

**UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**



**“EFICACIA DE LA IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA, SÓNICA Y  
AGITACIÓN MANUAL DINÁMICA EN LA REMOCIÓN DE  
HIDRÓXIDO DE CALCIO DE CONDUCTOS RADICULARES DE  
DIENTES BOVINOS”**

***TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
“ESPECIALISTA EN ENDODONCIA”***

**AUTOR: Odont. Ruth Viviana Intriago Morales  
C.I. 0301406484**

**DIRECTOR: Esp. Andrés Gustavo Vega Yépez  
C.I. 0104151543**

**CUENCA-ECUADOR**

**2017**



## RESUMEN

**Objetivo:** Comparar las técnicas de irrigación: ultrasónica, sónica y la activación dinámica manual en la remoción de Ca(OH)<sub>2</sub> de surcos simulados en dientes bovinos.

**Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio in vitro, en ciento seis incisivos bovinos, cuyos conductos radiculares fueron preparados hasta una lima de diámetro 60. Las raíces se dividieron longitudinalmente para crear un surco a 2mm del ápice que fue llenado con Ca(OH)<sub>2</sub>, luego las mitades fueron reensambladas y tras 7 días de incubación se aplicaron las técnicas: irrigación ultrasónica pasiva (PUI), sónica [Endo Activator (EA)] y activación dinámica manual (MDA), utilizando NaOCl al 5% como irrigante. Se empleó control positivo y control negativo. El análisis de las muestras fue realizado con un estereomicroscopio y se tomaron imágenes con una cámara digital. Dos observadores calibrados ( $Kappa > 0.8$ ) evaluaron la remoción de acuerdo a las puntuaciones de van der Sluis y los resultados fueron analizados mediante la prueba de Chi Cuadrado.

**Resultados:** Los porcentajes de eficacia en la remoción de Ca(OH)<sub>2</sub> fueron del 87,5%; 46,9% y 28,1% para la PUI, EA, MDA respectivamente. El protocolo de irrigación PUI fue superior y obtuvo una diferencia estadísticamente significativa respecto a las otras técnicas evaluadas ( $P < 0,01$ ).

**Conclusiones:** PUI eliminó significativamente más Ca(OH)<sub>2</sub> de los surcos simulados que los protocolos EA y MDA.

**Palabras claves:** Remoción de hidróxido de calcio, irrigación ultrasónica, irrigación sónica, Endo Activator, activación dinámica manual, endodoncia



## ABSTRACT

**Objective:** To compare the irrigation techniques: ultrasonic, sonic and manual dynamic activation in the removal of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  from simulated grooves in bovine teeth.

**Materials and Methods:** An in vitro study was performed on one hundred and six bovine incisors, where their root canals were prepared up to a file of diameter 60. The roots were divided longitudinally to create a groove 2mm from the apex which was filled with  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , then the halves were reassembled and after 7 days of incubation the techniques were applied: passive ultrasonic irrigation (PUI), sonic irrigation [Endo Activator (EA)] and manual dynamic activation (MDA), using 5% NaOCl as irrigant. Positive control and negative control were used. Samples were analyzed using a stereomicroscope and images were taken with a digital camera. Two calibrated observers ( $\text{Kappa} > 0.8$ ) evaluated the removal according to the van der Sluis scores and the results were analyzed using the Chi Square test.

**Results:** Effectiveness percentages in  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  removal were 87.5%; 46.9% and 28.1% for PUI, EA and MDA respectively. The PUI irrigation protocol was superior and obtained a statistically significant difference compared to the other evaluated techniques ( $P < 0.01$ ).

**Conclusions:** PUI eliminated significantly more  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  from the simulated grooves than the EA and MDA protocols.

**Keywords:** Calcium hydroxide removal, ultrasonic irrigation, sonic irrigation, Endo Activator, manual dynamic activation, endodontics



## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.....	7
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL .....	8
DEDICATORIA .....	9
AGRADECIMIENTOS.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....	12
3. MARCO TEÓRICO .....	14
3.1. El Hidróxido de Calcio.....	14
3.1.1. Mecanismo de Acción del Hidróxido de Calcio.....	14
3.1.2. Efecto antimicrobiano del Hidróxido de Calcio .....	14
3.1.3. El Hidróxido de Calcio en Endodoncia.....	15
3.1.4. Consecuencias de la persistencia del Hidróxido de Calcio en el interior de los conductos radiculares.....	16
3.1.5. Técnicas para la remoción del Hidróxido de Calcio de los conductos radiculares. ....	17
3.1.5.1. Irrigación ultrasónica pasiva.....	18
3.1.5.2. Irrigación sónica .....	18
3.1.5.3. Activación dinámica manual.....	18
4. OBJETIVOS .....	19
4.1. Objetivo general.....	19
4.2. Objetivos específicos .....	19
5. HIPÓTESIS.....	20
6. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
6.1 Tipo de estudio.....	21
6.2 Universo y muestra.....	21



6.3 Variables .....	21
6.3.1 Operacionalización de Variables.....	21
6.4 Procedimiento y técnicas.....	22
6.4.1 Selección y preparación de la muestra.....	22
6.4.2 Preparación quimio-mecánica de los conductos.....	23
6.4.3 División longitudinal de las raíces.....	23
6.4.4 Creación del surco.....	23
6.4.5 Llenado del surco con hidróxido de calcio.....	24
6.4.6 Asignación aleatoria de los especímenes a los grupos de estudio.....	24
6.4.7 Protocolos de Irrigación.....	25
6.4.8 Técnicas de observación.....	26
6.4.9 Plan de análisis.....	27
6. RESULTADOS.....	28
7. DISCUSIÓN.....	30
8. CONCLUSIONES.....	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35
ANEXOS .....	41



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Asignación aleatoria de los especímenes a los 3 grupos experimentales .....	24
Tabla 2. Niveles de remoción del Ca(OH) <sub>2</sub> después de la irrigación con las diferentes técnicas .....	28
Tabla 3. Eficacia en la remoción de Ca(OH) <sub>2</sub> de las diferentes técnicas de irrigación.	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medición de las piezas a 16mm para la decoronación.....	41
Figura 2. Instrumentación.....	41
Figura 3. División longitudinal de las piezas .....	41
Figura 4. Elaboración del surco.....	42
Figura 5. Llenado del surco con Ca(OH) <sub>2</sub> .....	42
Figura 6. Reensamblaje y sellado con cavit.....	43
Figura 7. Protocolos de Irrigación .....	43
Figura 8. Irrigación ultrasónica pasiva .....	43
Figura 9. Irrigación sónica Endo Activator.....	44
Figura 10. Activación dinámica manual .....	44
Figura 11. Imágenes de los especímenes, magnificación 40 x. Niveles de Remoción de Ca(OH) <sub>2</sub> : (a) Nivel 0, (b) Nivel 1, (c) Nivel 2, (d) Nivel 3.....	45
Figura 12. Imágenes de los especímenes de los grupos controles, magnificación 40 x. (a) Control negativo, (b) Control negativo .....	45
Figura 13. Medida de concordancia interobservador: Índice Kappa.....	46



## CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL



Universidad de Cuenca

Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio Institucional

Ruth Viviana Intriago Morales en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “EFICACIA DE LA IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA, SÓNICA Y AGITACIÓN MANUAL DINÁMICA EN LA REMOCIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO DE CONDUCTOS RADICULARES DE DIENTES BOVINOS”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 13 de septiembre del 2017

Ruth Viviana Intriago Morales

C.I: 0301406484



## CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca  
Cláusula de Propiedad Intelectual

Ruth Viviana Intriago Morales, autora del trabajo de titulación “EFICACIA DE LA IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA, SÓNICA Y AGITACIÓN MANUAL DINÁMICA EN LA REMOCIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO DE CONDUCTOS RADICULARES DE DIENTES BOVINOS”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 13 de septiembre del 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Ruth Viviana Intriago Morales".

Ruth Viviana Intriago Morales



## DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a mi Dios todopoderoso, que con sus bendiciones hizo que sea posible el cumplimiento de esta meta y que siempre me da la fortaleza para seguir adelante.

A mi hija Luciana y esposo Gabriel, porque supieron comprenderme y apoyarme en todo este proceso permitiéndome llegar hasta este momento tan importante de mi formación académica.

A mis padres Ruth y Ramón, quienes con amor siempre se han preocupado por mi bienestar y educación siendo mi soporte en todo momento.

A mis hermanas Verónica y Valeria, que siempre me han motivado a avanzar en mi vida profesional.

A todos ellos con mucho cariño les dedico este trabajo, que no hubiera podido realizarse sin su valiosa presencia en mi vida.



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a la Universidad de Cuenca por haberme dado la oportunidad de desarrollar destrezas y habilidades importantes para mi formación como especialista.

Un reconocimiento especial al Dr. José Luis Álvarez, quien ha encaminado sus esfuerzos por hacer del posgrado de Endodoncia un orgullo para la comunidad académica y por compartir desinteresadamente sus conocimientos por lo que hoy solo puedo expresarle mis sentimientos de gratitud y estima.

Quiero agradecer a mis maestros y maestras, quienes con su calidad humana han sabido impartirnos enseñanzas y consejos que nos serán de mucha utilidad en la práctica profesional.

Un sincero agradecimiento a los doctores Andrés Vega y Ebingen Villavicencio, por su dedicación y valiosa tutoría en todo el proceso de realización de esta tesis.

Un agradecimiento a todos quienes conforman la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca y al Laboratorio Clínico NEOLAB que hicieron posible la culminación de este proyecto de investigación.

Así mismo agradezco a mis amigas y compañeras de posgrado, de manera especial a Elida y Estefanía, por el apoyo y por todos los momentos que hemos compartido juntas, las quiero mucho.

Finalmente, a mi bella familia por todo lo que han hecho y siguen haciendo por mi. ¡MIL GRACIAS!



## 1. INTRODUCCIÓN

La práctica de endodoncia ha ido ganando merecida aceptación entre la población debido a que gracias a ella es posible la conservación de piezas dentarias que hace algún tiempo atrás eran destinadas a extracción. Un estudio epidemiológico realizado en la ciudad de Cuenca, Centro de Salud N°4 “Tandacatu” en el año 2012 revela que los pacientes que necesitan tratamientos endodónticos constituyen el 39,17% ya que presentan patologías pulpares y periapicales, lo que constituye una alta prevalencia, solo superada por la caries dental y las enfermedades periodontales (1). Por esta razón es sumamente importante que se realice un correcto manejo endodóntico de este tipo de padecimientos.

El hidróxido de calcio se ha venido utilizando tradicionalmente en endodoncia como medicación intraconducto debido a las múltiples ventajas y respuestas biológicas que provoca (2), entre las que se incluye el efecto antimicrobiano, la capacidad de inhibir los lipopolisacáridos bacterianos y de inducir la formación de tejido mineralizado entre otros (3). Sin embargo su remoción del interior del conducto radicular plantea un reto clínico (3); la presencia de residuos de esta medicación impide una obturación integra del conducto, comprometiendo el sellado que debe existir entre los materiales de obturación y las paredes dentinales, pudiendo afectar la penetración de los selladores endodónticos en los túbulos dentinarios, y consecuentemente incrementar la fuga apical (4,5); es así que se han propuesto varias técnicas y el uso de agentes químicos para optimizar la remoción del hidróxido de calcio del interior del conducto radicular (3,4,6). El propósito del presente estudio es analizar la eficacia de la irrigación ultrasónica y compararla con la técnica sónica y agitación manual dinámica para remover el hidróxido de calcio de surcos simulados en conductos radiculares de dientes de origen bovino.



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Existe controversia en base a qué técnica de irrigación o activación es más eficaz en la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$ , se realizó una revisión sistemática con el fin de resumir los resultados de los estudios *in vitro* que comparan la irrigación ultrasónica frente a otras técnicas para la eliminación de este material del tercio apical de conductos radiculares, de la cual no se obtuvo resultados concluyentes que indiquen su supremacía frente a otras técnicas y se recalca que los estudios se han llevado a cabo con un pequeño tamaño muestral (7); razón por la cual se realiza una comparación *in vitro* sobre la eficacia de la irrigación ultrasónica, sónica y la agitación manual dinámica, con una muestra mayor que la de los estudios previos.

La agitación manual dinámica utilizando un cono de gutapercha ajustado al conducto instrumentado es una técnica de irrigación que ha sido poco estudiada previamente en relación a la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  (8), por lo que se incluyó como un grupo experimental en el presente estudio. Los resultados de esta investigación podrían orientarnos en la toma de decisiones clínicas en relación a que dispositivo o que técnica es mejor al momento de eliminar el hidróxido de calcio.

Se ha observado que podría haber correlación causal clara entre la inflamación periapical crónica y trastornos sistémicos tales como aterosclerosis, enfermedad cardíaca crónica y diabetes mellitus (9). La mejoría en el estado de salud bucal al realizar tratamientos endodónticos de calidad que propicien un correcto sellado, no obstaculizado por la presencia de remanentes de hidróxido de calcio en los conductos, permitirá el mantenimiento de las piezas dentales y por ende el equilibrio del ecosistema bucal; con esto, la fonética, estética y nutrición del individuo se optimizarán, disminuyendo su morbilidad general y permitiéndole relacionarse de mejor forma con el medio ambiente (10).



Pese a las limitaciones de los estudios in vitro es importante saber que estos son la base para el entendimiento de muchos procesos, nos permiten conocer las propiedades físicas y mecánicas de materiales dentales y de los tejidos duros y blandos, por lo que la investigación in vitro es una parte integral en la toma de decisiones clínicas (11).

El presente estudio se realizó con incisivos de origen bovino debido su gran similitud desde el punto de vista histológico y morfológico con los incisivos de humanos, además son de fácil obtención, y no tiene implicaciones bioéticas, por lo que son ideales para uso como sustitutos de dientes humanos en diferentes tipos de investigaciones (12,13).

El proceso de irrigación y de la técnica ideal tiene una coyuntura importante entre los profesionales que realizan endodoncia, por lo que frecuentemente se hacen diversos estudios relacionados con la finalidad de hallar la mejor manera de realizar tratamientos exitosos.

Esta tesis se realizó como parte del programa académico para obtener el título de Especialista en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca.

Por último esta investigación está en concordancia con las políticas de investigación institucional vigentes en la Universidad de Cuenca.



### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. El Hidróxido de Calcio

El hidróxido de calcio  $[Ca(OH)_2]$  es un polvo blanco inodoro, su peso molecular es de 74.08 (14). Es una base fuerte con un pH que oscila entre 12.5 y 12.8, tiene una solubilidad baja en agua, y es insoluble en alcohol. Se obtiene del proceso de combustión del carbonato de calcio que forma en primera instancia óxido de calcio, el cual al ser hidratado se transforma en hidróxido de calcio (15).

##### 3.1.1. Mecanismo de Acción del Hidróxido de Calcio

La acción del  $Ca(OH)_2$  sobre los tejidos está relacionada con su disociación iónica, generadora de iones hidroxilo ( $OH^-$ ) y de iones calcio ( $Ca^{++}$ ); su efecto antimicrobiano se debe a su alto pH (12.8) y a la liberación de iones hidroxilo, de la misma manera los iones calcio liberados inducen la formación de tejidos calcificados(16). Al momento no existen evidencias concluyentes de que la pasta de hidróxido de calcio intervenga en forma directa en la neoformación tisular (15).

##### 3.1.2. Efecto antimicrobiano del Hidróxido de Calcio

La acción bactericida del  $Ca(OH)_2$  ha sido relacionada con la liberación de iones hidroxilo, que son radicales altamente oxidantes y muy reactivos, lo que impide que se difundan a sitios distantes (17). Sus efectos sobre las bacterias se dan por el daño a la membrana citoplasmática, desnaturización de las proteínas, perturbando su metabolismo y su actividad biológica, así mismo altera el ADN celular induciendo la separación de las cadenas, inhibiendo la replicación celular y permitiendo la pérdida de genes (2,17). Por otra parte la acción buffer de la dentina dada por los bicarbonatos, fosfatos, ácidos, proteínas y dióxido de carbono que existen en su composición, neutralizan su acción antimicrobiana (15). Las bacterias pueden desarrollar mecanismos de tolerancia a los cambios de pH que induce el  $Ca(OH)_2$  gracias a la activación de bombas de protones, procesos enzimáticos o sistemas buffer, que les permite equilibrar el pH interno. Además, algunos productos generados durante el crecimiento bacteriano pueden ayudar al microorganismo a neutralizar el pH del ambiente (17).



### 3.1.3. El Hidróxido de Calcio en Endodoncia

El  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  se ha usado ampliamente en endodoncia desde su introducción por Hermann en 1920 como la medicación intraconducto más popular debido a sus múltiples beneficios (14), entre los que se incluye el efecto antibacteriano, su capacidad de inhibir los lipopolisacáridos bacterianos, y de inducir la formación de tejido mineralizado entre otros (3). En endodoncia se lo combina con vehículos acuosos, oleosos o viscosos y se han postulado los siguientes usos: como solución irrigadora, en el manejo de reabsorciones, como cemento sellador, en la reparación de perforaciones, recubrimientos pulpar, apexificación, apexogénesis y finalmente como medicación intraconducto (2,15). A continuación se describirán algunas de estas aplicaciones:

- El  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  puede actuar como disolvente de tejidos al ser usado como solución irrigante con un vehículo acuoso, debido a su capacidad proteolítica, pero el hipoclorito de sodio al 2% lo supera ampliamente (15).
- El  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  como medicación intraconducto se usa en el manejo de reabsorciones radiculares, su alto pH altera el ambiente local e inhibe el crecimiento bacteriano, induce necrosis de las células clásicas de la laguna de reabsorción, neutralizando la producción de ácido láctico generado por los macrófagos y osteoclastos, de esta manera previene la disolución mineral de la raíz. Su alcalinidad inhibe la colagenasa y la hidrolasa ácida, estimulando el accionar de la fosfatasa alcalina, que favorece la reparación y formación de tejidos mineralizados (18). Sin embargo, el hidróxido de calcio no logra difundirse al periápice y a la dentina por los túbulos dentinales, debido a la acción buffer de la dentina y a su alta tensión superficial (15,19).
- El  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  es usado para recubrimientos pulpar, ya que induce la formación de puentes dentinarios (2); razón por la cual es utilizado también para tratamientos de apexogénesis y perforaciones radiculares o en furca. El efecto cáustico y la presión generada por el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  provoca una zona de necrosis aséptica y una inflamación moderada que permitirá la proliferación de células pulpar, mesenquimales y endoteliales junto a esta zona necrótica.



y la formación de nuevas fibras, después de un mes se observará la presencia de una barrera irregular con una capa superficial mineralizada que contiene inclusiones celulares y con una capa pulpar delimitada por células parecidas a odontoblastos similar a la predentina (20).

- El Ca(OH)<sub>2</sub> se ha usado tradicionalmente en procedimientos de apexificación induciendo un cierre apical con tejido mineralizado en dientes necróticos con ápice inmaduro, esta barrera apical constituirá un tope que permite una buena obturación del conducto radicular (21). Posee un excelente efecto antibacteriano a largo plazo, esta inhibición bacteriana es necesaria para la formación de dicha barrera mineralizada. Su alcalinidad puede equilibrar el medio ácido inflamatorio y neutralizar los ácidos producidos por los osteoclastos y macrófagos favoreciendo el remodelado óseo. Así mismo los iones calcio liberados y el ambiente alcalino permiten la formación de complejos de fosfato de calcio que funcionan como núcleos de calcificación (22). Actualmente el Ca(OH)<sub>2</sub> ha ido perdiendo popularidad frente al mineral trióxido agregado (MTA), que ofrece mayores beneficios en este tipo de tratamientos (23).
- El Ca(OH)<sub>2</sub> se usa como medicación intraconducto en casos de conductos radiculares con exudado persistente que invade la cámara pulpar durante el tratamiento endodóntico y que ha sido asociado a una radiolucidez apical grande, situación que se conoce como "conducto llorón". El pH básico del Ca(OH)<sub>2</sub> alcaliniza el entorno de los tejidos periapicales y tiene un efecto cáustico que cauteriza el tejido crónicamente inflamado (24).

### **3.1.4. Consecuencias de la persistencia del Hidróxido de Calcio en el interior de los conductos radiculares**

El sellado completo de una buena obturación del conducto impide la microfiltración de microorganismos y sus productos en el área periapical, por ende es un factor importante en el éxito del tratamiento endodóntico. La calidad del sellado apical puede verse afectada por muchos factores como la



instrumentación del conducto, irrigación, tipo de sellador, material de obturación, método de obturación, grado de penetración de los espaciadores y por su puesto la medicación intraconducto (25). Una preocupación grande acerca del uso del Ca(OH)<sub>2</sub> es su posterior eliminación del interior de los conductos y de las diferentes irregularidades anatómicas (3), ya que ninguna de las técnicas existentes logra la remoción completa del material (25). La presencia de residuos de hidróxido de calcio en el conducto impide una obturación integra del mismo comprometiendo el sellado que debe existir entre los materiales de obturación y las paredes de dentina, pudiendo afectar la penetración de los selladores endodónticos en los túbulos dentinarios, y consecuentemente incrementa la fuga apical, favoreciendo la instauración o la persistencia de una patología periapical (4,5,25,26).

### **3.1.5. Técnicas para la remoción del Hidróxido de Calcio de los conductos radiculares.**

Se han propuesto varios dispositivos y técnicas para la remoción de Ca(OH)<sub>2</sub> del interior de conductos radiculares, las mismas que son potenciadas por el uso de agentes químicos (3,4,6,7), entre los cuales el más usado es el hipoclorito de sodio a diferentes concentraciones, también se emplean agentes quelantes como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17%, el chitosan que es un compuesto natural, incluso con mejores resultados cuando se lo ha comparado con el EDTA en estudios in vitro (27); en menor escala se utilizan otros irrigantes como el ácido cítrico al 10% y el ácido maleico al 7% que son ácidos orgánicos menos citotóxicos y más efectivos en la remoción de hidróxido de calcio que el EDTA (26).

Entre los dispositivos y técnicas tenemos: la combinación de instrumentación más una solución irrigante, cepillos de endodoncia (Canal Brush), instrumentos rotatorios de níquel-titanio, irrigación por presión apical negativa (EndoVac), lima auto-ajuste (SAF), lima XP-endo, sistema RinsEndo, activación por láser, irrigación sónica y ultrasónica (7,28). El método tradicional es la instrumentación del conducto con una lima maestra a la longitud de trabajo y abundante irrigación con hipoclorito de sodio y EDTA (5).



### **3.1.5.1. Irrigación ultrasónica pasiva**

La técnica de irrigación ultrasónica pasiva (PUI) incrementa la acción del irrigante, optimizando la limpieza y desinfección del conducto (4,29). En La irrigación ultrasónica, un dispositivo piezoelectrónico acciona una punta que oscila libremente en el conducto a frecuencias de 25-30 kHz, que da lugar a la transmisión acústica y cavitación hidrodinámica, es decir, la formación e implosión de burbujas de vapor en el conducto radicular. Por lo tanto, la energía acústica se transmite desde la punta a la solución irrigante (29,30). En esta técnica el líquido es suministrado por la jeringa y luego se lo activa, es decir la activación ultrasónica es un complemento a la irrigación convencional (29,31).

### **3.1.5.2. Irrigación sónica**

El Endo Activator (EA) es un sistema de irrigación sónico (10.000 ciclos por minuto), donde su punta vibrante junto con movimientos verticales cortos de entrada y salida producen un efecto hidrodinámico que permite una limpieza óptima del conducto radicular. Es una pieza de mano inalámbrica, alimentada por batería con un motor sónico, a la que se adaptan 3 tipos de puntas flexibles de polímero, de diferentes tamaños, que difícilmente se rompen durante su uso y no cortan dentina (4,31).

### **3.1.5.3. Activación dinámica manual**

La activación dinámica manual (MDA) es una técnica de irrigación no mecanizada, bastante simple, aunque algo laboriosa, se realiza utilizando un cono maestro de gutapercha que esté perfectamente ajustado dentro del conducto instrumentado, al que se mueve verticalmente de arriba hacia abajo (2 a 3 mm) a una velocidad de 3 golpes por segundo (32), lo que genera turbulencia y un efecto hidrodinámico de gran alcance que hace que ésta técnica sea más eficaz que la irrigación estática (31).



## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo general

- Comparar la eficacia de las técnicas de irrigación ultrasónica, sónica y agitación dinámica manual en la remoción de hidróxido de calcio de surcos simulados en conductos radiculares de dientes bovinos.

### 4.2. Objetivos específicos

- Evaluar los niveles de remoción de hidróxido de calcio de la técnica ultrasónica.
- Analizar los niveles de remoción de hidróxido de calcio de la técnica sónica.
- Establecer los niveles de remoción de hidróxido de calcio de la activación dinámica manual.
- Determinar la eficacia en la remoción de hidróxido de calcio de la técnica ultrasónica.
- Precisar la eficacia en la remoción de hidróxido de calcio de la técnica sónica.
- Evaluar la eficacia en la remoción de hidróxido de calcio de la activación dinámica manual.



## 5. HIPÓTESIS

- La técnica de irrigación ultrasónica tiene diferente eficacia en la remoción de hidróxido de calcio comparada con la técnica de irrigación sónica y la agitación dinámica manual.



## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 Tipo de estudio

Estudio comparativo, in vitro y transversal.

### 6.2 Universo y muestra

Para el cálculo del tamaño muestral se utilizó la fórmula de muestreo para la comparación de dos proporciones:

$$n = \frac{[Z_\alpha * \sqrt{2p(1-p)} + Z_\beta * \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)}]^2}{(p_1 - p_2)}$$

Donde el tipo de test es bilateral, con nivel de confianza del 95% (constante 1,96), un poder estadístico del 70% (constante 0,52), P1: la proporción del grupo control o tratamiento habitual (ultrasonido) es de 50%, P2: proporción del grupo experimental (sónico, Endo Activator) 20%. Como resultado se obtiene 32 dientes de bovino por cada grupo, haciendo un total de 96 especímenes para los 3 grupos más 10 del grupo control positivo y negativo, tenemos una muestra total de 106 unidades de estudio (4,33).

### 6.3 Variables

#### 6.3.1 Operacionalización de Variables



VARIABLE	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERATIVA	INDICADOR	TIPO DE ESTADÍSTICO	ESCALA
Remoción de hidróxido de calcio	Nivel de eliminación de hidróxido de calcio del tercio apical del conducto radicular (7)	Cantidad de hidróxido de calcio removido del surco simulado en el conducto radicular (6)	0: surco vacío 1: menos de la mitad del surco lleno de Ca(OH) <sub>2</sub> 2: más de la mitad del surco lleno de Ca(OH) <sub>2</sub> 3: Surco totalmente lleno de Ca(OH) <sub>2</sub> (6)	Cualitativa	Ordinal
Eficacia en la remoción de hidróxido de calcio	Capacidad de eliminación de hidróxido de calcio del tercio apical del conducto radicular (7)	Remanente de hidróxido de calcio que ocupan menos de mitad del surco (niveles de remoción 0 y 1)	1: eficaz 0: no eficaz	Cualitativa	Dicotómica

## 6.4 Procedimiento y técnicas

### 6.4.1 Selección y preparación de la muestra

Ciento seis incisivos bovinos fueron seleccionados para esta investigación. Inmediatamente luego de la extracción se sumergieron en hipoclorito de sodio al 5% por 24 horas para disolver los restos de tejido blando que permanecían en las superficies radiculares y luego fueron limpiados con una cureta Gracey 7/8 (34), a continuación se almacenaron en agua destilada purificada hasta el momento de ser usados (4), lo que evita que se pierdan las propiedades biológicas de los dientes por deshidratación o cualquier otra alteración química de los tejidos dentarios (35). Los dientes fueron examinados bajo un microscopio operativo dental (Labomed LTS Prima DNT) y aquellos que presentaron grietas, fracturas, cavidades de reabsorción o ápices abiertos fueron excluidos del estudio (4).



Los dientes se decoronaron con discos de diamante montado en una pieza de mano de baja velocidad (NSK) para estandarizar su tamaño a 16mm de longitud (36) (Fig. 1).

#### ***6.4.2 Preparación quimio-mecánica de los conductos***

Se observó que todos los dientes sean patentes con una lima K #10. A continuación se insertó una lima K #15 hasta que se visualice en el agujero apical. La longitud de trabajo (LT) se determinó restando 1 mm de esta medición, las raíces se instrumentaron a la LT con limas Flexofiles (Dentsply Maillefer) hasta un tamaño 60 con la técnica de fuerzas balanceadas (Fig. 2), los dientes que superaron éste diámetro fueron desechados del estudio. Se irrigó entre lima y lima con 2ml NaOCl al 5% usando una jeringa de 3mm y una aguja de 30G (Navitip, Ultradent) que fue introducida en los conductos hasta 2 mm de la LT (37).

#### ***6.4.3 División longitudinal de las raíces***

Se realizaron dos surcos en la superficie radicular a lo largo del eje mayor del diente con un disco de diamante, dejando sólo un poco de la luz del conducto radicular original (Fig. 3) y luego se dividieron longitudinalmente utilizando un cincel, obteniéndose dos mitades, una bucal y otra lingual (37). Las raíces que no pudieron ser reensambladas o que tenían agujeros visibles se desecharon.

#### ***6.4.4 Creación del surco***

Se creó un surco en una de las mitades, situado a 2 mm del foramen apical, cuyas dimensiones fueron de 4 mm de longitud, 0,5 mm de profundidad, y 0,2 mm de ancho, que simula canales no instrumentados en el conducto radicular, para esto se utilizó un disco de diamante de doble lado (0,8 cm de diámetro y 0,2mm de grosor). Los especímenes se sujetaron a una prensa de mesa para inmovilizarlos, se trazó con lápiz una marca en el sitio donde iba el surco con ayuda de un calibrador manual, luego se accionó el disco de diamante con una pieza de mano de baja velocidad (NSK) hasta que dicha marca desapareció (Fig.



4). Mediante un cepillo de dientes se removió el debris de las mitades y del surco (36).

#### **6.4.5 Llenado del surco con hidróxido de calcio**

A continuación se procedió a llenar los surcos directamente con una pasta de hidróxido de calcio, presentación en jeringa (CALCIFAR-P), para impedir la formación de burbujas y permitir un completo llenado se colocó un plugger sobre el material y una punta de ultrasonido se activó contra el plugger durante 10 segundos utilizando un dispositivo ultrasónico piezoeléctrico (ACTEON SATELEC) (38) como se observa en la figura 5, finalmente se retiraron los excesos con un microbrush superfino; este proceso se realizó en todos los surcos excepto en 5 raíces que conformaron el grupo control negativo. Acto seguido las raíces se reensamblaron con alambre y cera pegajosa (39), se sellaron temporalmente con una bola de algodón y Cavit (ESPE) (Fig. 6) y se incubaron por un período de 7 días a una temperatura de 37°C y al 100% de humedad (4).

#### **6.4.6 Asignación aleatoria de los especímenes a los grupos de estudio**

Se asignaron 5 raíces al grupo control positivo, donde no se efectuó técnica de irrigación alguna (4). Las 96 raíces restantes se numeraron y etiquetaron con un marcador permanente y sobre esto una capa de esmalte transparente, luego se dividieron aleatoriamente en tres grupos experimentales de 32 muestras cada uno de acuerdo al protocolo de irrigación, mediante una tabla numérica al azar generada por [www.randomizer.org](http://www.randomizer.org) como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Asignación aleatoria de los especímenes a los 3 grupos experimentales

GRUPO	ESPÉCIMEN
GRUPO 1 (PUI)	1, 6, 9, 11, 14, 16, 20, 24, 25, 29, 32, 35, 38, 42, 43, 48, 50, 54, 57, 59, 61, 65, 69, 72, 75, 76, 79, 84, 87, 89, 92, 95
GRUPO 2 (EA)	3, 5, 8, 10, 13, 18, 21, 22, 26, 28, 31, 34, 39, 41, 45, 46, 51, 52, 55, 60, 63, 64, 67, 70, 74, 78, 80, 83, 86, 88, 93, 94
GRUPO 3 (MDA)	2, 4, 7, 12, 15, 17, 19, 23, 27, 30, 33, 36, 37, 40, 44, 47, 49, 53, 56, 58, 62, 66, 68, 71, 73, 77, 81, 82, 85, 90, 91, 96



Acto seguido se eliminó el cavit que fue colocado provisionalmente con una turbina (NSK), se retiró la bola de algodón y se procedió a realizar los protocolos de irrigación.

#### **6.4.7 Protocolos de Irrigación**

En los tres grupos experimentales se irrigó con un volumen total de 8ml de NaOCl al 5% que fue suministrado por una jeringa de 3mm con aguja de 30G (Navitip; Ultra-Dent) colocada a 2 mm de la longitud de trabajo a una velocidad de flujo de 2ml/20seg (Fig.7). El tiempo de activación del irrigante fue de 1 minuto con pausas cada 20 segundos para el recambio de 2 ml del NaOCl (36).

##### *Grupo 1: Irrigación Ultrasónica Pasiva (PUI)*

Se irrigó los conductos con NaOCl y se activó pasivamente por 1 minuto mediante un dispositivo ultrasónico (ACTEON SATELEC) en el nivel de potencia 4. Se introdujo una lima ultrasónica IRRI K tamaño 15, 0,02 (VDW) en el canal a 1 mm de la LT sin tocar las paredes, lo que le permitió vibrar libremente, y se hizo movimientos cortos de entrada y salida (5) (Fig 8) .

##### *Grupo 2: Irrigación Sónica [Endo Activator (EA)]*

Los conductos se irrigaron con NaOCl y se activaron durante 1 minuto, con intervalos cada 20 segundos para el recambio del irrigante, la activación se realizó introduciendo la punta del EA (tamaño 25, 0,04) a 10 000 cpm en el conducto a 2 mm de la LT y realizando ligeros movimientos de entrada y salida (4) (Fig. 9) .

##### *Grupo 3: Activación Dinámica Manual (MDA)*

Los conductos se irrigaron con NaOCl, se realizó 1 minuto de activación (40) separado en 3 ciclos de 20 segundos para estandarizar el tiempo con los otros protocolos y entre cada ciclo se hizo el recambio del irrigante. La agitación del NaOCl se realizó insertando un cono maestro de gutapercha bien ajustado a la longitud de trabajo como se muestra en la figura 10 y se movió verticalmente de arriba hacia abajo (2 a 3 mm) (32,40) a una velocidad de 3 golpes por segundo



(32). Previo a este procedimiento se realizó una calibración intrasujeto de acuerdo al índice Kappa para modular la frecuencia de golpes, obteniéndose un nivel de concordancia muy buena ( $\kappa > 0.8$ ).

Una vez realizadas las activaciones se secaron los conductos con puntas de papel tamaño 60, y a continuación se separaron las mitades para proceder a la observación del remanente de  $\text{Ca(OH)}_2$  (41).

#### **6.4.8 Técnicas de observación**

La observación de la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, utilizando un estereomicroscopio (Boeco Germany) y una cámara digital a una magnificación de 40X, para lo que se colocaron las mitades de las raíces en una misma posición. Se obtuvieron imágenes digitales que se almacenaron en una computadora portátil (HP Pavilion Sleebok 14), con formato JPG (Fig. 11 y 12).

El análisis de la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  se hizo según la escala de van der Sluis (6) utilizando las siguientes puntuaciones:

- Puntuación 0, el surco está vacío
- Puntuación 1, menos de la mitad del surco lleno con  $\text{Ca(OH)}_2$
- Puntuación 2, más de la mitad del surco lleno con  $\text{Ca(OH)}_2$
- Puntuación 3, el surco está completamente lleno con  $\text{Ca(OH)}_2$

Se creó 4 modelos de acuerdo a los niveles de la escala de van der Sluis para capacitar a 2 observadores y estos puedan discernir cuando se trata de la puntuación 0, 1, 2 o 3, luego se realizó una calibración inter e intraobservador con 30 imágenes del estudio al azar, según el índice Kappa de Cohen.



Después de 24 horas de la calibración los observadores recibieron un archivo digital con una secuencia de imágenes asignadas al azar generada por [www.randomizer.org](http://www.randomizer.org), cada observador tuvo 48 imágenes y registró los resultados en una tabla de datos generada en el programa Excel.

#### **6.4.9 Plan de análisis**

Para el análisis de la información se generó una base de datos, donde la primera columna se llamó GRU y esta tuvo los valores de 0 que correspondía al control negativo, 1 control positivo, 2 irrigación ultrasónica pasiva, 3 Endo Activator y 4 activación manual dinámica. Se creó una segunda columna con el nombre REM con los valores de 0 que significa surco vacío, 1 menos de la mitad del surco con Ca(OH)<sub>2</sub>, 2 más de la mitad del surco con Ca(OH)<sub>2</sub> y 3 todo el surco lleno de Ca(OH)<sub>2</sub>. Y una tercera columna con el nombre de EFI, se asignaron los valores de 1 como eficaz (le corresponde al valor de 0 y 1 de la columna REM) y 0 como no eficaz (le corresponde los valores 2 y 3 de la columna REM).

Luego se realizó el análisis univariado (estadística descriptiva), así como frecuencias y porcentajes de la variable remoción y eficacia. A continuación, se procedió al análisis bivariado mediante la prueba de Chi Cuadrado para la comparación de porcentajes de niveles de remoción y porcentajes de eficacia y no eficacia entre los grupos de estudio. Se empleó un nivel de significancia que corresponde a un intervalo de confianza del 95%.

## 6. RESULTADOS

El valor obtenido de la prueba de Kappa fue de 0,85, que indica un nivel de acuerdo interobservador muy bueno para la visualización de los niveles de remoción de Ca(OH)<sub>2</sub> en los especímenes (Fig. 13).

La distribución de los especímenes en los niveles de remoción del Ca(OH)<sub>2</sub> de los grupos experimentales se muestran en la tabla 2, todos los grupos fueron estadísticamente diferentes entre sí y con los grupos control negativo y positivo ( $p<0,01$ ).

Tabla 2. Niveles de remoción del Ca(OH)<sub>2</sub> después de la irrigación con las diferentes técnicas

GRUPO	NIVELES DE REMOCIÓN								Total	
	0		1		2		3			
	n	%	n	%	n	%	n	%	N	%
<b>PUI</b>	14	43,8	14	43,8	4	12,5	0	0	32	100
<b>EA</b>	5	15,6	10	31,3	16	50	1	3,1	32	100
<b>MDA</b>	1	3,1	8	25	14	43,8	9	28,1	32	100
Total	20	20,8	32	33,3	34	35,4	10	10,4	96	100

Prueba Chi cuadrado  $p<0,01$

El protocolo de irrigación PUI logró remoción completa de Ca(OH)<sub>2</sub> en un 43.8%, en relación a un 15,6% y 3,1% de las técnicas EA y MDA, respectivamente, es decir PUI eliminó significativamente más Ca(OH)<sub>2</sub> de los surcos simulados que los otros métodos de irrigación evaluados en este estudio ( $p <0,01$ ). (Tabla 2)

Tabla 3. Eficacia en la remoción de Ca(OH)<sub>2</sub> de las diferentes técnicas de irrigación

GRUPO	NO EFICAZ		EFICAZ		Total	
	n	%	n	%	N	%
<b>PUI</b>	4	12,5	28	87,5	32	100
<b>EA</b>	17	53,1	15	46,9	32	100
<b>MDA</b>	23	71,9	9	28,1	32	100
Total	44	45,8	52	54,2	96	100

Prueba Chicuadrado  $p <0,01$



Los porcentajes de eficacia fueron del 87,5%, 46,9% y 28,1% para los protocolos de irrigación PUI, EA, MDA respectivamente (Tabla 3), es decir que la irrigación ultrasónica pasiva fue la más eficaz de las técnicas probadas en la eliminación del Ca(OH)<sub>2</sub> y es estadísticamente diferente a estas.

Al hacer la comparación entre grupos se observa que PUI tiene una diferencia estadísticamente significativa con el protocolo EA en cuanto a la remoción y eficacia de eliminación del Ca(OH)<sub>2</sub> ( $p<0,01$ ).

Cuando se compara las técnicas PUI con MDA igualmente hay una diferencia estadísticamente significativa ( $p<0,01$ ) en relación a los niveles de remoción y eficacia.

Al contrastar los protocolos EA y MDA se observa que son diferentes estadísticamente en cuanto a la remoción ( $p=0,024$ ), pero al comparar la eficacia de los mismos se determina que no tienen diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,098$ ).



## 7. DISCUSIÓN

Este estudio demostró que la eficacia para remover el hidróxido de calcio del protocolo de irrigación PUI es de 87,5%, que es superior comparado con la irrigación sónica donde la eficacia es del 46,9% y con la agitación dinámica manual del 28,1%; esto se debe al efecto de limpieza que logra la agitación del irrigante, dando lugar a la transmisión acústica y cavitación hidrodinámica, es decir, la formación e implosión de burbujas en el interior del conducto radicular (31).

Sluis y colaboradores (6) en el año 2007 evaluaron la eficacia de remoción del hidróxido de calcio durante PUI usando hipoclorito de sodio al 2% o agua como irrigante y por otro lado el protocolo de irrigación convencional con jeringa sin agitación alguna; al igual que en esta investigación PUI mas NaOCl tuvo los mejores resultados, redujo en un 63,3% el  $\text{Ca(OH)}_2$  de los surcos simulados y fue el más efectivo, lo que marca una diferencia estadísticamente significativa con los otros grupos. Esto es atribuible al efecto hidrodinámico de las vibraciones ultrasónicas que pueden remover el  $\text{Ca(OH)}_2$  incluso de áreas inaccesibles del conducto radicular, situación que difícilmente se produce con la irrigación convencional con jeringa (6).

Capar y colaboradores (5) en el 2014 realizaron una investigación con similar metodología que este estudio, comparando PUI con la irrigación convencional con jeringa, el sistema SAF y el EndoVac, se determinó que el 100% de los especímenes se ubicaron en el nivel 0 y 1 de remoción (5) y en la presente investigación el 87,5% de los especímenes se ubicaron en el nivel 0 y 1, existiendo muy pocos en el nivel 2; ratificando de esta manera que PUI más NaOCl al 2,5% como solución irrigadora remueve más hidróxido de calcio que otros protocolos irrigadores.

Cuando compararon la eficacia de PUI con la lima XP-endo y la agitación con jeringa en cuanto a la cantidad de  $\text{Ca(OH)}_2$  removido de un surco creado en apical del conducto, observaron que PUI y XP-endo no tuvieron diferencias



significativas, pero si fueron mejores que la agitación con jeringa, PUI obtuvo menos número de especímenes en el nivel 3 (15%) (28). En la presente investigación el grupo PUI no tuvo especímenes en el nivel 3, situación que indica que este protocolo de irrigación no dejó ningún surco lleno de Ca(OH)<sub>2</sub>.

Estudios como los de Kenee y colaboradores (42) y de Taşdemir y colaboradores (43) evaluaron la cantidad de hidróxido de calcio que permanecía en los conductos después de la intervención de técnicas entre las que incluían la irrigación ultrasónica. En ambos estudios no se hicieron surcos, más bien la observación fue de todo el conducto utilizando sistemas computarizados para la determinación de los porcentajes de residuo de hidróxido de calcio, en el primer caso se hizo conteo de píxeles (42) y en el segundo el residuo se midió en mm<sup>2</sup> y se registró como porcentaje de la superficie total del conducto (43). El hecho de no realizar surcos estandarizados hace imposible normalizar la cantidad inicial de hidróxido para todos los especímenes. Sin embargo y pese a las diferencias metodológicas con esta investigación se encontró que el protocolo que dejó menos hidróxido residual fue el de PUI, al igual que en este estudio (42,43).

Topçuoğlu y colaboradores (4) en el año 2015 reportaron valores similares a los de esta investigación, con un porcentaje de especímenes del 50% y del 40% en los niveles 0 y 1 respectivamente para PUI y un porcentaje de 20% tanto en el nivel 0 como en el 1 para el EA; al igual que en este estudio se observó que un 48,3% de especímenes estuvieron tanto en el nivel 0 como en el 1 para PUI, y un porcentaje del 15,6% y del 31,3% estuvieron en los niveles 0 y 1 respectivamente para el EA. La diferencia de las dos investigaciones radica en que mientras en la una se realizaron cavidades simuladas de reabsorción interna en esta se hicieron surcos que imitan las irregularidades del conducto radicular (4).

Wiseman y colaboradores (44) en el año 2011 realizaron un estudio con raíces mesiales de molares inferiores y utilizaron como método de evaluación de la cantidad de hidróxido de calcio removida a la micro tomografía computarizada,



que les permitió determinar valores de 85,7% para PUI y de 71,5% para el EA, con este estudio se confirma nuevamente la superioridad de la irrigación ultrasónica en relación a la sónica (44).

Otras investigaciones (45,46) también refieren que la irrigación ultrasónica tiene mejores resultados en cuanto a la cantidad residual de Hidroxido de calcio dejado en el conducto versus el Endo Activator; Gallardo y colaboradores (45) reportaron valores de 28,3% para PUI y 44,5% de residuo en el área apical del conducto para EA, en este caso se hizo la observación con un microscopio óptico y el análisis con el software Micrometrics (45). Por otra parte Arslan y colaboradores (46) demostraron valores similares de remanente de  $\text{Ca(OH)}_2$  de 24% para la agitación ultrasónica y de 54% para la agitación sónica, aquí se realizó la observación con estereomicroscopio pero el análisis del residuo se hizo con un conteo de pixeles en un ordenador, que hace la diferencia metodológica con nuestro estudio, no así los resultados son parecidos e indican que PUI remueve más hidróxido de calcio que el EA (46).

Como se puede notar existe una gran cantidad de estudios que coinciden con el presente, indicando la supremacía de la irrigación ultrasónica versus la sónica, pero sin embargo también hay investigaciones (3,34,47,48) que afirman que no existe diferencia estadísticamente significativa entre estas técnicas e incluso en dos de ellas le dan una ligera ventaja al EA, entre estas se incluye el estudio de Ma y colaboradores (48) que utilizan segundos molares mandibulares con conductos en C y como método de evaluación la micro-tomografía computarizada (48); Cid y colaboradores (34) por otro lado utilizaron raíces mesiales de molares con curvaturas que iban de 15° a 30° e hicieron la observación de un área de  $100.000\mu\text{m}^2$  del área apical de cada canal mediante un microscopio electrónico de barrido, donde encontraron que la irrigación sónica tuvo la menor cantidad de remanente de hidroxido de calcio (51,77% de residuo), aunque estos resultados no fueron estadísticamente diferentes comparados con la irrigación ultrasónica (58,9% de residuo), esto se atribuyó a las propiedades flexibles de las puntas del EA que le permiten buena limpieza en conductos curvos (34) y en contraste esta investigación se realizó en conductos rectos y



utilizó como método de observación al estereomicroscopio.

Un modelo de conducto curvo, reusable, diseñado en bloques de titanio con una ranura en apical fue el empleado por Goode y colaboradores para evaluar la eficacia en el debridamiento mecánico del hidróxido de calcio de las paredes del conducto y de la ranura (8), en este caso se comparó técnicas de irrigación con diversas jeringas, la agitación dinámica manual usando puntas de gutapercha ajustadas y no ajustadas, el Endo Activator con distintas puntas, el sistema VPro EndoSafe, la irrigación ultrasónica continua (CUI) que difiere del PUI ya que aquí se realiza una instrumentación ultrasónica e irrigación simultánea (31), y finalmente con el sistema EndoVac. Pese a las limitaciones de este estudio pudieron observar que la única técnica capaz de eliminar el 99% de Ca(OH)<sub>2</sub> fue el EndoVac. Los grupos restantes fueron ineficaces, siendo el grupo CUI el segundo grupo más alto (porcentaje de limpieza promedio = 10,32%), y no fue significativamente diferente de los dos grupos EA y MDA. En la presente investigación tan solo 1 espécimen del grupo MDA estuvo libre de residuos de hidróxido de calcio (nivel 0) que representa a un 3,1%, por lo que se coincide con el estudio de Goode en que la técnica MDA no logra una remoción deseable de Ca (OH)<sub>2</sub> de surcos simulados en el interior del conducto (8).

Es importante recalcar que ninguno de los métodos probados en este estudio logra una remoción completa del hidróxido de calcio del surco simulado en el interior del conducto, hecho que se repite en muchas investigaciones (6,41–44). La dificultad de eliminación de esta medicación intraconducto, nos hace pensar que su uso debería estar restringido a situaciones clínicas estrictamente necesarias; y en el caso de usarlo se debería realizar protocolos de irrigación ya estudiados como el PUI, con el fin de lograr la mayor remoción posible del hidróxido de calcio, evitando de esta forma que sus remanentes pudieren perjudicar el sellado de la endodoncia y por ende el pronóstico de la pieza dental.



## 8. CONCLUSIONES

1. Ninguna de las técnicas de irrigación empleadas en este estudio logró una remoción total del Ca(OH)<sub>2</sub>.
2. Existe diferencia significativa en la eficacia de remoción del Ca(OH)<sub>2</sub> entre los distintos tipos de protocolos de remoción. La irrigación ultrasónica demostró ser el método más eficaz.
3. La técnica de activación MDA no logró una remoción deseable de Ca(OH)<sub>2</sub> y resultó ser el método menos eficaz de los estudiados.
4. El uso de Ca(OH)<sub>2</sub> como medicación intraconducto debe ir complementado de una buena técnica de irrigación que permita removerlo de la manera más eficaz posible.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Iñiguez M, Mendez D. Perfil Epidemiológico de Salud Bucal de los pacientes del Centro de Salud N°4 “Tandacatu”de Cuenca 2012 [Internet]. [citado 7 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20532/1/tesis%20empastar.pdf>
2. Mohammadi Z, Dummer PMH. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J.* agosto de 2011;44(8):697-730.
3. Böttcher DE, Rahde N de M, Grecca FS. Calcium hydroxide removal: effectiveness of ultrasonic and manual techniques. *Rev Odonto Ciênc.* 2012;27(2):152-5.
4. Topçuoğlu HS, Düzgün S, Ceyhanlı KT, Aktı A, Pala K, Kesim B. Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. *Int Endod J.* abril de 2015;48(4):309-16.
5. Capar ID, Ozcan E, Arslan H, Ertas H, Aydinbelge HA. Effect of Different Final Irrigation Methods on the Removal of Calcium Hydroxide from an Artificial Standardized Groove in the Apical Third of Root Canals. *J Endod.* 1 de marzo de 2014;40(3):451-4.
6. van der Sluis LWM, Wu MK, Wesselink PR. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *Int Endod J.* enero de 2007;40(1):52-7.
7. Ethem Yayınlı I, Kececi AD, Ureyen Kaya B. Ultrasonically Activated Irrigation to Remove Calcium Hydroxide from Apical Third of Human Root Canal System: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod.* octubre de 2015;41(10):1589-99.



8. Goode N, Khan S, Eid AA, Niu L, Gosier J, Susin LF, et al. Wall shear stress effects of different endodontic irrigation techniques and systems. *J Dent.* julio de 2013;41(7):636-41.
9. Wesselink PR. The incidental discovery of apical periodontitis. *Endod Top.* 1 de mayo de 2014;30(1):23-8.
10. Glasinovic V. La Importancia de salvar un diente [Internet]. [citado 2 de julio de 2017]. Disponible en: <http://www.endodoncia.cl/salvar-un-diente.php>
11. Krithikadatta J, Gopikrishna V, Datta M. CRIS Guidelines (Checklist for Reporting In-vitro Studies): A concept note on the need for standardized guidelines for improving quality and transparency in reporting in-vitro studies in experimental dental research. *J Conserv Dent JCD.* julio de 2014;17(4):301-4.
12. Posada MC, Sánchez CF, Gallego GJ, Vargas AP, Restrepo LF, López JD. «Dientes de bovino como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontología». Revisión de literatura. *CES Odontol.* 2006;19(1):63-8.
13. Soares FZM, Follak A, Rosa LS da, Montagner AF, Lenzi TL, Rocha RO. Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Dent Mater.* 1 de noviembre de 2016;32(11):1385-93.
14. Farhad A, Mohammadi Z. Calcium hydroxide: a review. *Int Dent J.* octubre de 2005;55(5):293-301.
15. Caviedes J, Muñoz H, Meneses J. El paradigma del hidroxido de calcio en endodoncia ¿sustancia milagrosa? [Internet]. [citado 4 de diciembre de 2016]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000343&pid=S0121-246X201300020001100193&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000343&pid=S0121-246X201300020001100193&lng=en)
16. Fava LRG, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J.* 1 de julio de 1999;32(4):257-82.
17. Siqueira JF, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J.* septiembre de 1999;32(5):361-9.



18. Tronstad L. Root resorption--etiology, terminology and clinical manifestations. *Endod Dent Traumatol.* diciembre de 1988;4(6):241-52.
19. Siqueira JF, Lopes HP, de Uzeda M. Recontamination of coronally unsealed root canals medicated with camphorated paramonochlorophenol or calcium hydroxide pastes after saliva challenge. *J Endod.* enero de 1998;24(1):11-4.
20. Schröder U. Effects of calcium hydroxide-containing pulp-capping agents on pulp cell migration, proliferation, and differentiation. *J Dent Res.* abril de 1985;64 Spec No:541-8.
21. Baldassari-Cruz LA, Walton RE, Johnson WT. Scanning electron microscopy and histologic analysis of an apexification «cap»: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* octubre de 1998;86(4):465-8.
22. Morse DR, O'Larnic J, Yesilsoy C. Apexification: review of the literature. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. julio de 1990;21(7):589-98.
23. Mineral trioxide aggregate: present and future developments [Internet]. Avalon Biomed. 2015 [citado 5 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://avalonbiomed.com/resources/journal-articles/mineral-trioxide-aggregate-present-and-future-developments/>
24. Weine FS, Izquierdo O, Hayashi A. Endodontic therapy. Saint Louis, Mo.: Mosby; 2004.
25. Tandan M, Hegde MN, Hegde P. Effect of four different intracanal medicaments on the apical seal of the root canal system: A dye extraction study. *Indian J Dent Res.* 9 de enero de 2014;25(5):607.
26. Arslan H, Gok T, Saygili G, Altintop H, Akçay M, Çapar İD. Evaluation of Effectiveness of Various Irrigating Solutions on Removal of Calcium Hydroxide Mixed with 2% Chlorhexidine Gel and Detection of Orange-brown Precipitate after Removal. *J Endod.* 1 de noviembre de 2014;40(11):1820-3.



27. Vineeta N, Gupta S, Chandra A. Retrievability of calcium hydroxide intracanal medicament with Chitosan from root canals: An in vitro CBCT volumetric analysis. *J Conserv Dent JCD.* septiembre de 2014;17(5):454-7.
28. Wigler R, Dvir R, Weisman A, Matalon S, Kfir A. Efficacy of XP-endo finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from artificial standardized grooves in the apical third of oval root canals. *Int Endod J.* julio de 2017;50(7):700-5.
29. van der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* junio de 2007;40(6):415-26.
30. Gulabivala K, Ng Y-L. *Endodontics*. Mosby Elsevier; 2014. 398 p.
31. Gu L, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* junio de 2009;35(6):791-804.
32. Jiang L-M, Lak B, Eijsvogels LM, Wesselink P, van der Sluis LWM. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *J Endod.* junio de 2012;38(6):838-41.
33. Villavicencio E. El tamaño muestral en tesis de post grado. ¿cuantas personas debo encuestar? En: ResearchGate [Internet]. 2011 [citado 4 de diciembre de 2016]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/283352423\\_el\\_tamano\\_muestral\\_en\\_tesis\\_de\\_post\\_grado\\_cuantas\\_personas\\_debo\\_encuestar](https://www.researchgate.net/publication/283352423_el_tamano_muestral_en_tesis_de_post_grado_cuantas_personas_debo_encuestar)
34. Cid T, Castillo JM, Echeverri D. Sonic versus ultrasonic activation in calcium hydroxide removal in curved canals: an in-vitro study. *J Oral Res.* 13 de noviembre de 2014;3(4):237-43.
35. Moreno G, Guevara J, Morales R, Ferez H, Marcio A, Miranda M. Uso de dientes humanos en la enseñanza odontológica: aspectos éticos, legales y de bioseguridad [Internet]. [citado 31 de julio de 2017]. Disponible en: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2012/2/art-12/>



36. Martins Justo A, Abreu da Rosa R, Santini MF, Cardoso Ferreira MB, Pereira JR, Húngaro Duarte MA, et al. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. *J Endod.* diciembre de 2014;40(12):2009-14.
37. Lee S-J, Wu M-K, Wesselink PR. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J.* octubre de 2004;37(10):672-8.
38. Sisli SN, Ozbas H. Comparative Micro-computed Tomographic Evaluation of the Sealing Quality of ProRoot MTA and MTA Angelus Apical Plugs Placed with Various Techniques. *J Endod.* enero de 2017;43(1):147-51.
39. van der Sluis LWM, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J.* junio de 2006;39(6):472-6.
40. Basrani B. *Endodontic Irrigation - Chemical disinfection of the root.* Switzerland: Springer International Publishing; 2015.
41. Rödig T, Vogel S, Zapf A, Hülsmann M. Efficacy of different irrigants in the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J.* junio de 2010;43(6):519-27.
42. Kenee DM, Allemand JD, Johnson JD, Hellstein J, Nichol BK. A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *J Endod.* junio de 2006;32(6):563-5.
43. Taşdemir T, Celik D, Er K, Yildirim T, Ceyhanli KT, Yeşilyurt C. Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *Int Endod J.* junio de 2011;44(6):505-9.
44. Wiseman A, Cox TC, Paranjpe A, Flake NM, Cohenca N, Johnson JD. Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. *J Endod.* febrero de 2011;37(2):235-8.



45. Gallardo L, Javier F, López S, Teresa AE. Comparación de la remoción de hidróxido de calcio con irrigación sónica versus ultrasónica: evaluación microscópica [Internet] [Thesis]. Universidad Andrés Bello (Chile); 2015 [citado 6 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/2700>
46. Arslan H, Akcay M, Capar ID, Saygili G, Gok T, Ertas H. An in vitro comparison of irrigation using photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonic, sonic and needle techniques in removing calcium hydroxide. *Int Endod J.* marzo de 2015;48(3):246-51.
47. Khaleel H, Al-Ashaw A, Yang Y, Pang A, Ma J. Quantitative comparison of calcium hydroxide removal by endoactivator, ultrasonic and protaper file agitation techniques: An in vitro study. *J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci.* 1 de febrero de 2013;33(1):142-5.
48. Ma JZ, Shen Y, Al-Ashaw AJ, Khaleel HY, Yang Y, Wang ZJ, et al. Micro-computed tomography evaluation of the removal of calcium hydroxide medicament from C-shaped root canals of mandibular second molars. *Int Endod J.* abril de 2015;48(4):333-41.

## ANEXOS

Figura 1. Medición de las piezas a 16mm para la decoronación



Figura 2. Instrumentación

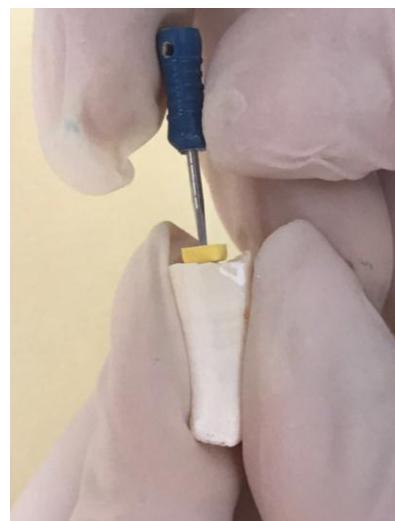


Figura 3. División longitudinal de las piezas

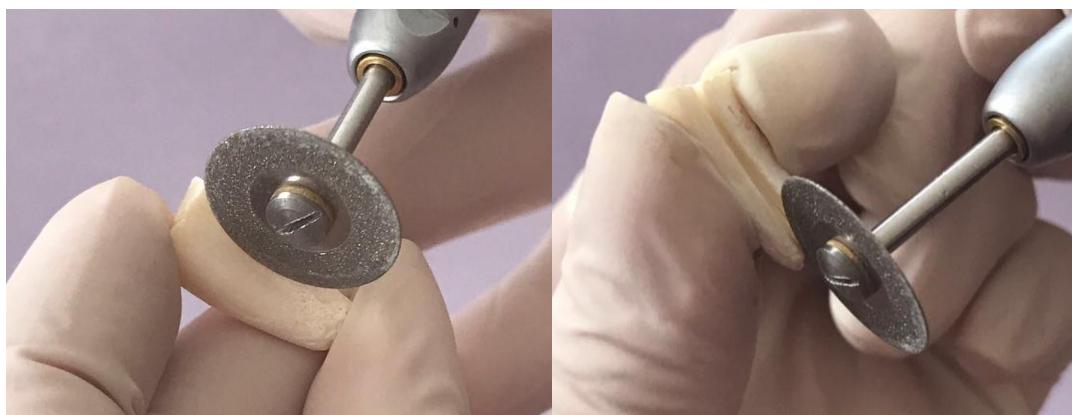


Figura 4. Elaboración del surco

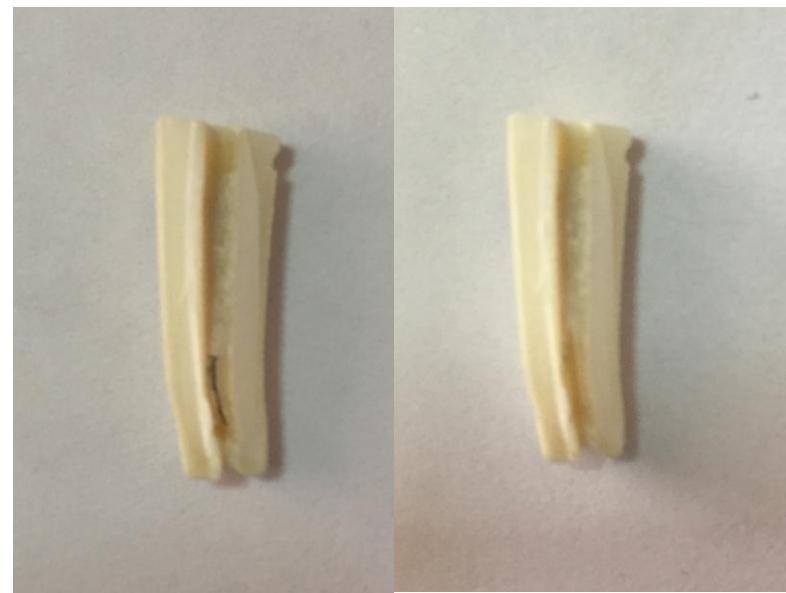


Figura 5. Llenado del surco con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$



Figura 6. Reensamblaje y sellado con cavit



Figura 7. Protocolos de Irrigación



Figura 8. Irrigación ultrasónica pasiva

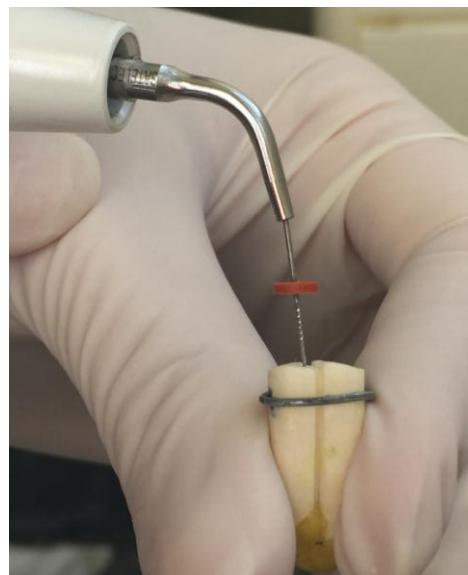


Figura 9. Irrigación sónica Endo Activator

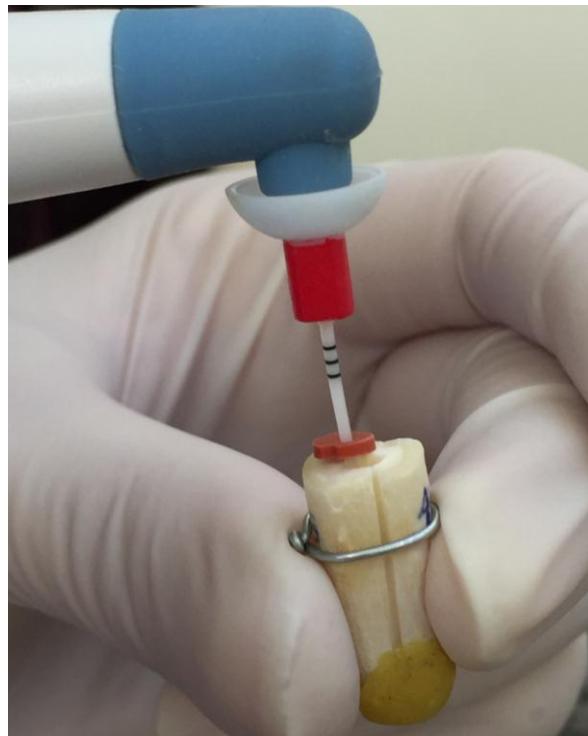


Figura 10. Activación dinámica manual

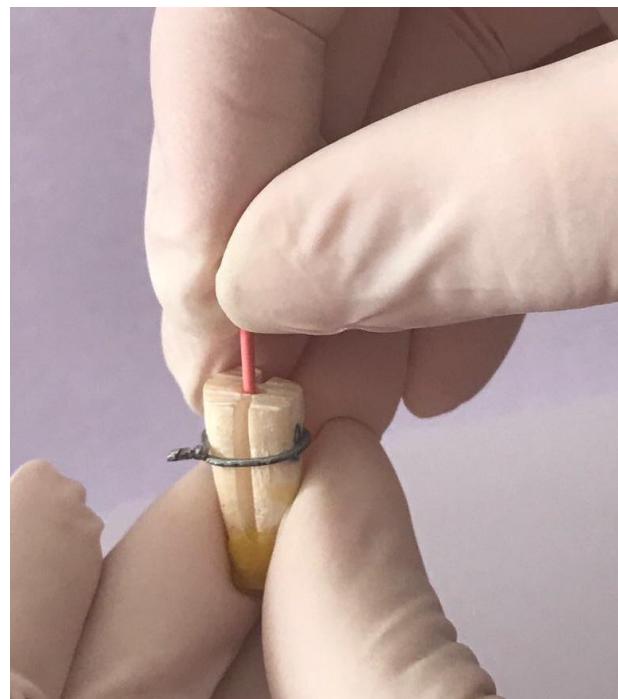


Figura 11. Imágenes de los especímenes, magnificación 40 x. Niveles de Remoción de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ : (a) Nivel 0, (b) Nivel 1, (c) Nivel 2, (d) Nivel 3

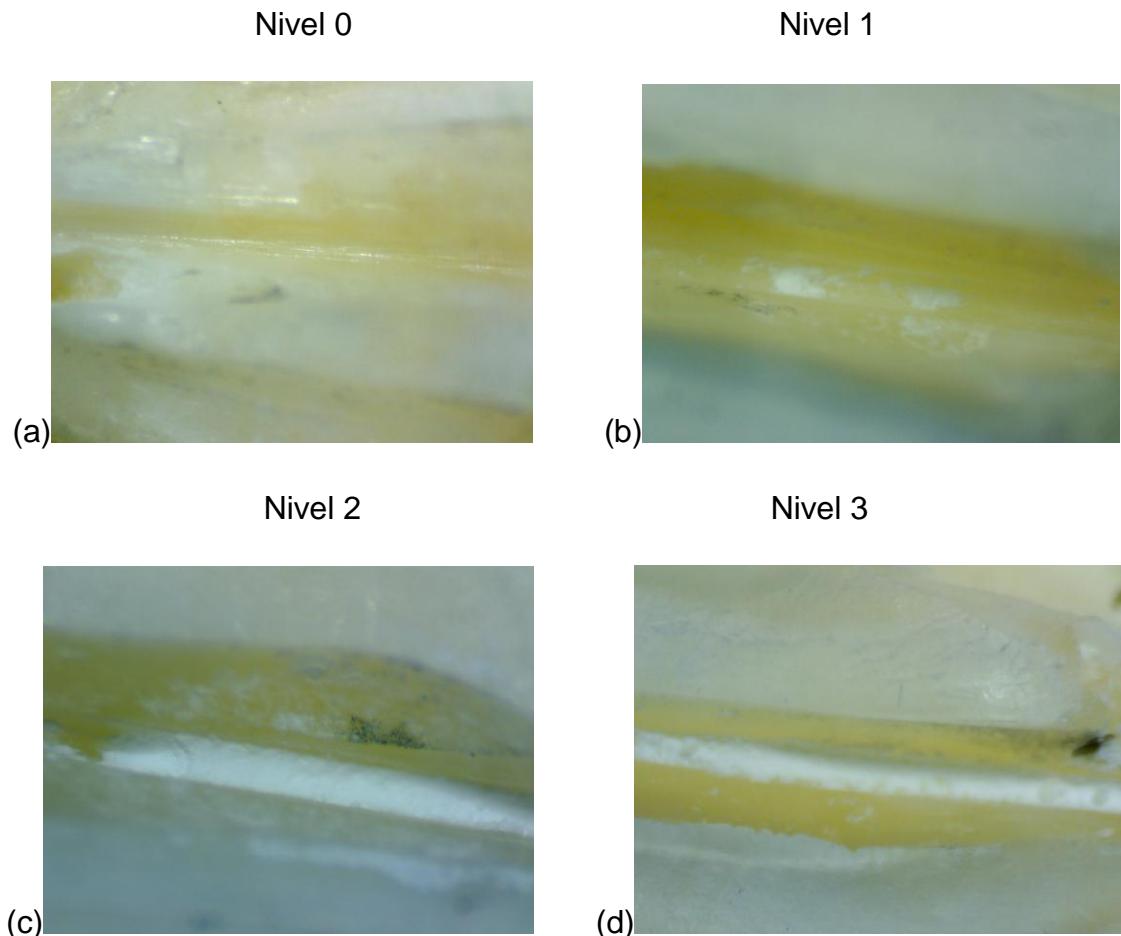


Figura 12. Imágenes de los especímenes de los grupos controles, magnificación 40 x. (a) Control negativo, (b) Control positivo

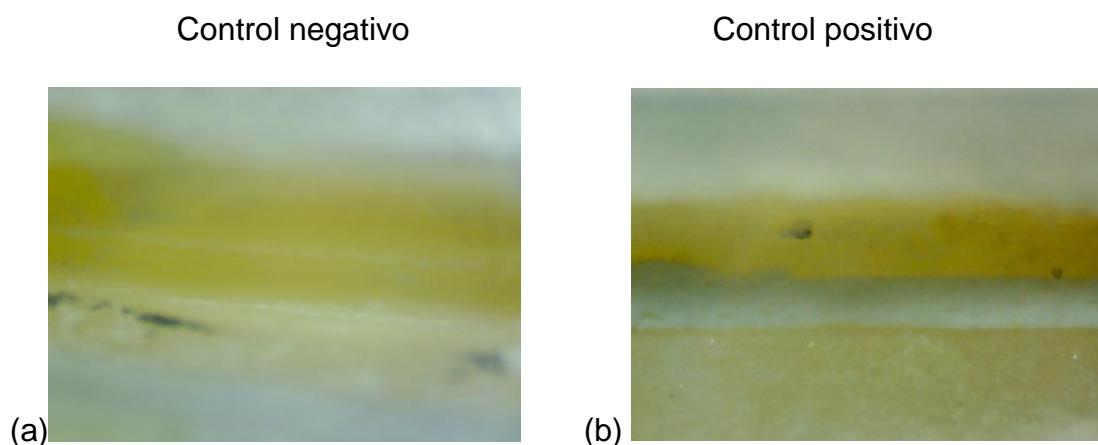




Figura 13. Medida de concordancia interobservador: Índice Kappa

Medidas de concordancia: el índice Kappa (Tabla C x C)				
EFICACIA DE LA IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA, SÓNICA Y ACTIVACIÓN MANUAL DINÁMICA EN LA REMOCIÓN DE HIDROXIDO DE CALCIO DE CONDUCTOS RADICULARES BOVINOS				
Observador 1				Observador 2
0	6	0	0	0
1	0	7	2	0
2	0	1	11	0
3	0	0	0	3
Marginal	6	8	13	3
ACUERDO OBSERVADO	0,90			
ACUERDO ESPERADO	0,30			
ÍNDICE KAPPA	ERROR ESTÁNDAR	I.C 95%	Fuerza de la concordancia	
0,856	0,079	( 0,702 , 1,011 )	Muy buena	