratamiento.

En las condiciones en las que se llevo a cabo este estudio, el uso de una lima estándar para la irrigación activada con el ultrasonido durante 3 min. Fue superior en la remoción de residuos al evaluarse el conducto entero. Los espaciadores digitales sin estrías no mejoraron la remoción de residuos. La orden de efectividad fue de lima/ 3min, lima/ 1 min, espaciador/ 3 min, espaciador/ 1 min. Cuando se evaluaron los tercios apical, medio y coronal por separado no hubo diferencia significativa entre las técnicas.

TABLE 1. Calcium hydroxide preparations used

| Trade Name | Concentration | Manufacturer |
|---------------|---------------|---|
| Calxyl | 42% | Voco Preparate GMBH (Dirmstein, Germany) |
| Pulpdent | — | Pulpdent paste, Pulpdent (Atertow, MA) |
| Chemical pure | 95% | Calcium hydroxide (Merck, Darmstadt, Germany) + sterile water |

TABLE 2. Calcium hydroxide retention expressed as the percentage ratio of coated area to the total canal area of the section

| Group | Mean \pm SD | Scheffé Grouping |
|------------------|-------------------|------------------|
| B _{III} | 42.35 \pm 8.94 | A* |
| B _I | 35.85 \pm 10.24 | B |
| B _{II} | 34.58 \pm 7.05 | B |
| A _I | 32.74 \pm 4.71 | B |
| A _{II} | 29.05 \pm 7.90 | B |
| A _{III} | 28.35 \pm 6.70 | B |
| C _I | 27.54 \pm 10.93 | C |
| C _{II} | 25.79 \pm 7.37 | C |
| C _{III} | 25.33 \pm 7.60 | C |

* Mean with same letter is not significantly different at the $p = 0.05$ level ($n = 15$)

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Durante el tratamiento de conductos en dientes con vitalidad pulpar donde se ha combatido la infección superficial de la pulpa, se pretende tener una penetración aséptica al conducto radicular que es estéril, por lo tanto no se justifica el uso de una medicación intraconducto.

No obstante, esto puede modificarse, recomendándose una medicación entre sesiones, en las siguientes circunstancias:

- Carencia de aptitudes técnicas del profesional, que dificulta realizar el tratamiento en una única sesión.
- Eliminación de las bacterias en el conducto radicular.
- Evitar la proliferación bacteriana entre citas.
- Actuar como una barrera físico- química en la raíz y prevenir la reinfección del conducto y la penetración de nutrientes a las bacterias restantes (*Siqueira, 1998; Deveaux, 2000; Cagin, 2007*).
- Cuando la sobreinstrumentación determina una agresión mecánica a los tejidos apicales y periapicales.
- Después de usar soluciones irrigantes irritantes para los tejidos.
- Por reacciones psicológicas del paciente.

La medicación tópica entre sesiones tiene por finalidad hacer que el sistema de conductos radiculares con pulpa necrosada e infectada, sea un medio impropio para el desarrollo bacteriano (*Stock, 1996; Cohen, 1999*). Por tanto, la medicación intraconducto es un procedimiento que se lleva a cabo con gran frecuencia durante el procedimiento endodóntico donde posterior a su colocación debe ser retirada del interior del conducto ya que en algunas investigaciones se ha demostrado que con una técnica convencional de irrigación no es retirado por completo el Ca(OH)_2 del conducto. La presencia de la pasta de Ca(OH) en las paredes de la cavidad de acceso puede favorecer la penetración de la saliva a través de la interfase del

diente. Además, los remanentes de esta pasta reducen la permeabilidad dentinaria y dificulta la correcta interfase entre los materiales de obturación y el conducto.

Diversos estudios *in vitro* han evaluado la eliminación de este material, sin embargo no se ha encontrado un técnica adecuada que permita la remoción total del Ca(OH)_2 . Debido a estos antecedentes es necesario realizar más investigaciones que aporten información sobre que técnica de limpieza sería la más adecuada para la remoción de Ca(OH)_2 .

4.1 Pregunta de Investigación:

¿Qué protocolo de limpieza ultrasónica permitirá obtener una remoción más eficaz de la medicación intraconducto?

5. JUSTIFICACIÓN.

Se aplicó una encuesta a 40 cirujanos dentistas especialistas en endodoncia que ejercen en la ciudad de Morelia, Michoacán, con la finalidad de investigar que protocolo de limpieza intraconducto mejora la remoción del Ca(OH)_2 del interior del conducto. Los resultados de esta encuesta mencionan que el principal problema del uso de medicación intraconducto es la falta de eficacia en la remoción de éste. Se observó que el 98% de los clínicos hace uso de medicación intraconducto con Ca(OH)_2 (85%), indicando que no tienen una técnica de limpieza establecida para la eliminación de la medicación intraconducto y el 62.5% utiliza la irrigación con aguja e NaOCl, el 30% utiliza la PUI.

En el 2008 *Huang T-Y.* compararon dos métodos de irrigación instrumentando los conductos a diámetros apicales 20 y 40 conicidad 0.04 así como diámetros 20 y 40 conicidad 0.08. Los métodos utilizados fueron irrigación estática (método convencional) e irrigación dinámica (por agitación) ambas con NaOCl. Al final el autor encontró una mejor limpieza en todos los tercios incrementando de tercio coronal a tercio apical donde se empleo la irrigación dinámica comparándolo con la irrigación estática. Cabe señalar que dentro de éste estudio se observaron mejores resultados en los diámetros #40 en conicidad 0.04 y 0.08 (*Huang, 2008*).

Se ha establecido que la irrigación ultrasónica pasiva en combinación con el NaOCl es más eficaz que la irrigación manual convencional en la remoción del debris dentinario del conducto radicular. La irrigación pasiva es el método más eficiente de irrigación ultrasónica, ya que de esta manera la lima al ser activada con el ultrasonido puede oscilar libremente en el conducto radicular y su acción de corte se ve reducida al mínimo. Cuando la lima oscila libremente, las corrientes acústicas y/o cavitación es más poderosa y el uso del ultrasonido produce la formación de burbujas en la solución de irrigación, lo cual permite una mejor remoción de Ca(OH)_2 , aumentando así la capacidad del NaOCl para desintegrar la materia orgánica.

Jiang en el 2009, Van der Sluis en el 2005, Carver y Nusstein en el 2007, sugieren realizar la irrigación ultrasónica por 1 min. Es el tiempo necesario para obtener una limpieza eficaz dentro del conducto radicular. *Passarino en el 2006* sugiere 5 min del uso del ultrasonido proporcionando una mejor eliminación de debris del conducto, sin embargo *Sabins en el 2003* no encuentra diferencia significativa en la eliminación de debris en un tiempo de 30 a 60 seg, posterior a una instrumentación manual o rotatoria (*Gutarts, 2005*).

De acuerdo a la problemática planteada con anterioridad y sabiendo que actualmente no existe un protocolo de limpieza que garantice un alto porcentaje en la remoción del medicamento intraconducto durante el procedimiento endodóntico, es necesario realizar valoraciones de distintos protocolos de limpieza *in vitro*, para observar la efectividad de remoción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ del interior del conducto radicular; y así evitar su posible interferencia en el sellado de la obturación final del conducto radicular, evitando así un fracaso del tratamiento.

Por lo tanto, el presente estudio pretende comparar dos protocolos para la remoción del medicamento intraconducto, un protocolo de limpieza con lima manual activada con ultrasonido respecto al protocolo de limpieza con una aguja de irrigación activada con ultrasonido. Esto con la finalidad de establecer la técnica que presente una mejor remoción de la medicación intraconducto. Se han elegido estas técnicas de remoción ya que son las propuestas más actuales por estudios recientes, realizando algunas modificaciones que puedan proporcionar un mejor resultado.

6. HIPÓTESIS.

6.1 Hipótesis de Trabajo:

La aplicación del protocolo de limpieza con aguja de irrigación activada con ultrasonido (B), permitirá una mejor remoción del hidróxido de calcio (medicamento intraconducto) respecto al protocolo de limpieza con una lima manual activada con ultrasonido (A).

HI: $B > A$

7. OBJETIVOS.

7.1 Objetivo General.

Evaluar la remoción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como medicamento intraconducto mediante dos protocolos de limpieza: protocolo de limpieza con una aguja de irrigación activada con ultrasonido, respecto al protocolo de limpieza con lima manual activada con ultrasonido, en N= 40 premolares unirradiculares superiores e inferiores.

7.2 Objetivos Específicos.

1. Instrumentar 50 piezas premolares con el sistema Protaper.
2. Colocar medicamento intraconducto a base de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en 45 premolares unirradiculares.
3. Realizar la remoción del medicamento intraconducto en 20 premolares utilizando el protocolo de limpieza con lima manual activada con ultrasonido.
4. Realizar la remoción del medicamento intraconducto en 20 premolares utilizando el protocolo de limpieza con aguja de irrigación activada con ultrasonido
5. Evaluar el remanente de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mediante microscopia electrónica de barrido.
6. Comparar mediante un análisis estadístico las técnicas empleadas para la eliminación del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ de los conductos radiculares.

8. MATERIAL Y MÉTODOS.

8.1 Característica del universo de estudio.

Se recolectaron 50 premolares unirradiculares superiores e inferiores previamente instrumentados con técnica crown down, con limas Protaper estandarizando la preparación a un diámetro 40 / .06. a 1 mm de la longitud total del conducto.

8.2 Clasificación del estudio.

1. Prospectivo: Cuando la información acerca de los pacientes es recolectada "a futuro", es decir los pacientes fueron incluidos ANTES de que presentara el evento de interés que se está estudiando. Se pretende que los resultados permitan mejorar la técnica de irrigación en el procedimiento endodóntico.
2. Transversales: Los datos se presentan como una fotografía, en donde se describe un solo punto en el tiempo. No es posible saber cómo estaban los pacientes antes del momento en que se hizo el estudio.
3. Comparativo: Se compara la eliminación de la medicación intraconducto mediante dos métodos de irrigación activando ultrasónicamente la lima Flexofile #30 y la aguja Endo- Eze calibre 27.
4. Experimental: Porque modifica las características morfológicas de los conductos mediante instrumentación rotatoria.

8.3 Criterios de inclusión.

- Premolares unirradiculares
- Premolares de reciente extracción
- Conductos permeables
- Piezas con raíces completamente formadas

8.4 Criterios de no inclusión.

- Piezas con tratamiento endodóntico previo
- Conductos calcificados
- Fracturas Radiculares
- Ápices inmaduros
- Piezas deshidratadas.

8.5 Criterios de exclusión.

- Conductos con fracturas de limas

8.6 Almacenamiento de las muestras.

Se conservaron las piezas dentales en frascos estériles de 10 mL, con 5 mL de formol al 10%.

8.7 Metodología.

I. Recolección y conservación de las muestras.

- Se recolectaron 50 premolares superiores e inferiores de reciente extracción, de diversos centros de salud de la ciudad de Morelia, Michoacán. La limpieza se llevó a cabo lavando con cepillo y cureta las piezas radiculares, se mantuvieron en NaOCl al 5.25% por dos minutos, se lavaron con agua corriente y se introdujeron por 15 min a limpieza ultrasónica. Las piezas dentales fueron conservadas en frascos estériles de 10 mL, con 5 mL de formol al 10%.



Fig. 10 Premolar humano.
Fuente propia.



Fig.11 Conservación de muestras en Formol al 10%.
Fuente propia.

II. Eliminación de la porción coronaria.

- Se realizó la eliminación de la parte coronaria de todas las piezas con el objetivo de estandarizar la longitud de trabajo de los conductos radiculares. Esto se hizo mediante el uso de un disco de carburo

(Densplay Maillefer) con una pieza de baja velocidad; posteriormente con una fresa de rueda de carro diamantada (Densplay Maillefer) se eliminaron las irregularidades del tercio coronal y se tomo radiografía digital (*Fig.15 y 16 A*).



Fig. 12 Eliminación de la porción coronaria con Disco de carburo
Fuente Propia.

III. Preparación del conducto.

- Se verifico la patenticidad de los conductos con una lima 10 K-file (Densplay Maillefer) sobrepasando el foramen apical y se tomo radiografía digital (*Fig.15 y 16 B*). Se realizó el acceso radicular con fresas Gates Glidden (Densplay Maillefer) en la siguiente secuencia # 5, 4, 3, y 2 hasta tercio medio. Irrigando el conducto entre cada cambio de instrumento con 1 mL de NaOCl al 5.25%.

- Se efectuó la conformación del conducto mediante el sistema rotatorio Protaper de acuerdo con las especificaciones del fabricante a un diámetro apical número 40/.02 a 1 mm. de la longitud total del conducto.



Fig. 13 Sistema rotatorio PROTAPER. Fuente propia

IV. Obturación del conducto con Ca(OH)_2 .

Para obturar los conductos radiculares se utilizó Vitapex (Neo Dental International Inc.), la aguja se introdujo a 3 mm. de la longitud total del conducto y se colocó el Ca(OH)_2 , verificando radiográficamente que el conducto estuviera completamente obturado (*Fig. 15 y 16 C*). Finalmente se colocó una torunda de algodón y una obturación temporal en la entrada del conducto con cemento Provisit (CASA IDEA S.A. DE C.V.). Las piezas fueron conservadas durante una semana al 100% de humedad a temperatura ambiente.

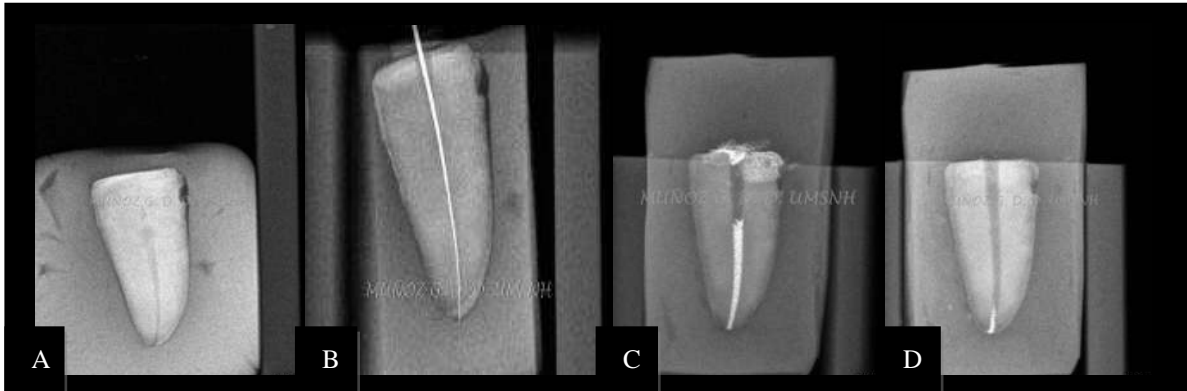


Fig. 14 Control radiográfico digital del procedimiento metodológico (Grupo A). Fuente propia

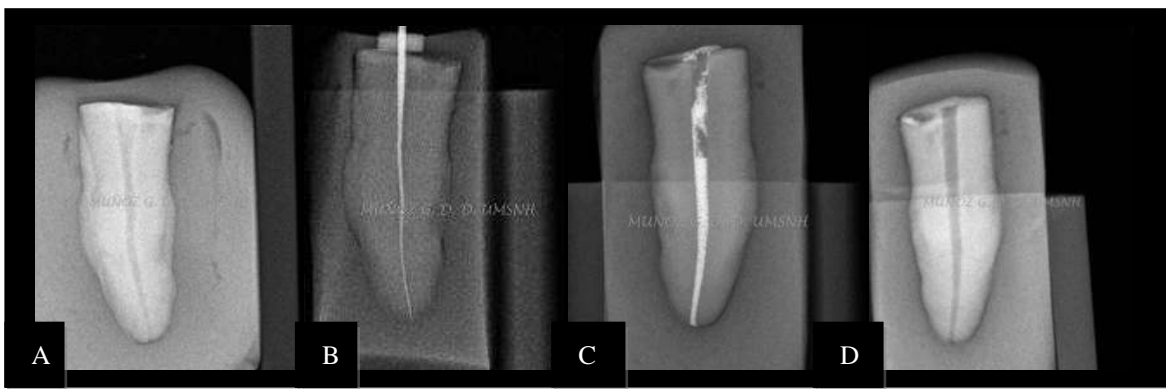


Fig. 15 Control radiográfico digital del procedimiento metodológico (Grupo B). Fuente propia.



FIG. 16 VITAPEX



Fig. 17 Muestra obturada con Ca(OH)₂
Fuente propia.

V. Eliminación de la Medicación Intraconducto.

Las piezas fueron divididas aleatoriamente (n= 20) en dos grupos.

En el **grupo A** se empleo el protocolo de limpieza con una lima manual activada con ultrasonido el cual se describe a continuación.

- A) Se retiro el provisit y el algodón de la muestra (*Fig. 17. A*),
- B) Se irriego con 2 mL de NaOCl (*Fig. 17. D*),
- C) Se introdujo la lima Flexofile #30 (Densplay Maillefer) a 2 mm de la LTT dando un cuarto de giro a la lima y con movimientos de entrada y salida se retiro la mayor cantidad de medicación intraconducto (*Fig. 17. B*),
- D) Se inundo el conducto con 2 mL de NaOCl (*Fig. 17. C*),
- E) Se introdujo la lima diámetro 30 en el conducto y se vibro con el ultrasonido de endodoncia *Varius 350* (NSK) utilizando la punta *E4* (NSK) al nivel de potencia de salida *E #3* durante 1 min. (*Fig. 17. E*),
- F) Esta acción fue repetida 2 veces más,
- G) Finalmente se seco el conducto con puntas de papel diámetro 40 (HYGENIC),
- H) Se tomo radiografía digital (*Fig. 15. D*).



Fig. 18 Protocolo de limpieza con una lima manual activada con ultrasonido (GRUPO A).
Fuente propia.

En el **grupo B** se empleo el protocolo de limpieza con una aguja activada con ultrasonido el cual se describe a continuación.

- A) Se retiro el provisit y el algodón de la muestra (*Fig. 18. A*),
- B) Se irriego con 2 mL de NaOCl (*Fig. 18. D*),
- C) Se introdujo la lima Flexofile #30 (Densplay Maillefer) a 2 mm de la LTT dando un cuarto de giro a la lima con movimientos de entrada y salida retirándose así la mayor cantidad de medicación intraconducto (*Fig. 17. B*),
- D) Se inundo el conducto con 2 mL de NaOCl (*Fig. 18. C*),
- E) Se introdujo la aguja Endo- Eze (Ultradent Products Inc.) en el conducto a 2 mm y se vibro con el ultrasonido de endodoncia *Varius 350* (NSK) utilizando la punta *E4* (NSK) al nivel de potencia de salida *E #3* durante 1 min. (*Fig. 18. E*),
- F) Esta acción fue repetida 2 veces más,
- G) Finalmente se seco el conducto con puntas de papel diámetro 40 (HYGENIC),
- I) Se tomo radiografía digital (*Fig. 16. D*).

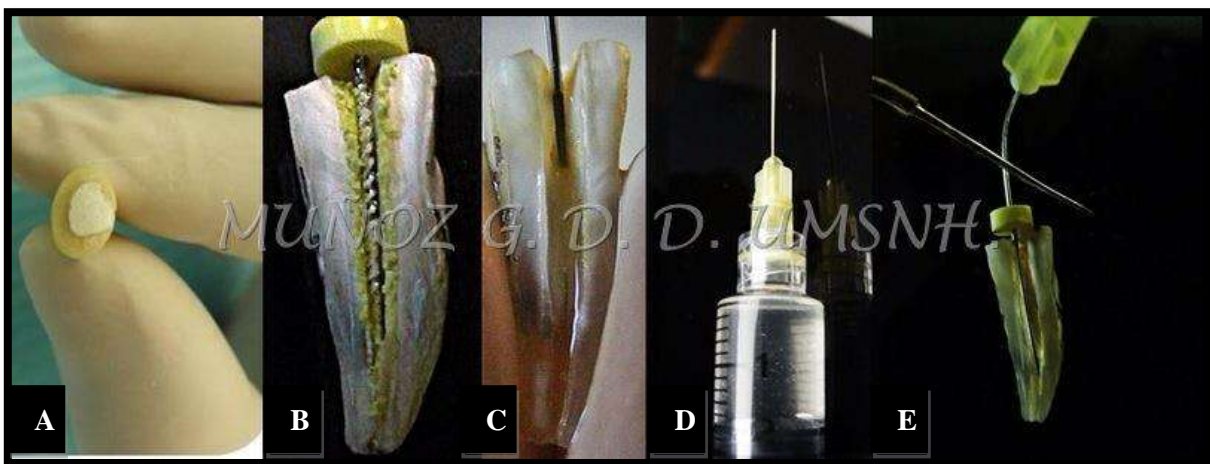


Fig. 17 Protocolo de limpieza con una aguja activada con ultrasonido (GRUPO B). Fuente propia.

VI. Sección de las piezas.

1. Cada muestra fue seccionada en dos a lo largo de su eje axial haciendo surcos en la superficie radicular en sentido vestibulo lingual con un disco de carburo sin llegar al conducto; se terminaron de seccionar con un cincel y martillo para exponer el total del área del conducto.
2. Las piezas se expusieron a la luz del sol durante 24 horas en un recipiente de cristal.
3. Las mitades seleccionadas fueron llevadas al Instituto de Investigaciones Metalúrgicas (UMSNH) para realizar el baño de metal a base de Cobre y Oro.



Fig. 18 Muestras seccionadas
Fuente Propia



Fig. 19 Muestras metalizadas
Fuente Propia

VII. Análisis de las muestras.

El análisis de las muestras se hizo mediante el MEB del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas (UMSNH) para obtener imágenes a magnificaciones de 20X, 1000X y 2500X. Para analizar las muestras se seleccionó la zona media del tercio apical.



Fig. 20 Microscopio Electrónico de Barrido; Fig. 21 Muestras seccionadas colocadas en la platina del MEB; Fig. 22 Ejemplificación de la zona media del tercio apical. Fuente Propia.



Fig. 23 Fotografía tomada con el MEB a 20X. Fuente propia.

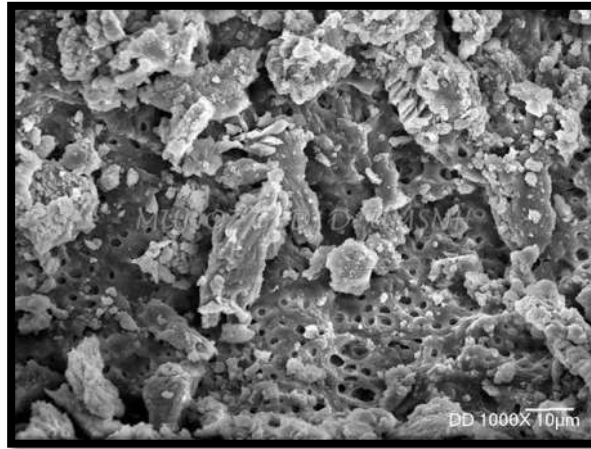


Fig. 24 Fotografía tomada con el MEB a 1000X. Fuente propia.

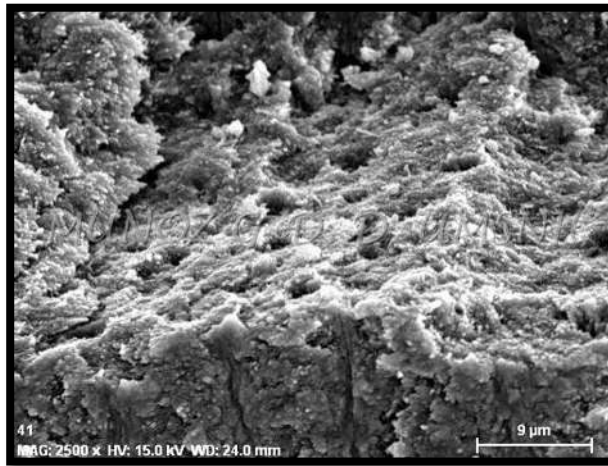


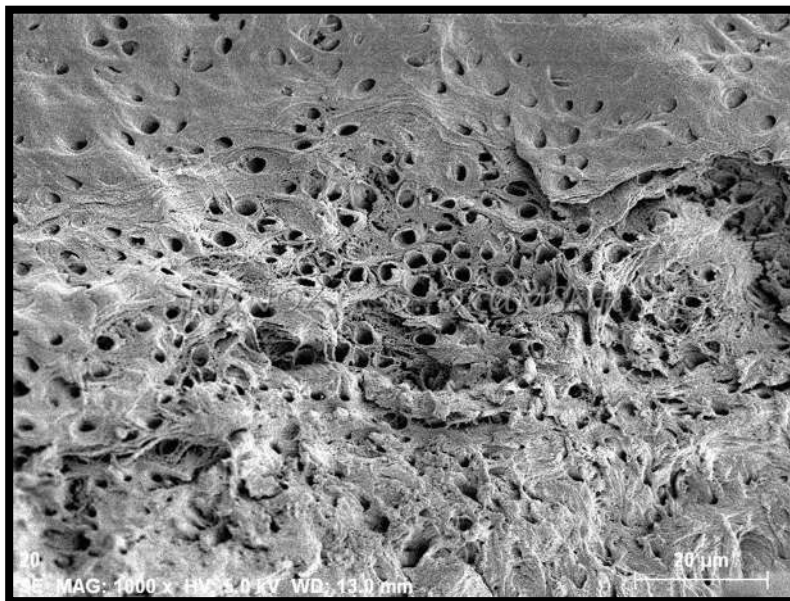
Fig. 25 Fotografía tomada con el MEB a 2500X. Fuente propia.

Primeramente se analizaron diez muestras, las cuales se dividieron en dos grupos, uno de control negativo, que consistió en observar 5 piezas mediante MEB libres de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y 5 piezas obturadas con la medicación intraconducto, para control positivo.

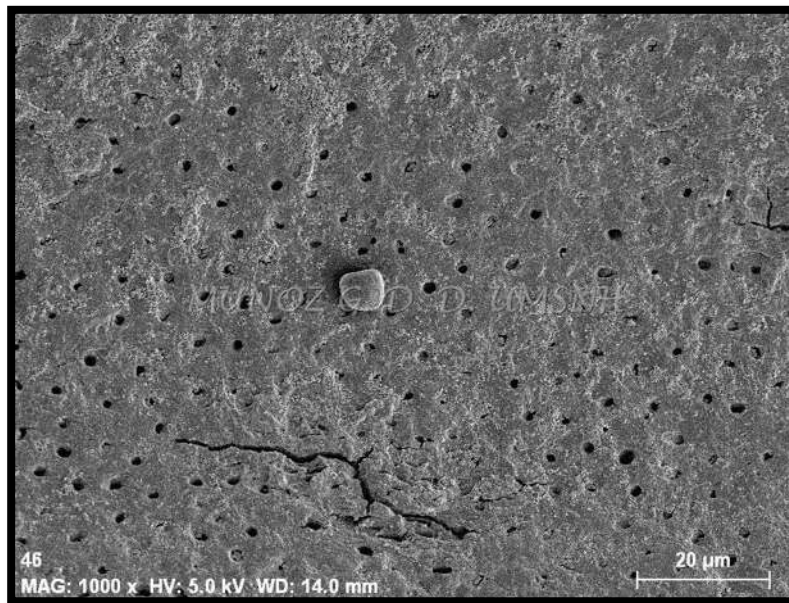
Posteriormente se procedió a obtener las microfotografías de todas las muestras. Una vez concluido este proceso, se eligieron únicamente las imágenes a magnificaciones de 1000X para efectuar la evaluación.

El análisis se realizó bajo el criterio de 4 especialistas en Endodoncia basándose en la escala de Rome para realizar la comparación entre ambas técnicas (GRANDINI, 2002). Las imágenes se mostraron en una presentación Power Point, mostrándoles inicialmente los grupos control, posteriormente las microfotografías se organizaron aleatoriamente. Registrando los siguientes valores:

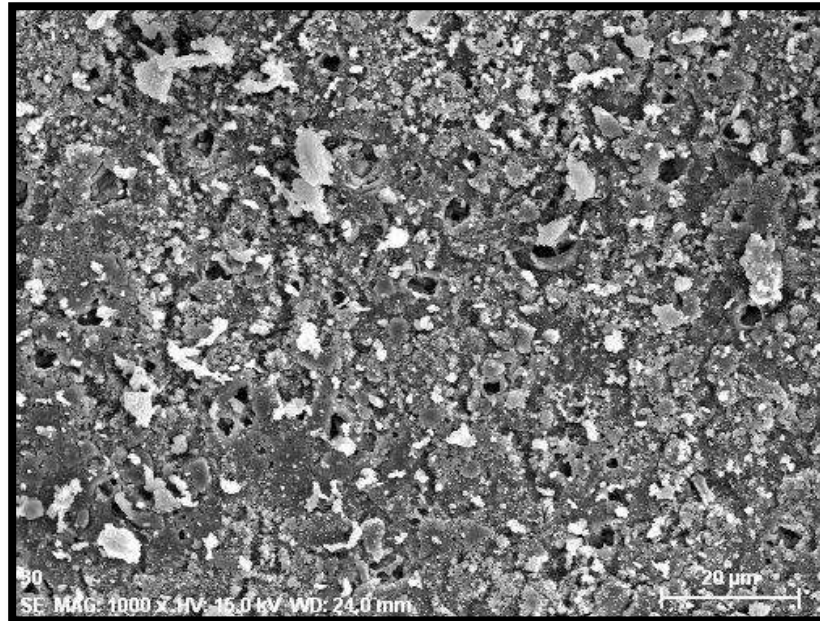
0. Túbulos abiertos libres de medicamento intraconducto.
1. Medicamento intraconducto presente solo en la entrada de los túbulos.
2. Una delgada capa de medicamento intraconducto cubre la superficie del conducto.
3. Una gruesa capa de medicamento intraconducto cubre la superficie del conducto.



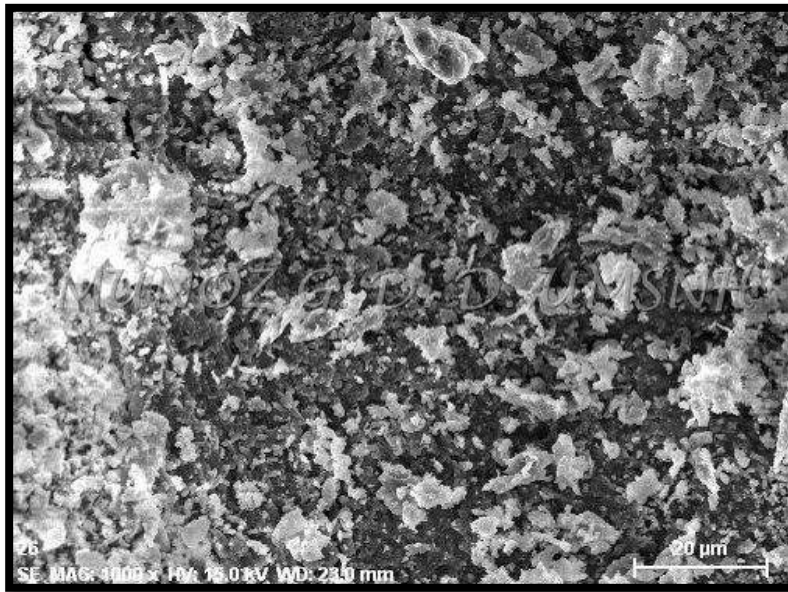
0. Túbulos libres de Ca(OH)_2 .
Fuente propia.



1. Ca(OH)_2 solo en la entrada de los conductos
Fuente propia.



2. Una delgada capa de Ca(OH)_2 cubre la superficie del conducto.
Fuente propia.



3. Una gruesa capa de Ca(OH)_2 cubre la superficie del conducto. Fuente propia

VIII. Análisis bioestadístico.

Los valores naturales se registraron en una tabla de Excel, calculando media aritmética y desviación estándar.

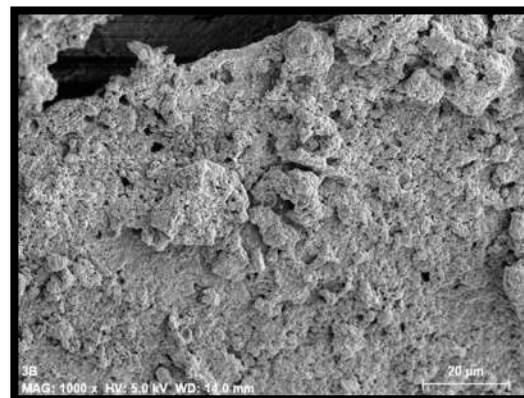
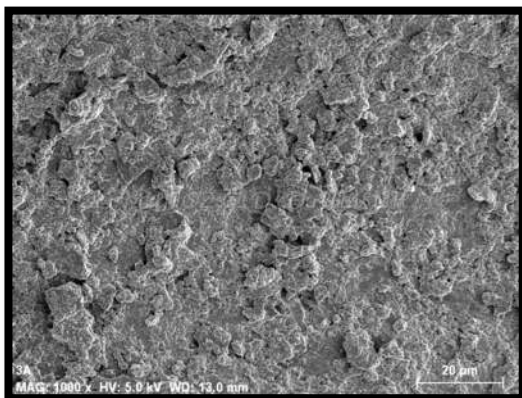
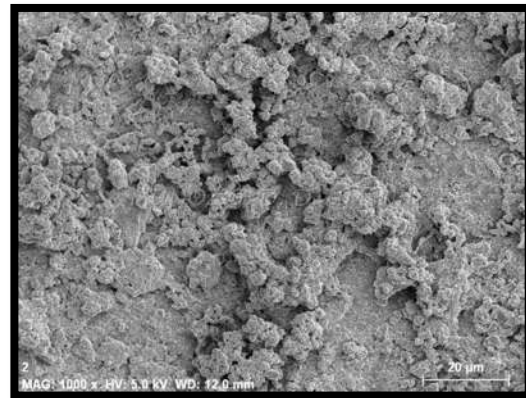
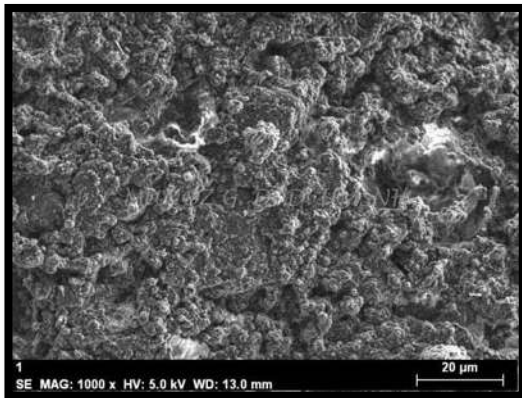
Consecutivamente se obtuvo la estadística inferencial a través de la prueba T Student por comparación de medias a IC del 95% y $\alpha/2= 0.05$.

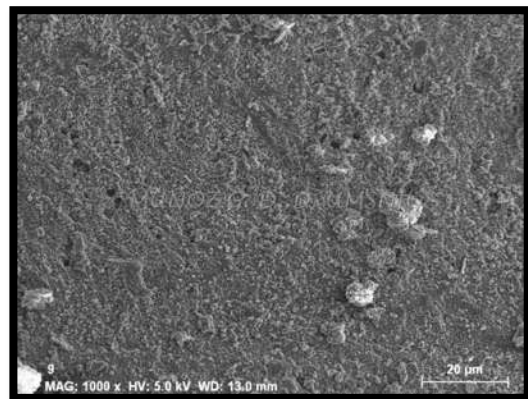
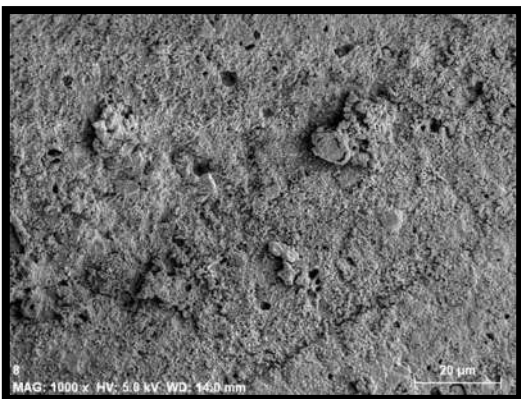
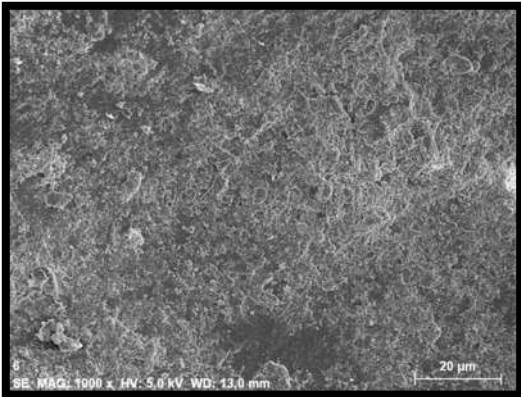
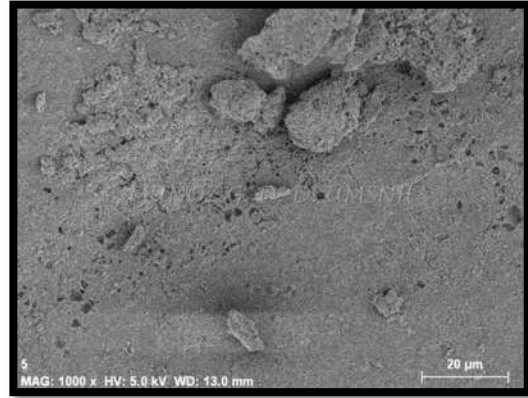
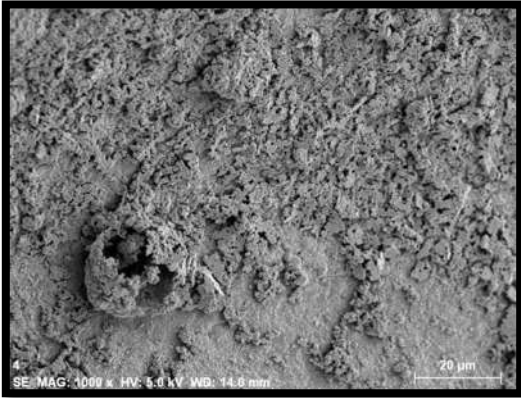
9. RESULTADOS.

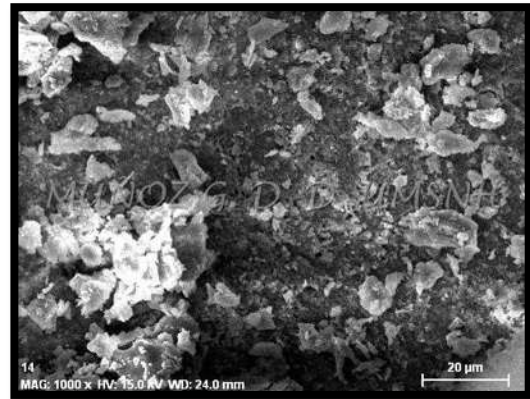
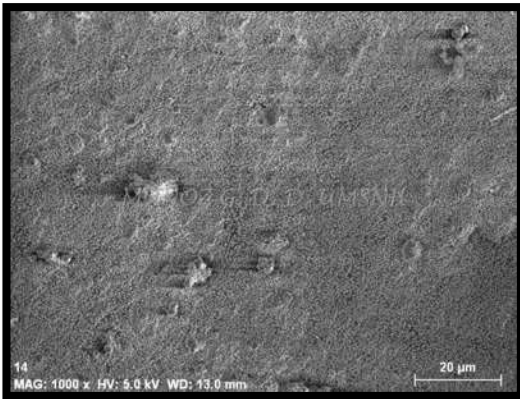
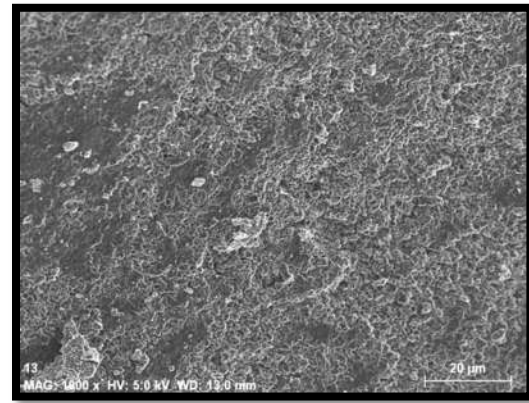
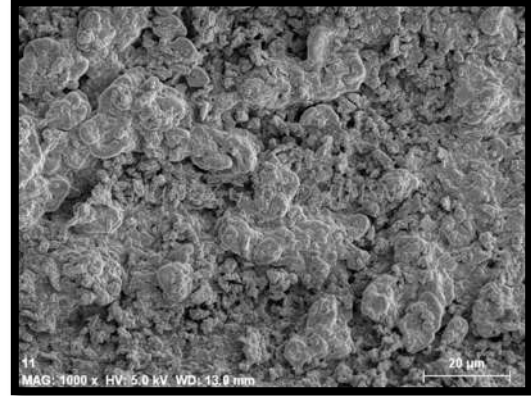
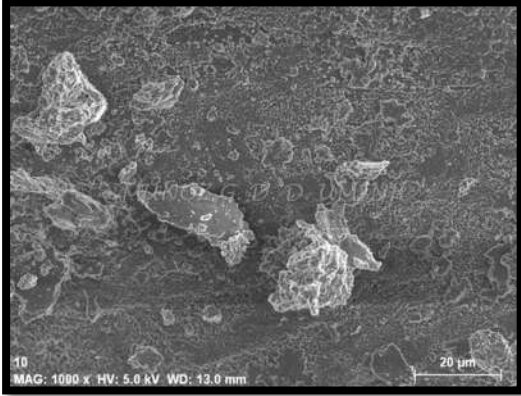
9.1 Fotografías tomadas con el Microscopio Electrónico de Barrido

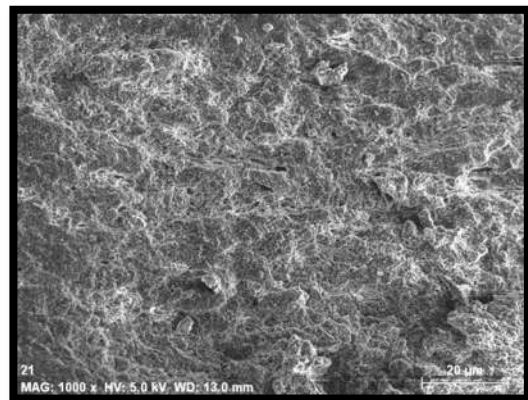
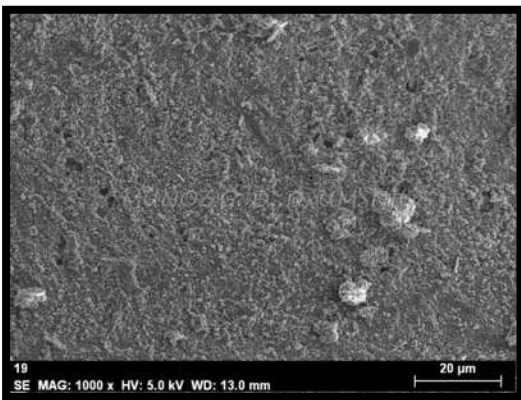
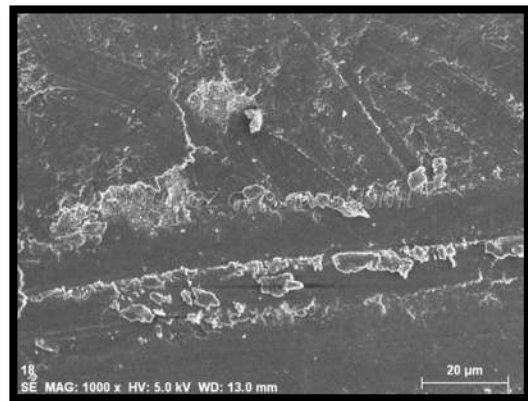
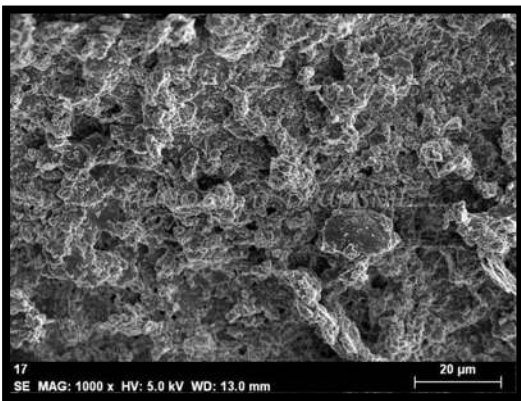
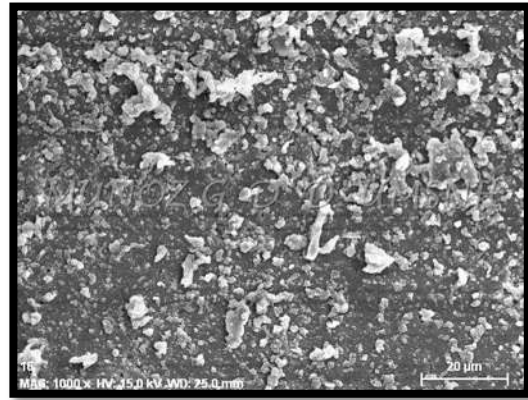
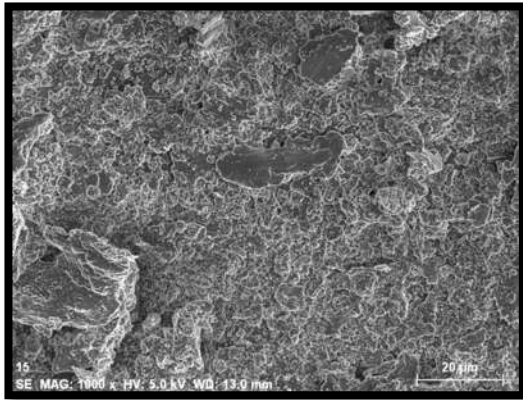
Fotografías tomadas con el microscopio electrónico de barrido de las 50 muestras analizadas a una magnitud de 1000X.

- I. Fotografías tomadas con el Microscopio Electrónico de Barrido al grupo de muestras donde el protocolo de limpieza fue con una lima manual activada con ultrasonido, a una magnitud de **1000X**.

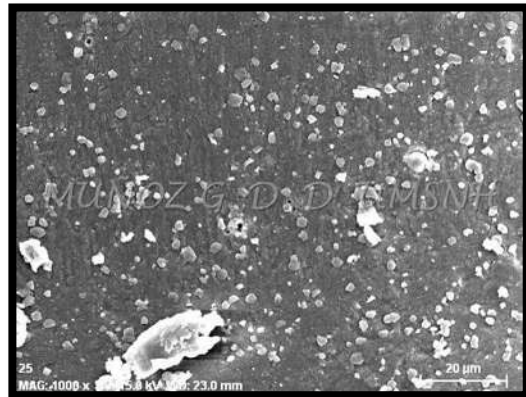
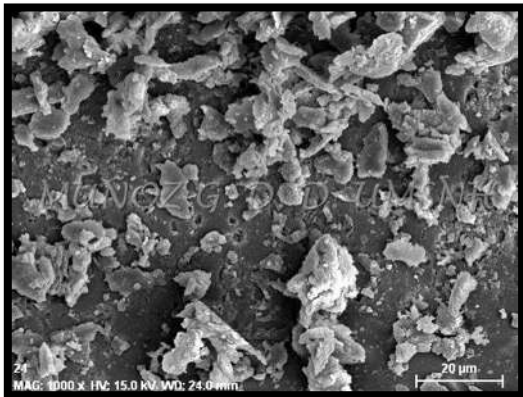
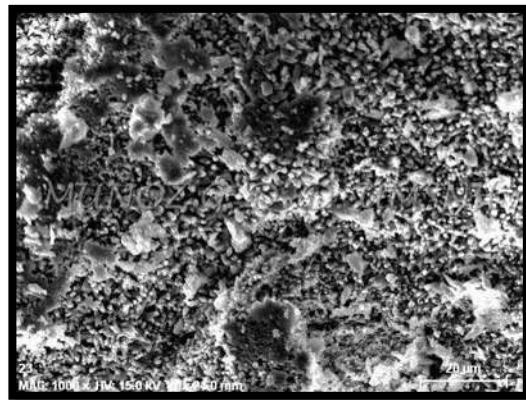
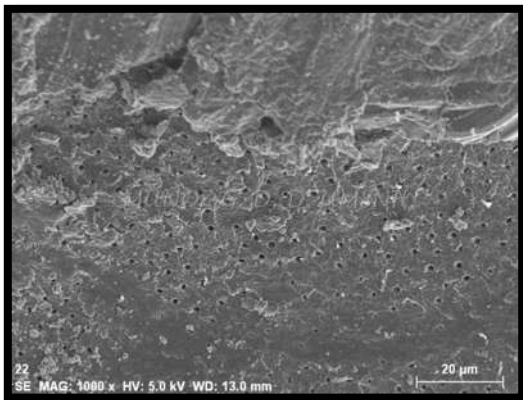


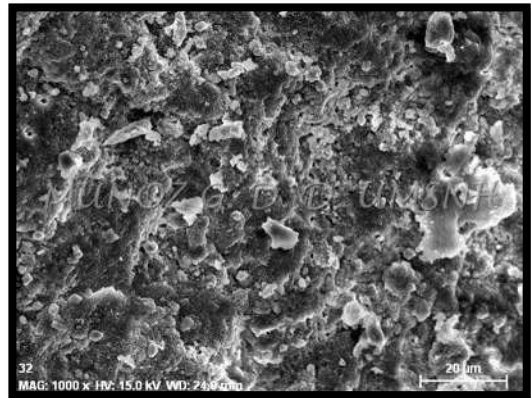
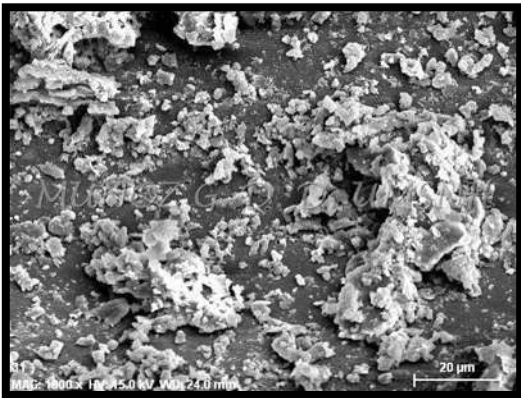
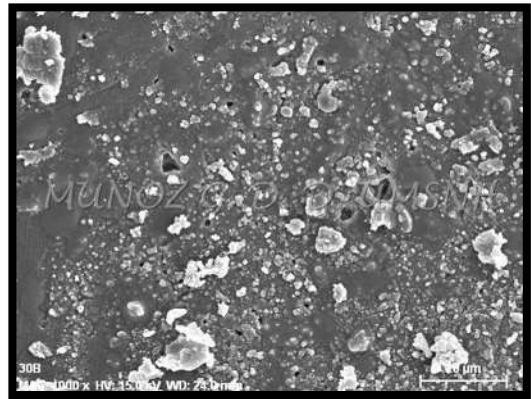
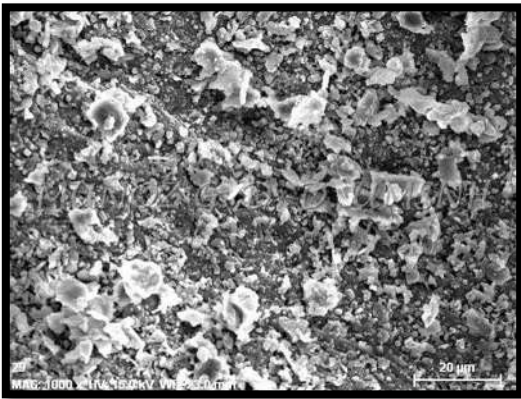
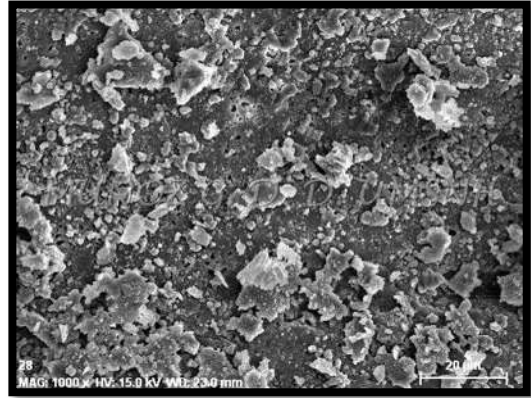
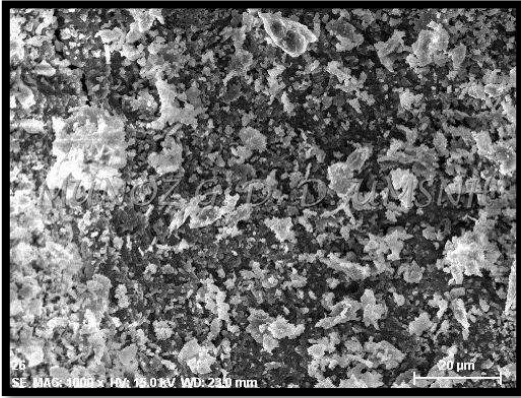


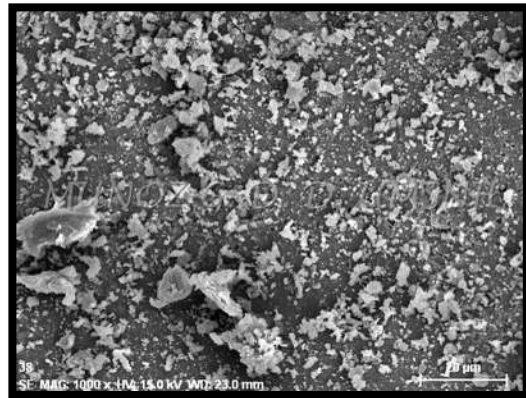
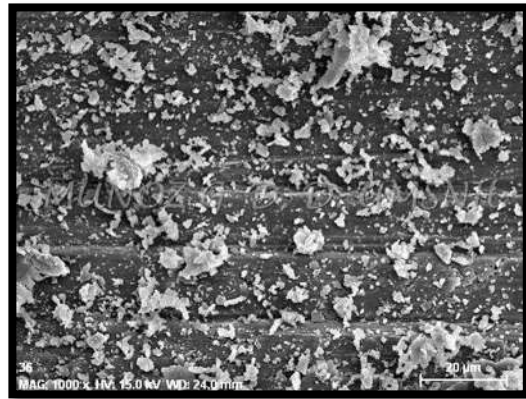
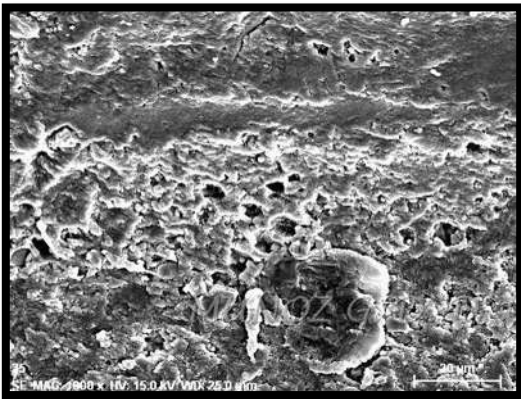
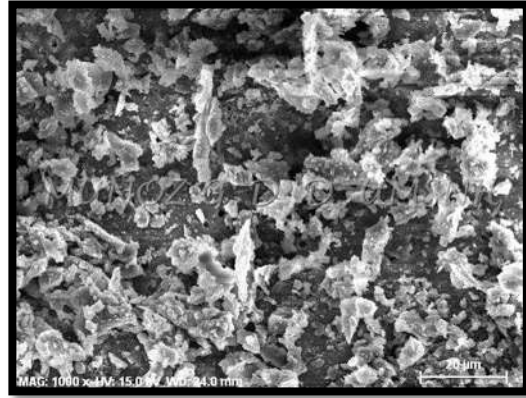
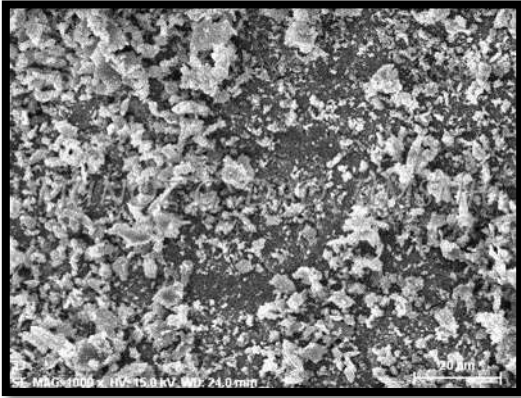


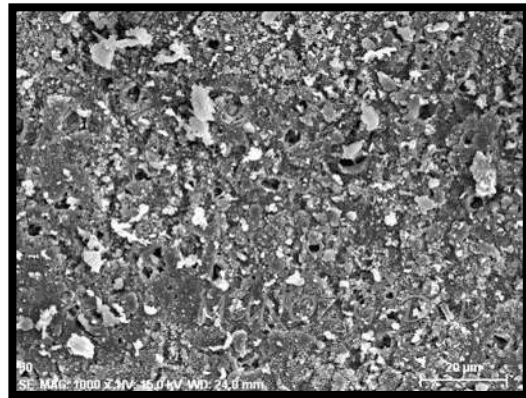
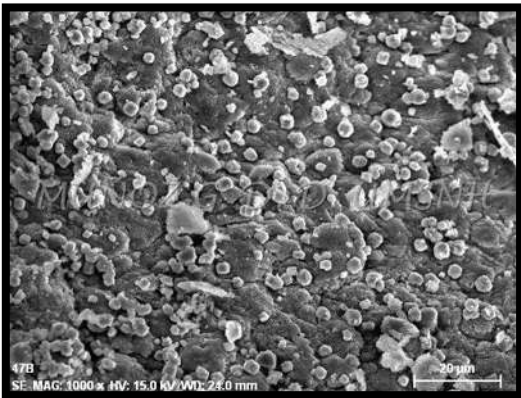
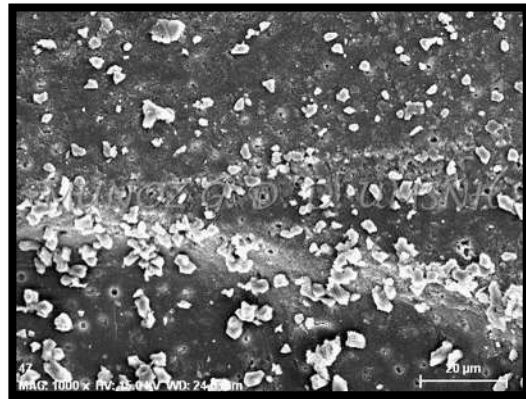
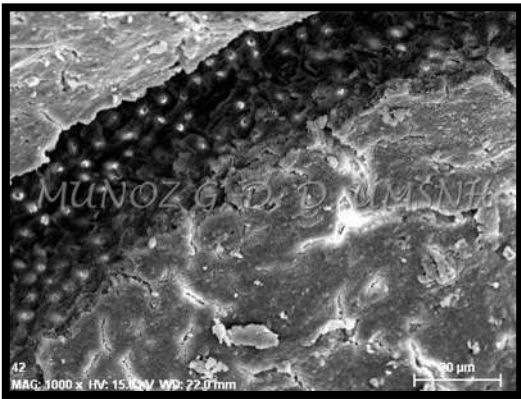
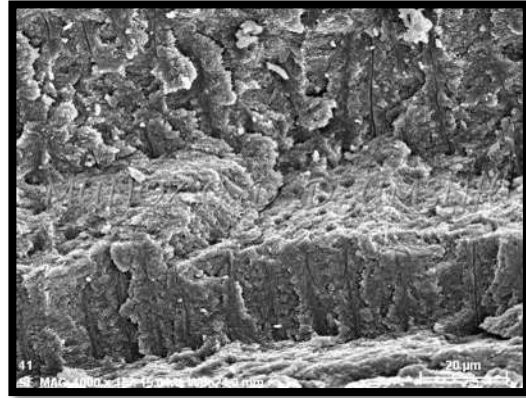
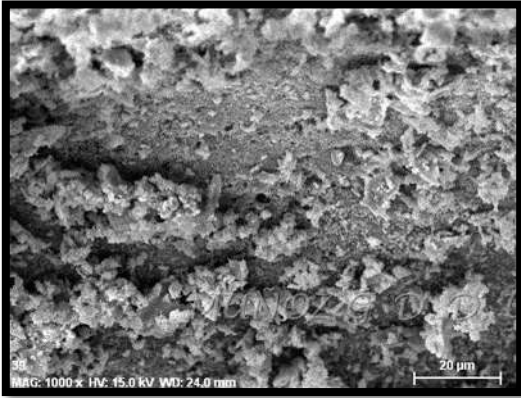


- II. Fotografías tomadas con el Microscopio Electrónico de Barrido al grupo de muestras donde el protocolo de limpieza fue con una aguja activada con ultrasonido, a una magnitud de **1000X**.

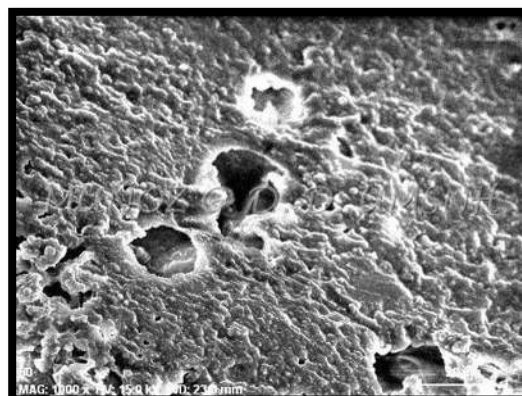
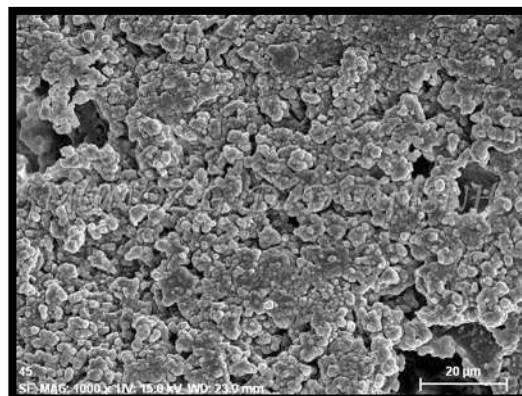
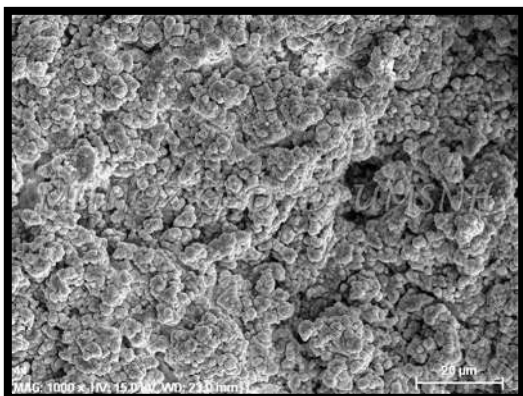
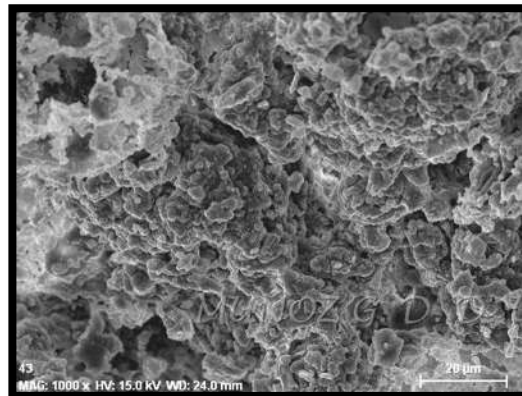
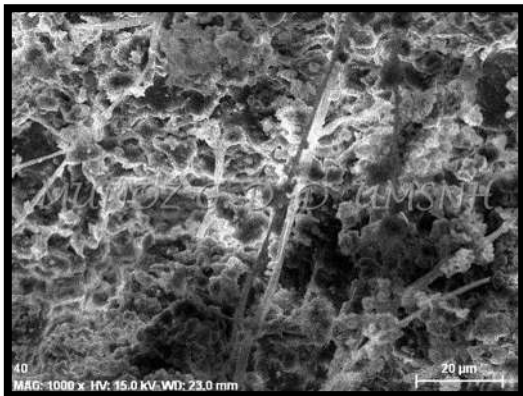




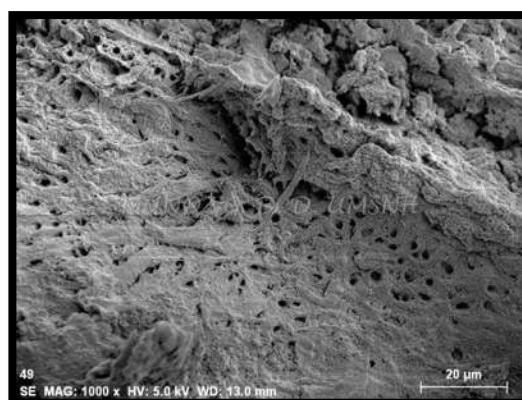
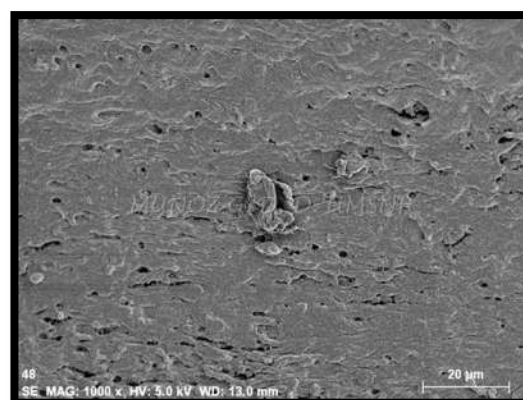
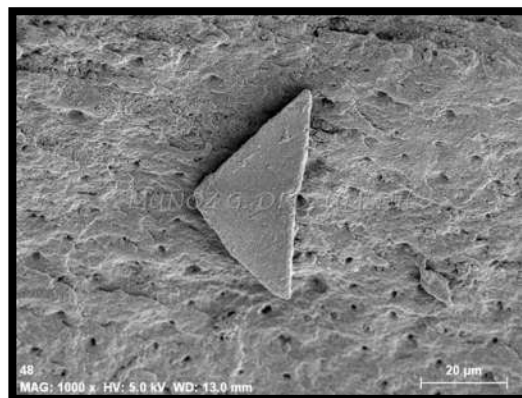
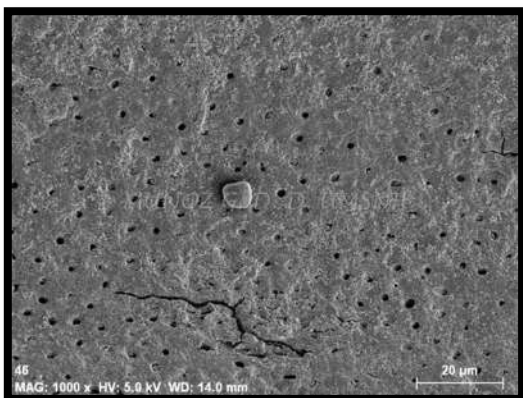
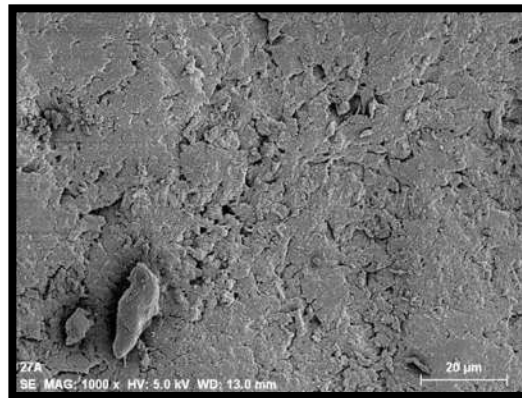
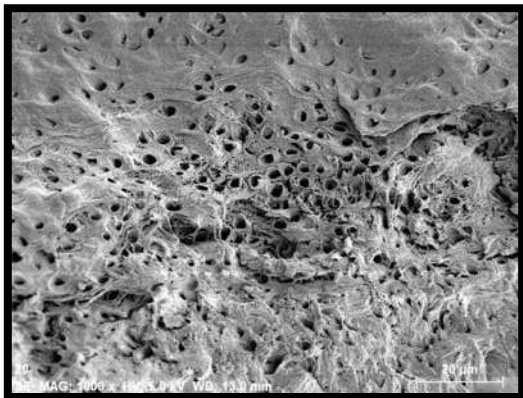




III. Fotografías tomadas con el Microscopio Electrónico de Barrido al grupo de muestras donde no se realizó ningún protocolo de limpieza, siendo el grupo control positivo "C", a una magnitud de **1000X**.



IV. Fotografías tomadas con el Microscopio Electrónico de Barrido al grupo de muestras donde no se realizó ningún protocolo de limpieza, siendo el grupo control negativo "D", a una magnitud de **1000X**.



9.2 TABLAS DE RESULTADOS.

TABLA 2. GRUPO CONTROL POSITIVO, EVALUACION DE LAS MUESTRAS LIBRES DE HIDRÓXIDO DE CALCIO

| MUESTRA | EVALUADOR 1 | EVALUADOR 2 | EVALUADOR 3 | EVALUADOR 4 | MEDIA |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 40 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2.5 |
| 43 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 44 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 45 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2.75 |
| 50 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2.75 |

TABLA 3. GRUPO CONTROL NEGATIVO, EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS OBTURADAS CON HIDRÓXIDO DE CALCIO

| MUESTRA | EVALUADOR 1 | EVALUADOR 2 | EVALUADOR 3 | EVALUADOR 4 | MEDIA |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2.5 |
| 46 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0.25 |
| 48 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1.75 |
| 49 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1.25 |

TABLA 4. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A 4 ESPECIALISTAS EN ENDODONCIA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS MICROFOTOGRAFÍAS PERTENECIENTES A EL PROTOCOLO DE LIMPIEZA CON UNA LIMA MANUAL ACTIVADA CON ULTRASONIDO.

| MUESTRA | EVALUADOR 1 | EVALUADOR 2 | EVALUADOR 3 | EVALUADOR 4 | MEDIA |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2.75 |
| 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2.5 |
| 5 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1.75 |
| 6 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2.25 |
| 7 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2.5 |
| 8 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1.75 |
| 9 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 10 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 11 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 12 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2.5 |
| 13 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2.25 |

Evaluación in vitro de la Remoción de la Medicación Intraconducto con dos Protocolos de Limpieza

| | | | | | |
|----|---|---|---|---|------|
| 14 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2.25 |
| 15 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2.5 |
| 17 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2.25 |
| 18 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2.5 |
| 19 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 21 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 22 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0.75 |

TABLA 5. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A 4 ESPECIALISTAS EN ENDODONCIA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS MICROFOTOGRAFÍAS PERTENECIENTES AL PROTOCOLO DE LIMPIEZA CON AGUJA ACTIVADA CON ULTRASONIDO

| MUESTRA | EVALUADOR 1 | EVALUADOR 2 | EVALUADOR 3 | EVALUADOR 4 | MEDIA |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 16 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2.25 |
| 23 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2.5 |
| 24 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 25 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| 26 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2.5 |
| 28 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1.75 |
| 29 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2.25 |
| 30 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1.25 |
| 31 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 32 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2.25 |
| 33 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2.5 |
| 34 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 35 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1.75 |
| 36 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| 37 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.5 |
| 38 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2.25 |
| 39 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1.5 |
| 41 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1.75 |
| 42 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1.25 |
| 47 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1.25 |

TABLA. 6 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

| LIMA | AGUJA | POSITIVO | NEGATIVO |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| $\bar{x} \pm S$ | $\bar{x} \pm S$ | $\bar{x} \pm S$ | $\bar{x} \pm S$ |
| 2.32 ± 0.54 | 1.92 ± 0.41 | 2.8 ± 0.20 | 1.15 ± 1.03 |

10. DISCUSIÓN.

El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sigue siendo el material más utilizado por los clínicos ya sea como medicamento intraconducto o bien, como obturación temporal (*JOE, Uses of Calcium Hydroxide: An Online Study Guide, 2008 e87- e91*).

Lograr una remoción efectiva del $\text{Ca}(\text{OH})_2$, evita la interferencia de este con la subsecuente obturación, no obstante tal objetivo depende de varios factores, como por ejemplo: anatomía del conducto (grado de curvatura), el tipo solución química, la profundidad de penetración de la misma y el uso algunos instrumentos auxiliares durante el proceso de irrigación.

Actualmente, se han descrito varios protocolos de irrigación junto con el uso de varios dispositivos para la eliminación del $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Uno de ellos es la irrigación ultrasónica basada en que el ultrasonido produce una cavitación logrando un efecto sinérgico y creando una *microcorriente acústica*, lo que genera calor y un movimiento oscilatorio dentro del conducto instrumentado.

Las limas activadas ultrasónicamente tienen la posibilidad de preparar y debridar mecánicamente los conductos radiculares por lo que este sistema ha demostrado que la limpieza del conducto es significativamente mejor a que si únicamente se realizara una instrumentación rotatoria o manual y una irrigación convencional. (*Lambrianidis, 1999; Kenee, 2006; Sluis, 2006; Burlison, 2007*).

De acuerdo con los resultados obtenidos y bajo las condiciones en las que este estudio fue evaluado, el protocolo de limpieza con aguja de irrigación activada con ultrasonido (B) permitió una mejor remoción del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al obtenerse un índice de 2.32 ± 0.54 según la escala de Rome ($P < 0.05$), respecto al índice obtenido por el protocolo de limpieza con una lima manual activada con ultrasonido (A) (1.92 ± 0.41), por lo tanto la hipótesis de trabajo es aceptada (HI: B > A).

En varios estudios se observó una mayor remoción de tejido orgánico con la activación ultrasónica, ya que mejora el contacto del irrigante con la superficie del conducto llevándolo a lugares inaccesibles y áreas sin instrumentar, sin embargo, no obtuvieron éxito a nivel apical. (*Lambrianidis, 1999; Kenee, 2006; Sluis, 2006; Burleson, 2007*).

Por su parte, *Scott Jensen (1999)* activó una lima número 15 durante 3 minutos en conductos con una preparación apical diámetro 55; sin embargo, demostró una falta de limpieza a nivel apical, explicando que se debe a un exceso de activación ultrasónica, por lo que sugiere hacerlo a intervalos de tiempo más cortos.

Cemal Tinaz (2006) y Huang (2008) mencionan que en un diámetro mayor a 40 en la preparación final podría haber un mejor intercambio del irrigante dentro del conducto y de este modo obtener una mayor remoción de barro dentinario.

Carlos Canalda y Ahman (2001) postulan que bajo la acción de ondas de choque que provoca el ultrasonido se produce una erosión mecánica de las paredes del conducto ya que la mayor cantidad de oscilación se produce en el extremo apical de la lima.

Tyson y colaboradores (2012) mencionan que al aumentar la intensidad del ultrasonido se incrementa la amplitud de oscilación de la lima, esto, producirá que el movimiento de la solución aumente significativamente.

Hsieh y colaboradores (2006) sugieren que entre mayor amplitud presente el conducto y menor sea el diámetro del instrumento activado aumentará el efecto de turbulencia de la solución irrigante, lo que causará mayor movimiento de partículas y por lo tanto provocará retención de viruta dentinaria y microorganismos, a este efecto se le denomina "Teoría del Túnel de Viento". Además demostró que las agujas de calibre 27 colocadas a 3 mm del ápice fueron más efectivas para eliminar viruta dentinaria, comparado con las agujas de menor diámetro.

En esta investigación la aguja obtuvo mejores resultados que la lima al activarla con ultrasonido, creemos que aun cuando ambos instrumentos fueron accionados a la misma potencia y se colocaron a la misma distancia del ápice; la lima pudo ser un poco más flexible, por lo que al momento de accionarla con el ultrasonido el efecto de oscilación fue mayor, ocasionando así la retención del medicamento intraconducto y debris dentinario. Por ello consideramos que nuestro estudio concuerda con las investigaciones anteriormente citadas.

11. CONCLUSIONES.

Se concluye que la remoción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como medicamento intraconducto es más eficaz con el protocolo de limpieza con una aguja de irrigación activada con ultrasonido, respecto al protocolo de limpieza con lima manual activada con ultrasonido.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. ABOU- RASS M., OGLESBY S.W., The effects of temperature, concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. 1981. 7 (8) 376- 377.
2. AL- NAZHAN S., AL- OBAIDA M. Effectiveness of a 2% chlorhexidine solution mixed with calcium hydroxide against *Candida albicans*. Aust Endod J. 2008. 34: 133- 135.
3. American Dental Association. Specification #57 for endodontic filling materials. J Am Dent Assoc 1984; 108:88.
4. ASSED B. R., LEONARDO M.R., ASSED B.L., FACCIOLI L.H., IVO D.M.A. Effect of a calcium hydroxide- based paste associated to chlorhexidine on RAW 264.7 macrophage cell line culture. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008. 106: e44- e51.
5. ATHANASSIADIS B., ABBOTT P.V., WALSH L.J., The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. Australian Dental Journal Supplement 2007. 52: 1
6. AYHAN H., SULTAN N., CIRAK M., RUHI M. Z., BODUR H., Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. International Endodontic Journal 1999. 32: 99- 102.
7. BERBER V.B, GOMES B.P.F.A., SENA N.T., VIANNA M.E., FERRAZ C.C.R., ZAIA A.A., SOUZA- FILHO F.J. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. International Endodontic Journal. 2006. 39: 10- 17.

8. BRAMANTE CM.,BERBERT A., Influence of time of calcium hydroxide iodoform paste replacement in the treatment of root perforations. Braz. Dent. J 1994; 5:45-51.
9. BURLESON A., NUSSTEIN J., READER A., BECK M., The In Vivo Evaluation of Hand/Rotary/Ultrasound Instrumentation in Necrotic, Human Mandibular Molars. J Endod 2007;33:782–787.
- 10.CAGIN Y.A., AKSOY A., ERTAS E., GÜVENC D., The pH changes of calcium hydroxide mixed with six different vehicles. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007. 103:712- 7.
- 11.CANALDA S, C. “Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas”. Masson. 2001.
- 12.COHEN, S. BURNS, R. “Vías de la Pulpa”. Harcourt. 1999. 539.
- 13.DEVEAUX E., DUFOUR D., BONIFACE B. Five methods of calcium hydroxide intracanal placement. An in vitro evaluation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2000. 89: 349- 355.
- 14.EL KARIM I., KENNEDY J., HUSSEY D., The antimicrobial effects of root canal irrigation and medication. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007. 103: 560- 569.
- 15.ERTEN H., ORSTAVIK D., Growth at high pH increases Enterococcus faecalis adhesion to collagen. International Endodontic Journal. 2005. 38: 389- 396.

16. ESTRELA C., ESTRELA CRA., BAMMANN LL., PECORA JD. Two Methods to evaluate the Antimicrobial Action of Calcium Hydroxide Paste. J. Endod. 2001. 27(12).
17. ESTRELA C., PIMENTA F.C., YOKO I.I., LUSCHKE B. Antimicrobial Evaluation of Calcium Hydroxide in Infected Dentinal Tubules. J Endod. 1999. 25 (6)
18. FIGDOR D., SUNDQVIST G. A big role for the very small- understanding the endodontic microbial flora. Australian Dental Journal Supplement 2007. 52 (1).
19. FIGUEIREDO A. B.P., RANDI F.C.C., GARRIDO F.D., ROSALEN P.L., AUGUSTO Z.A., BATISTA T. F., DE SOUZA- FILHO F.J. Microbial susceptibility to Calcium Hydroxide Pastes and Their Vehicles. J Endod 2002. 28 (11).
20. FIGUEIREDO A.B.P., ELI V.M., TEIXEIRA S.N., AUGUSTO Z.A., RANDI F.C.C., DE SOUZA F.F.J. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of calcium hydroxide combined with chlorhexidine gel used as intracanal medicament. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006. 102: 544- 50.
21. GRANDINI SIMONE. Evaluation Of Glyde File Preparation In Combination With Sodium Hypoclorite As A Root Canal Irrigant. J Endod 2002. 28 (4).
22. GU L., RYUL K.J., LING J., KYU C. K., PASHLEY D.H., TAY F.R., Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. J Endod 2009; 35 791- 804.

23. GUTARTS R., NUSSTEIN J., READER A. Y BECK M. In Vivo debridment Efficacy of Ultrasonic Irrigation Following Hand- Rotary Instrumentation in Human Mandibular Molars. J Endod 2005. 31 (3).
24. HERRERO DE MORAIS C.A., BERNARDINELI N., GARCIA R.B., DUARTE M.A.H., GUERIZOLI D.M.Z. Evaluation of tissue response to MTA and Portland cement with iodoform. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006; 102: 417- 21.
25. HIDALGO VARGAS, FI. Estudio Comparativo De La Morfología Del Conducto Radicular Producida Después De La Instrumentación Ultrasónica Y Manual. Notas de Endodoncia. ene-mar 1997; 15(1). www.iztacala.unam.mx
26. HIKIBA H., WATANABE E., BARRET JC., TSUITSUI T., Ability of fourteen chemical agents used in dental practice to induce chromosome aberrations in Syrian hamster embryo cells. J Pharmacol Sci 2005; 97: 146- 52.
27. HSIEH. Y.D., GAU C.H., KUNG S.F., SHEN E.C., HSUS P.W., FU E., Dynamic Recording Of Irrigating Fluid Distribution In Root Canals Using Thermal Image Analysis. International Endodontic Journal. 2007. 40, 11- 17.
28. HUANG T-Y., GULABIVALA K. & NG. Y- L. A Bio- molecular Film Ex – Vivo Model to Evaluate the Influence of Canal dimensions and irrigation Variables on the Efficacy of Irrigation. Unit of Endodontology, UCL Eastman Dental institute, London, UK. International Endodontic Journal, 41, 60-71, 2008. P.p. 61, 62, 63 y 66.
29. INGLE Ide John y Cols. ENDODONCIA. 5º Edición. México D.F. Edit. Mc. Graw- Hill. 2000.

30. International Organization for Standardization ISO 6876/2001: Dental Root Sealing Materials.
31. JIANG L. VERHAAGEN B., VERSLUIS M., VAN DER SLUIS. Evaluation of a Sonic Device Designed to Activate Irrigant in the Root Canal. J Endod 2010. 36: 143- 146.
32. KENEE D.M., ALLEMANG J.D., JOHNSON J.D., HELLSTEIN J., NICHOL B.K., A Quantitative Assessment of Efficacy of Various Calcium Hydroxide Removal Techniques. J Endod 2006; 32: 563–565.
33. KHABIRI M., ZARE J.M., FEIZIANFARD M., ATAEE K.R., Comparison of Irrigation Penetration into the Apical Part of Canals in Hand and Rotary Instrumentations. Dental Research Journal 4 (1). 2007. 26-29.
34. LAMBRIANIDIS T., KOSTI E, BOUTSIUKIS C., MAZINIS M., Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medicaments from the root canal. International Endodontic Journal 2006. 39, 55–61.
35. LAMBRIANIDIS T., MARGELOS J., BELTES P., Removal efficiency of calcium hydroxide Dressing from the Root Canal . J Endod 25 (2) February 1999.
36. LEE S.J., WU M.K., WESSELINK P.R., The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. International Endodontic Journal 2004. 37: 672- 678.
37. MELTEM D.O., KIYAN M., GERCEKER D., Antimicrobial effect, in vitro, of gutta-percha points containing root canal medications against yeasts and

Enterococcus faecalis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;102:410-6.

38. MONDRAGÓN E. J. ENDODONCIA. México. Edit. Mc. Graw- Hill. 1996.
39. MONDRAGÓN M.A. Comparación de Dos Técnicas de Limpieza Ultrasónica del Sistema de Conductos Radiculares por Medio de la Escala de ROME. CUEPI, 2008.
40. MUNLEY P.J., GOODELL G.G., Comparison of Passive Ultrasonic Debridment Between Fluted and Nonfluted Instruments in Root Canals. J Endod 2007; 33: 578- 580.
41. PALLOTA R.C., RIBEIRO M.S., DE LIMA M. M.E. Determination of the minimum inhibitory concentration of four medicaments used as intracanal medication. Aust Endod J 2007. 33: 107- 111.
42. PARAGLIOLA R., FRANCO V., FABIANI C., MAZZONI A., NATO F., TAY F.R., BRESCHI L., GRANDINI S. Final Rinse Optimization: Influence of Different Agitation Protocols. J Endod 2010. 36: 282- 285.
43. PETERS C.I., KOKA R.S., HIGHSMITH S., PETERS O.A. Calcium hydroxide dressings using different preparation and application modes: density and dissolution by simulated tissue pressure. 2005. 38: 889- 895.
44. PETERS L.B., WESSELINK P.R. Periapical healing of endodontically treated teeth in one and two visits obturated in the presence or absence of detectable microorganisms. International Endodontic Journal. 2002. 35: 660- 667.

45. RADCLIFFE C.E., POTOUIDOU L., QURESHI R., HABAHBEH N., QUALTROUGH A., WORTHINGTON H., DRUCKER D.B. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*. 2004. 37: 438- 446.
46. SAFAVI K., NAKAYAMA T.A. Influence of Mixing vehicle on Dissociation of Calcium Hydroxide in Solution. *J Endod* 2000. 26 (11) 649.
47. SCOTT A. J., WALKER T., HUTTER J., NICOLL B., Comparison Of The Cleaning Efficacy Of Passive Sonic Activation After Hand Instrumentation In Molar Root Canals. *J Endod*. 1999. 25 (11) P.p. 735- 737.
48. SELTZER, S. BENDER, I.B. "Pulpa Dental". *Manual Moderno*. 1987.
49. SIMCOCK R.M., HICKS L.M., Delivery of Calcium Hydroxide: Comparison of Four Filling techniques. *J Endod* 2006. 32: 680- 682.
50. SIQUEIRA J.F., DE UZEDA M., Influence of Different Vehicles on the Antibacterial Effects of Calcium Hydroxide. *J Endod* 1998. 24 (10).
51. SIQUEIRA J.F.JR., LOPES H.P., Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *International Endodontic Journal*. 1999.32: 361- 369.
52. SIRTES G., WALTIMO T., SCHAETZLE M., ZEHNDER M. The effects of Temperature on Sodium Hypochlorite Short- Term Stability, Pulp Dissolution Capacity, and Antimicrobial Efficacy. *J Endod* 2005. 31 (9).
53. SLUIS V.D., GAMBARINI G., WU M. K., WESSELINK P. R., The influence of volumen, type of irrigant and Flushing method on removing artificially placed

dentine debris from the apical root canal Turing passive ultrasonic irrigation. J Endod. 2006. 39. 472- 476.

54. SLUIS V.D., GAMBARINI G., WU M. K., WESSELINK P. R., 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 2007. 40. 52- 57.

55. SLUIS V.D., SIQUEIRA J.F.JR., LOPES H.P., Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. International Endodontic Journal. 1999.32: 361- 369. L.W.M., VERSLUIS M., WU M.K., WESSELINK P.R. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. International Endodontic Journal 2007. 40: 415- 426.

56. SLUTZKI- GOLDBERG I., LIBERMAN R., HELING I. The effects of Instrumentation with Two Different File Types, Each with 2.5% NaOCl Irrigation on the Microhardness of Root Dentin. J Endod. 2002. 28 (4).

57. SOARES J.I., GOLDBERG F. Endodoncia Técnicas y Fundamentos. 2002. Edit. Panamericana

58. STOCK C.J.R., GULABIVALA K., WALKER R.T., GOODMAN J. R. Atlas en color y texto de ENDODONCIA. 1996. 2ª Ed. Edit. Harcourt Brace. 145- 149.

59. SUNDQVIST G., FIGDOR D. Life as an endodontic pathogen Ecological differences between the untreated and root- filled root canals. Endodontic Topics. 2003. 6: 3- 28.

60. TANG G., SAMARANAYAKE L.P., YIP H-K. Molecular evaluation of residual endodontic microorganisms after instrumentation, irrigation and medication with either calcium hydroxide or Septomixine. *Oral Dis* 2004. 10: 389- 397.
61. TANG H.M., NORDBÖ H., BAKLAND L.K., Pulpal response to prolonged dentinal exposure to sodium hypochlorite. *International Endodontic Journal*. 2000. 33: 505- 508.
62. TINAZ C., KARADAG L.S; ALAÇAM T; MIHÇIOGLU T. Evaluation Of The Smear Layer Removal Effectiveness of EDTA Using Two Techniques: An SEM Study. *J Contemp Dent Pract* 2006;7 1:009-016: 2-3 y 6.
63. TYSON O., SEDGLEY C., Comparison of a Continuous Ultrasonic Irrigation Device and Conventional Needle Irrigation in the Removal of Root Canal Debris. *J Endod*. 2012. 38 (9).
64. TORABINEJAD M. A new solution for the removal of the smear layer. *J ENDOD* 2003. 29 (3).
65. TÜRKÜN M., CENGİZ T., The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *International Endodontic Journal*. 1997. 30: 335- 342.
66. University of Connecticut Health Center. School of Dental Medicine, Department of Endodontology Contemporary. 2004- 2005. 207.
67. Uses of Calcium Hydroxide: An Online Study Guide. *J Endod* 2008. 34: e87-e92.
68. WALTON R., TORABINEJAD M. "Endodoncia, Principios y Práctica Clínica". McGraw Hill Interamericana. 1991

69. YAMASHITA J.C. Scanning Electron Microscopic Study of the Cleaning Ability of Chlorhexidine as a root- canal irrigant. International Endodontics Journal. 2003. 36 (2): 391- 394.
70. YOUNG G.R., PARASHOS P., MESSERT H.H., The principles of techniques for cleaning root canals. Australian Dental Journal Endodontic Supplement. 2007. 52:1.
71. ZERELLA J.A., FOUAD A.F., SPANGBERG L.S. Effectiveness of calcium hydroxide and chlorhexidine digluconate mixture as disinfectant during retreatment of failed endodontics cases. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005; 100: 751- 761.
72. ZOU L., SHEN Y., LI W., HAAPASALO M., Penetration of Sodium Hypochlorite into Dentin. J Endod 2010. 36: 793- 796.

13. ANEXOS.

13.1 Encuesta para conocer el uso de la medicación intraconducto entre especialistas en Endodoncia de diferentes ciudades del País.

ENCUESTA

NOMBRE:

EXPERIENCIA LABORAL (CDEE):

1. ¿Utilizas medicación intraconducto?

Si

No

¿Por qué?

2. ¿Qué medicamento empleas?

3. ¿Con qué instrumentos llevas la medicación al interior del conducto?

4. ¿Cómo eliminas la medicación intraconducto?

5. Cuáles son los principales problemas que se te presentan al retirar la medicación intraconducto?

13.2 Hoja de Evaluación del Microscopio Electrónico de Barrido.

HOJA DE EVALUACIÓN

EVALUADOR:

FECHA:

El análisis cualitativo se basa en el siguiente sistema de categoría y puntuación desarrollado por ROME:

0. Túbulos abiertos libres de medicación intraconducto.
1. Medicación intraconducto presente solo en la entrada de los túbulos.
2. Una delgada capa de medicamento intraconducto cubre la superficie del conducto.
3. Una gruesa capa de medicación intraconducto cubre la superficie del conducto.

| MUESTRA | PUNTUACIÓN | MUESTRA | PUNTUACIÓN |
|---------|------------|---------|------------|
| 1 | | 26 | |
| 2 | | 27 | |
| 3 | | 28 | |
| 4 | | 29 | |
| 5 | | 30 | |
| 6 | | 31 | |
| 7 | | 32 | |
| 8 | | 33 | |
| 9 | | 34 | |
| 10 | | 35 | |
| 11 | | 36 | |
| 12 | | 37 | |
| 13 | | 38 | |
| 14 | | 39 | |
| 15 | | 40 | |
| 16 | | 41 | |
| 17 | | 42 | |
| 18 | | 43 | |
| 19 | | 44 | |
| 20 | | 45 | |
| 21 | | 46 | |
| 22 | | 47 | A: B: |

Evaluación in vitro de la Remoción de la Medicación Intraconducto con dos Protocolos de Limpieza

| | | | |
|----|--|----|--|
| 23 | | 48 | |
| 24 | | 49 | |
| 25 | | 50 | |