

# UCUENCA

**Universidad de Cuenca**

Facultad de Odontología

Especialización en Endodoncia

**EFICACIA DE IRRIGACIÓN DE DOS SISTEMAS ULTRASÓNICOS Y DOS  
SÓNICOS EN LA REMOCIÓN DE DEBRIS EN DIENTES BOVINOS**

Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Especialista  
en Endodoncia

**Autor:**

Jessica Viviana Castillo Cárdenas

**Director:**

Elida Magaly Ortiz Garay

ORCID:  0000-0001-9493-5357

**Cuenca, Ecuador**

2024-10-03

## Resumen

**Introducción:** La irrigación es parte esencial del desbridamiento ya que permite la limpieza del sistema de conductos radiculares. Los métodos actuales para la remoción del barrillo dentinario son activación sónica y ultrasónica. **Objetivo:** Comparar la eficacia de irrigación entre dos sistemas ultrasónicos y dos sónicos en la remoción de debris en dientes bovinos. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio experimental in vitro utilizando 92 dientes bovinos seccionados a 16 mm de longitud, las muestras fueron instrumentadas con limas k Flexofile hasta un diámetro #60, los dientes se dividieron y se preparó un surco en el tercio apical y se rellenó con restos de dentina, se volvieron a ensamblar las mitades y se formaron 4 grupos (n= 23), grupo 1= irrigación ultrasónica (Newtron), grupo 2= irrigación ultrasónica (Ultra X), grupo 3= Irrigación Sónica (Endo Activator) y grupo 4= Irrigación Sónica (Easydo activador), cada grupo se irrigó con 8ml de NaOCl 5,25%, la activación del irrigante fue de 3 ciclos de 20 segundos cada uno. **Resultado:** Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo 1 y el grupo 3 (valor-p = 0,045 < 0,05) y entre el grupo 1 y el grupo 4 (valor-p = 0,004 < 0,05). También se encontraron diferencias significativas entre el grupo 2 y el grupo 4 (valor-p = 0,008 < 0,05). **Conclusiones:** Los dos sistemas ultrasónicos demostraron una mayor eficacia en la remoción de debris en dientes bovinos en comparación con los sistemas sónicos.

*Palabras clave del autor:* activación sónica, activación ultrasónica, barrillo dentinario, endo activator, ultra X



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.  
Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

### Abstract

**Introduction:** Irrigation is an essential part of debridement as it allows cleaning of the root canal system. Current methods for removing smear layer are sonic and ultrasonic activation. **Objective:** To compare the effectiveness of irrigation between two ultrasonic and two sonic systems in removing debris in bovine teeth. **Materials and methods:** An in vitro experimental study was performed using 92 bovine teeth sectioned at 16 mm in length, the samples were instrumented with Flexofile k files up to a diameter of #60, The teeth were divided and a groove was prepared in the apical third and filled with dentin remains, the halves were reassembled and 4 groups were formed (n= 23), group 1= ultrasonic irrigation (Newtron), group 2= ultrasonic irrigation (Ultra X), group 3= Sonic Irrigation (Endo Activator) and group 4= Sonic Irrigation (Easydo activator)), each group was irrigated with 8ml of NaOCl 5.25%, irrigant activation was 3 cycles of 20 seconds each. **Result:** Statistically significant differences were found between group 1 and group 3 (p-value = 0.045 < 0.05) and between group 1 and group 4 (p-value = 0.004 < 0.05). Significant differences were also found between group 2 and group 4 (p-value = 0.008 < 0.05). **Conclusions:** Both ultrasonic systems demonstrated greater efficacy in removing debris in bovine teeth compared to sonic systems.

*Author Keywords:* sonic activation, ultrasonic activation, smear layer, endo activator, ultra X.



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

## Índice de contenido

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Capítulo I .....</b>                                                                                | <b>10</b> |
| 1. Introducción. ....                                                                                  | 10        |
| 2. Planteamiento del problema. ....                                                                    | 11        |
| 3. Justificación. ....                                                                                 | 12        |
| 4. Hipótesis.....                                                                                      | 13        |
| 5. Objetivos. ....                                                                                     | 14        |
| <b>Capítulo II .....</b>                                                                               | <b>15</b> |
| 2. Marco teórico.....                                                                                  | 15        |
| 2.1 Generalidades. ....                                                                                | 15        |
| 2.2 Barrillo dentinario. ....                                                                          | 15        |
| 2.3 Irrigación.....                                                                                    | 16        |
| 2.3.1 Hipoclorito de sodio (NaOCl).....                                                                | 17        |
| 2.4 Técnicas de irrigación. ....                                                                       | 18        |
| 2.4.1 Irrigación ultrasónica pasiva (passive ultrasonic irrigation, PUI). ....                         | 19        |
| 2.4.1.1 Newtron® P5 XS BLED (Acteon Satelec).....                                                      | 20        |
| 2.4.1.2 Ultra X (Eighteeth Medical Technology Co. Ltd., Jiangsu, China). ....                          | 20        |
| 2.4.2 Activación sónica.....                                                                           | 21        |
| 2.4.2.1 EndoActivator System (EA) (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK). ....                 | 21        |
| 2.4.2.2 Sistema sónico Easydo activador (Endo Sonic Irigator activador, Easyinsmile, Easyinsmile)..... | 21        |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>Capítulo III.....</b>                           | <b>23</b> |
| 3.1 Materiales y Métodos. ....                     | 23        |
| 3.1.1. Tipo de estudio. ....                       | 23        |
| 3.1.2. Tipo de variables. ....                     | 23        |
| 3.1.3. Población. ....                             | 24        |
| 3.1.4. Criterios de inclusión. ....                | 24        |
| 3.1.5. Criterios de exclusión.....                 | 24        |
| 3.1.6. Muestra. ....                               | 24        |
| 3.1.7. Materiales, procedimientos y técnicas. .... | 25        |
| 3.1.8. Procesamiento y técnicas estadísticas. .... | 34        |
| 3.1.9. Resultados. ....                            | 35        |
| <b>Capítulo IV .....</b>                           | <b>39</b> |
| 4.1 Discusión. ....                                | 39        |
| 4.2 Conclusiones. ....                             | 44        |
| 4.3 Recomendaciones. ....                          | 45        |
| 4.4 Limitaciones.....                              | 46        |
| Referencias.....                                   | 47        |
| Anexos.....                                        | 53        |

## Índice de figuras

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Formulación de contraste de hipótesis de proporciones. ....                | 24 |
| <b>Figura 2.</b> Limpieza de las piezas dentales. ....                                      | 26 |
| <b>Figura 3.</b> Estandarización de las piezas dentales. ....                               | 26 |
| <b>Figura 4.</b> Preparación quimio mecánica. ....                                          | 27 |
| <b>Figura 5.</b> Aguja de extremo abierto plana de calibre 30G de 21mm.....                 | 27 |
| <b>Figura 6.</b> División de las piezas dentales ....                                       | 28 |
| <b>Figura 7.</b> Creación del surco.....                                                    | 28 |
| <b>Figura 8.</b> Producción de debris .....                                                 | 29 |
| <b>Figura 9.</b> Reensamblaje de las piezas dentales ....                                   | 29 |
| <b>Figura 10.</b> Protocolo de Irrigación. ....                                             | 30 |
| <b>Figura 11.</b> Irrigación Ultrasónica con Newtron, punta Irri K. (Grupo 1) .....         | 31 |
| <b>Figura 12</b> Irrigación Ultrasónica con Ultra X, (Grupo 2). ....                        | 32 |
| <b>Figura 13</b> Irrigación Sónica Endo Activator (Grupo 3).....                            | 33 |
| <b>Figura 14</b> Irrigación Sónica con Easydo activador (Grupo 4) .....                     | 33 |
| <b>Figura 15</b> Observación de imágenes. ....                                              | 34 |
| <b>Figura 16</b> Eficacia de remoción de debris en cada grupo. ....                         | 36 |
| <b>Figura 17</b> Distribución porcentual del nivel de remoción de debris en cada grupo..... | 37 |

## Índice de tablas

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables. ....              | 23 |
| <b>Tabla 2</b> Eficacia de remoción de debris en cada grupo. .... | 35 |
| <b>Tabla 3</b> Nivel de eliminación de debris en cada grupo. .... | 36 |
| <b>Tabla 4</b> Comparaciones múltiples entre grupos. ....         | 38 |

## Dedicatoria

A mi hija, Amanda

Por tenerme tanta paciencia y llenarme de amor desde el inicio de esta meta, por ser mi  
motivación y mi fuerza.

A mi papá Luis, mamá Xime y hermana Bely

Que me llenaron de cariño y me supieron comprender, porque siempre estuvieron velando por  
bienestar, ellos son mis pilares.



## Agradecimiento

Expreso mi gratitud a la doctora Elida Ortiz G. por su tutoría, por su paciencia y apoyo a través de sus conocimientos y experiencia.

Agradezco a mis maestros y maestras, quienes nos han compartido enseñanzas y consejos que nos serán de mucha utilidad en la vida.

También agradezco a mis amigas y amigos de posgrado, por el apoyo y por todos los momentos que hemos compartido juntos.

Finalmente, a mi bella familia, mis abues y mi tío O, por confiar en mí, por todo lo que han hecho y siguen haciendo. ¡MILLÓN GRACIAS!

## Capítulo I

### 1. Introducción.

Los avances científicos y tecnológicos dentro del campo de la endodoncia han conseguido mejorar el pronóstico de piezas dentales que antes estaban destinadas a la exodoncia (1). Un estudio realizado en el año 2021 informó que la prevalencia mundial de personas adultas con al menos un diente con una patología de origen endodóntico es del 52% por lo tanto, existe un alto índice de pacientes que requieren una endodoncia (2), considerando este dato, es elemental el buen manejo del tratamiento para asegurar su éxito (3).

Un tratamiento endodóntico implica una adecuada preparación, irrigación y obturación del sistema de conductos radiculares (SCR), brindando condiciones óptimas para mantener la salud del tejido periapical (4). Debido a las variaciones anatómicas de las piezas dentales, rara vez se logra una preparación mecánica completa del SCR, esto puede provocar el fracaso del tratamiento endodóntico, por tal motivo la instrumentación debe combinarse con una irrigación adecuada para completar el proceso de limpieza y reducir la cantidad de microorganismos dentro del conducto radicular (5).

La irrigación es considerada una parte esencial del tratamiento, es fundamental durante la limpieza y desinfección del SCR gracias a la acción química y mecánica del irrigante (6) sobre, debris (partículas de dentina) (7), barrillo dentinario (compuesto de dentina, restos de procesos odontoblásticos, tejido pulpar y microorganismos) (8) además, de neutralizar las endotoxinas y lubricar las paredes del conducto (9). Por lo tanto, la irrigación química juega un papel importante en la desinfección del conducto radicular, el hipoclorito de sodio (NaOCl) es el agente químico de irrigación más popular y utilizando debido a su eficacia contra los microorganismos patógenos y la desintegración de la pulpa (10).

Según Peters et al, al menos el 35% de la superficie del conducto radicular permanece sin instrumentar independientemente de la técnica de preparación del conducto (11), es por este motivo que se han probado numerosos dispositivos de irrigación para mejorar la limpieza y desinfección, entre estos tenemos la irrigación con jeringa y aguja endodóntica, el cual es el método más básico y tradicional, y con la introducción de equipos ultrasónicos y sónicos se ha logrado un mejor resultado, generando que los irrigantes penetren ampliamente en la complejidad del sistema de conductos logrando un mejor efecto de irrigación (12).

La activación ultrasónica tiene la capacidad de aumentar la eficacia de los irrigantes mejorando el potencial de limpieza para eliminar la capa de barrillo dentinario y los desechos de áreas inaccesibles del conducto radicular, debido al efecto de cavitación y la transmisión acústica (13), que se genera desde una lima oscilante o alambre liso a una solución de irrigación en el conducto radicular activado en frecuencias de 25 a 30kHz (14).

La activación sónica ha probado ser un método de irrigación adecuado para desinfectar SCR, este sistema es capaz de limpiar eficazmente el conducto principal, eliminar el barrillo dentinario y promover la limpieza de un mayor número de conductos laterales (13). El equipo posee puntas de plástico lisas, flexibles, no cortantes de diferentes tamaños las cuales son activadas a frecuencias de 1 a 6 kHz aproximadamente (13,15).

De manera que, para poder cumplir el propósito de la terapia endodóntica, se debe implementar una técnica de irrigación efectiva que facilite la penetración del irrigante al tercio apical del SCR (9,16). El objetivo del presente estudio es comparar la eficacia de la activación de dos sistemas ultrasónicos y dos sónicos en la remoción de debris en dientes bovinos.

## **2. Planteamiento del problema.**

La efectividad del tratamiento endodóntico oscila entre el 83 y 98%, los dientes con lesión periapical tienen un 49% menos de posibilidades de éxito que los dientes sin lesión periapical (5), por lo tanto es esencial la desinfección del SCR para eliminar los microorganismos evitando infecciones recurrentes durante y después del tratamiento (13,15), mediante procedimientos mecánicos de limpieza y conformación del conducto más la solución irrigante (15) para su posterior obturación y restablecimiento de la salud de los tejidos periapicales.

Considerando la importancia de la irrigación es importante conocer que método promete una mejor desinfección del conducto radicular y una mayor eficacia del tratamiento (5). Para lograr este objetivo, es importante eliminar la capa de barrillo dentinario o smear layer que resulta de la instrumentación manual o mecanizada, su espesor puede ser hasta 2  $\mu\text{m}$  y alcanzar 40  $\mu\text{m}$  de profundidad (17), está compuesta por sustancias orgánicas e inorgánicas, incluidas partículas de dentina (debris) (7,18) la cual impide que los irrigantes y medicamentos intraconducto penetren en los túbulos dentinarios (19).

La irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y activación sónica con EndoActivator (Dentsply Sirona,

Konstanz, Alemania) han sido bien investigados en las últimas décadas con respecto a la eliminación de desechos, la capa de barrillo dentinario y eficacia antibacteriana (20). Además, se han introducido otros sistemas ultrasónicos inalámbricos (21,22) como Ultra X (Eighteenth Medical Technology Co. Ltd., Jiangsu, China) y sistemas sónicos como Easydo activador (Endo Sonic Irigator activador, Easyinsmile, Easyinsmile) (12).

En consecuencia, surge la pregunta de investigación: ¿Cuál es el sistema de irrigación sónico o ultrasónico más eficaz en la remoción de debris? Las investigaciones sobre la eficacia de los dispositivos sónicos y ultrasónicos han mostrado resultados bastante controvertidos (23); sin embargo, hasta ahora no se ha investigado la eficacia entre los cuatro dispositivos (Newtron, Ultra X, Endoactivator, Easydo activator) los cuales en el mercado actual tienen una variación de precio considerable.

### **3. Justificación.**

Este trabajo de investigación se posiciona como un aporte valioso al conocimiento existente en el campo de la endodoncia, proporcionando información esencial que podría tener implicaciones significativas para mejorar las prácticas clínicas tanto pública como privada y reducir las complicaciones asociadas con el tratamiento endodóntico.

El conocimiento de estos datos conduce a la determinación de la importancia y la eficacia que tiene la irrigación de los conductos radiculares con el uso de soluciones antimicrobianas más la activación del irrigante mediante dispositivos sónicos o ultrasónicos, los cuales son cruciales para la mayor desinfección del SCR (23) mientras se realiza el tratamiento endodóntico. Para esta investigación se utilizaron dientes bovinos debido a su parecido histológico y morfológico a los incisivos humanos (24). Finalmente, el presente tema se enmarca en la línea de investigación de irrigación en endodoncia, cuyo propósito es contribuir a la optimización de la terapia endodóntica.

#### 4. Hipótesis.

Se plantean tres hipótesis, una para el objetivo general y dos por cada objetivo específico.

##### **Hipótesis Nula (general):**

No existe diferencia en la eficacia de irrigación entre dos sistemas ultrasónicos Ultra X y piezoeléctrico Newtron y dos sónicos EndoActivator System y Easydo Activador, en la remoción de debris en dientes bovinos.

##### **Hipótesis Alternativa (general):**

Existe diferencia en la eficacia de irrigación entre dos sistemas ultrasónicos Ultra X y piezoeléctrico Newtron y dos sónicos EndoActivator System y Easydo Activador, en la remoción de debris en dientes bovinos.

##### **Hipótesis Nula (específica 1):**

No existe diferencia en la eficacia de irrigación entre dos sistemas ultrasónicos Ultra X y piezoeléctrico Newtron, en la remoción de debris en dientes bovinos.

##### **Hipótesis Alternativa (específica 1):**

Existe diferencia en la eficacia de irrigación entre dos sistemas ultrasónicos Ultra X y piezoeléctrico Newtron, en la remoción de debris en dientes bovinos.

##### **Hipótesis Nula (específica 2):**

No existe diferencia en la eficacia de irrigación entre dos sistemas sónicos EndoActivator System y Easydo Activador en la remoción de debris en dientes bovinos.

##### **Hipótesis Alternativa (específica 2):**

Existe diferencia en la eficacia de irrigación entre dos sistemas sónicos EndoActivator System y Easydo Activador en la remoción de debris en dientes bovinos.

## 5. Objetivos.

### Objetivo general.

- Comparar la eficacia de irrigación entre dos sistemas ultrasónicos y dos sónicos en la remoción de debris en dientes bovinos.

### Objetivos específicos.

- Determinar la eficacia de la activación ultrasónica pasiva, usando el dispositivo ultrasónico Ultra X y el dispositivo ultrasónico piezoeléctrico Newtron, en la remoción de debris en dientes bovinos.
- Determinar la eficacia de la irrigación sónica, usando el dispositivo sónico EndoActivator System y el dispositivo sónico Easydo Activador, en la remoción de debris dientes bovinos.

## Capítulo II

### 2. Marco teórico.

#### 2.1 Generalidades.

Según Canalda, la endodoncia es una ciencia que forma parte de la salud y que tiene como objetivo estudiar la estructura, la morfología, la fisiología y la patología de la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares (25). El objetivo principal de la terapia endodóntica depende de la preparación, desinfección y obturación adecuada del SCR (4), el tratamiento de conducto se lleva a cabo para erradicar y/o prevenir la infección de una pieza dental, para alcanzar este propósito es importante eliminar la capa de barrillo dentinario, lo que impide la penetración de irrigantes y medicamentos intraconducto en los túbulos dentinarios (19). Los tres pasos principales de la terapia endodóntica son: permeabilización del conducto radicular, desbridamiento químico-mecánico y obturación. El desbridamiento químico-mecánico requiere instrumentación e irrigación (26). Durante varios años, el desbridamiento y la desinfección del SCR se habían considerado una función de los instrumentos, mientras que se prestaba menos atención a los irrigantes (27).

No obstante, en la mayoría de los casos más del 50% de las paredes del conducto radicular permanecen sin ser instrumentadas (23), como resultado, la importancia dada a la irrigación creció considerablemente en las últimas décadas (27). En la actualidad, la instrumentación se considera en gran medida un medio para proporcionar acceso a los irrigantes principalmente al tercio apical, los cuales realizan la mayor parte de la limpieza y desinfección (27).

#### 2.2 Barrillo dentinario.

En 1970, Eick et al. identificaron del barrillo dentinario en preparaciones de cavidades coronales utilizando un microscopio electrónico de barrido (28), mientras que McComb y Smith en 1975 describieron el barrillo dentinario sobre la superficie de conductos radiculares instrumentados (8). Mader et al. en 1984 reportaron que el barrillo dentinario tenía un grosor de 1 a 2  $\mu\text{m}$  y que está compuesto en gran parte de materia inorgánica (29). Cameron en 1983 y Mader 1984 describieron que el barrillo dentinario tenía dos capas, una capa superficial y una capa de materia empaquetada dentro de los túbulos dentinarios a una profundidad de hasta 40  $\mu\text{m}$  (29,30).

La capa de barrillo dentinario es una capa amorfa, irregular y granular producto de la conformación del SCR, que consta de sustancias orgánicas e inorgánicas, incluidas partículas de dentina (debris) (7,18), restos de tejido pulpar vital o necrótico, componentes bacterianos, irrigante, fragmentos de procesos odontoblásticos y microorganismos (20,31). El propósito principal de la preparación es la conformación y limpieza del SCR, la limpieza implica la eliminación adecuada de los restos de tejido inorgánico, orgánico y la capa de barrillo dentinario (32).

En una revisión del 2010, se investigó el efecto de la capa de barrillo sobre el sellado apical y coronal, obteniendo diferentes conclusiones; algunos autores sugieren que mantener la capa de barrillo dentinario puede bloquear los túbulos dentinarios y limitar la penetración de bacterias o toxinas al alterar la permeabilidad dentinaria (33). Otros autores creen que la capa de barrillo dentinario, al ser una estructura poco adherente, debe eliminarse completamente de la superficie de la pared del conducto radicular porque puede albergar bacterias y proporcionar una vía para la fuga de las mismas, también puede limitar la desinfección eficaz, evitando que el hipoclorito de sodio, el hidróxido de calcio y otros medicamentos intraconducto penetren en los túbulos dentinarios (33). La literatura actualmente, ha demostrado que el barrillo dentinario impide la penetración de los desinfectantes y cementos selladores en los túbulos dentinarios, comprometiendo por tal motivo la obturación correcta del conducto radicular (34).

Para la irrigación final del conducto radicular generalmente se emplea la combinación de dos productos químicos como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y el hipoclorito de sodio (NaOCl) (5,31). Sin embargo, la mayoría de los estudios han demostrado que estas soluciones irrigantes no pueden eliminar completamente la capa de barrillo, especialmente cuando se usan pasivamente, es decir sin activación mecánica. Se pueden utilizar diferentes métodos para activar las soluciones irrigantes y lograr la limpieza mecánica de la capa de barrillo (35).

### **2.3 Irrigación.**

La irrigación tiene un papel fundamental en la desinfección del SCR, aumentando así la posibilidad de éxito del tratamiento de endodoncia (36). El uso de irrigantes es fundamental para la preparación quimiomecánica ya que eliminan el tejido pulpar, los microorganismos, el barrillo dentinario, detritos, materiales como gutapercha, cementos y medicación dentro de los conductos (37) entre otras propiedades se menciona que neutraliza las endotoxinas, lubrica las paredes de los conductos y desinfecta las áreas que son inaccesibles para los instrumentos



(4,5,38). Por lo tanto, la solución de irrigación utilizada debe tener preferiblemente propiedades desinfectantes y disolventes de desechos orgánicos, sin irritar los tejidos perirradiculares (38).

El desbridamiento completo del SCR es un verdadero desafío clínico, principalmente debido a las

irregularidades morfológicas como conductos laterales, ramificaciones y deltas apicales (12,38). La anatomía de los conductos crea una serie de obstáculos físicos para los irrigantes, el conducto radicular principal y la mayoría de las complejidades anatómicas, incluidos los túbulos dentinarios, son cavidades de extremo cerrado, por lo que la penetración del irrigante es difícil. Cabe mencionar que la formación de burbujas de aire cerca del extremo apical dentro de los conductos es probablemente el resultado y no la causa de la mala penetración del irrigante (27), en este caso el ultrasonido rompe la resistencia de las burbujas en la región apical y promueve a una distribución más eficiente del irrigante dentro del SCR (39).

Los efectos químicos no deseados de los irrigantes pueden extenderse más allá del SCR. La extrusión inadvertida del irrigante a través del foramen apical puede provocar daños en los tejidos periapicales y sintomatología pronunciada (27). Por lo tanto, para ejercer sus acciones deseables, los irrigantes deben extenderse a la mayor parte posible del SCR, pero no entrar en contacto con los tejidos periapicales, al menos no en cantidades significativas (27). La eficacia de la irrigación depende tanto de la acción del lavado mecánico como de la capacidad de los irrigantes para disolver el tejido (37).

### **2.3.1 Hipoclorito de sodio (NaOCl).**

Es la solución irrigante más utilizada en endodoncia, debido a que su mecanismo de acción provoca alteraciones en el metabolismo celular, destrucción de fosfolípidos, formación de cloraminas que interfieren en el metabolismo celular, acción oxidativa con inactivación enzimática irreversible de bacterias, degradación de lípidos y ácidos grasos (38). Por ello es considerado como la principal solución de irrigación, se utiliza durante la fase de instrumentación, no se altera químicamente con la presencia de otras sustancias (15,20) y diluye tejido orgánico (pulpa) que es de gran importancia para el éxito del tratamiento de conducto (32). La eficacia depende de su concentración, temperatura, y condiciones de almacenamiento (13), la desventaja es su incapacidad para disolver tejido inorgánico de los restos de dentina (15,20). No existe un consenso sobre la concentración óptima de las soluciones de NaOCl, estas van de

0,5 al 8,25% (27). Dado el rápido consumo del cloro libre disponible en reacciones químicas con biopelículas, dentina, tejido pulpar y otros irrigantes (40) generalmente se recomienda el recambio frecuente con irrigante fresco durante la preparación quimiomecánica (27).

## 2.4 Técnicas de irrigación.

La irrigación convencional es la que se realiza con jeringa y aguja, esta sigue siendo la técnica más popular para administrar irrigantes dentro de los conductos radiculares, la eficacia de la irrigación con jeringa depende de la proximidad de la aguja al extremo apical del conducto radicular, el espacio disponible en el tercio apical y la cantidad de irrigante (27). El equipo de irrigación más común es una jeringa plástica tipo Luer-Lock de 3 o 5 ml, estas son la mejor opción por seguridad y control ya que con jeringas de mayor volumen no se puede controlar la presión y son propensas a accidentes (26). Las agujas de irrigación son de dos tipos:

- a. Extremo abierto: Agujas que permiten que el irrigante fluya directamente a través de su punta abierta independientemente de su forma particular (27).
- b. Extremo cerrado: Agujas con una punta cerrada que impide el flujo directo, de modo que el irrigante fluye a través de una o más salidas laterales (27).

Debido a la dirección e intensidad de los flujos de irrigación creados, las agujas de extremo abierto parecen más efectivas que las agujas de extremo cerrado del mismo tamaño en términos de penetración e intercambio de irrigante, pero también conllevan un mayor riesgo de extrusión inadvertido de irrigante a través del foramen apical (27). La posición óptima para las agujas de extremo abierto es entre 2 y 3 mm menos que la longitud de trabajo (LT), mientras que las agujas de extremo cerrado deben colocarse a 1 mm de la LT. Por lo tanto, es sumamente importante utilizar agujas finas y flexibles (27G - 31G) que puedan alcanzar estas posiciones incluso en conductos radiculares curvos (27).

Con la jeringa, los irrigantes no pueden limpiar las complejidades del SCR, como los istmos, los conductos laterales y los accesorios, ya que no pueden ir más de 1mm de la punta de la aguja (15,20,33) entonces se han creado varios dispositivos para aumentar el flujo y la distribución de las soluciones irrigantes especialmente en el tercio apical incluidas puntas sónicas y ultrasónicas (4,20,33) desarrollándose así varias técnicas de agitación para lograr una mejor desinfección y desbridamiento (32).

#### 2.4.1 Irrigación ultrasónica pasiva (passive ultrasonic irrigation, PUI).

Fue descrita por Weller et al. en 1980 (39), la irrigación ultrasónica se introdujo como técnica de activación del irrigante en la fase final del tratamiento de conducto después de la instrumentación (36), denominada irrigación ultrasónica pasiva (*passive ultrasonic irrigation*, PUI), opera sin instrumentación simultánea, dispensándose primero la solución irrigadora en el interior del conducto y a continuación se agita y activa con ultrasonido (41). La frecuencia oscila entre 25~30 kHz y genera dos efectos:

- a. Efecto de cavitación, que es el proceso de formación de millones de burbujas de gas en la solución de irrigación, estas burbujas de gas crecen en tamaño, oscilan en diferentes direcciones y explotan en el líquido, produciendo una poderosa acción de limpieza (27).
- b. Transmisión acústica, es un flujo unidireccional de líquido producido por las ondas ultrasónicas, el movimiento de la punta produce un efecto especial llamado turbulencia acústica que acelera el movimiento del líquido dentro del conducto radicular, transportando el irrigante hacia áreas más lejanas del SCR y mejora la limpieza mecánica (27).

En resumen, en la solución de irrigación, se producirá un efecto de cavitación y transmisión acústica que es más potente cuando la pared del conducto radicular no se toca deliberadamente con el instrumento oscilante, por lo tanto, la PUI se realiza después de preparar el conducto radicular hasta la lima apical maestra y sin instrumentar la pared del conducto radicular durante la irrigación ultrasónica (42), se conoce que estos efectos son físicos específicos de la irrigación activada por ultrasonido y se afirma que son responsables de su eficacia de limpieza superior (15,43).

La efectividad de PUI depende de: el tiempo de exposición, el tamaño de la apertura del acceso y de la curvatura del conducto (44). Se puede utilizar una variedad de puntas ultrasónicas lisas, sin que ningún tipo en particular sea claramente superior a los demás, las puntas se deben insertar a 2 o 3mm de la LT para que el flujo llegue al extremo apical, debe haber suficiente espacio disponible en esa posición tanto para la punta como para su oscilación sin obstáculos, el tamaño mínimo de la preparación apical se puede estimar superior a 30-35 y se mueve pasivamente hacia arriba y hacia abajo para asegurar que no se adhiera a las paredes del conducto radicular (9,27). Los fenómenos producidos durante la activación ultrasónica dependen del ajuste de potencia del dispositivo de ultrasonido, una potencia más alta da como resultado un flujo más intenso y una limpieza mejorada, pero los riesgos de fractura de la punta o lima son altas (45,46) y la eliminación inadvertida de la dentina aumenta (27). Al inicio de la activación, la

oscilación mejora la eficacia de limpieza y eliminación de biopelículas en comparación con el resto de la activación (42,47), es por eso que la reposición frecuente de irrigante es fundamental durante el proceso (40).

#### **2.4.1.1 Newtron® P5 XS BLED (Acteon Satelec).**

Newtron® está formada por un transductor cerámico piezoeléctrico que transforma la señal piezoeléctrica en vibraciones ultrasonoras (vibraciones lineales y regulares), estas vibraciones se transmiten a un inserto o una lima dental atornillados al extremo de la pieza de mano haciendo que los tratamientos sean cómodos para el paciente. La mayoría de los fabricantes recomiendan utilizar aproximadamente entre el 30 % y el 50 % de la potencia máxima disponible para la activación del irrigante. El botón de ajuste de potencia de uso va de 1 a 20, girar el botón de ajuste hace que cambie el color de la retroiluminación del dispositivo ultrasónico.

Verde: de 1 a 6: de potencia muy baja a baja, se utiliza, básicamente, para la periodoncia y endodoncia.

Amarillo: de 6 a 11: potencia media, se utiliza, básicamente, para la endodoncia.

Azul: De 11 a 16: potencia fuerte, se utiliza principalmente para la odontología conservadora y restauradora.

Naranja: De 16 a 20: potencia muy fuerte, se utiliza principalmente para el aflojamiento de prótesis irrigante (48).

#### **2.4.1.2 Ultra X (Eighteeth Medical Technology Co. Ltd., Jiangsu, China).**

Es un dispositivo de irrigación ultrasónico, inalámbrico que oscila a 45 kHz  $\pm$ 5 kHz necesario para crear suficiente transmisión acústica y cavitación que puede llegar a áreas difíciles e inaccesibles. Puede eliminar la capa de barrillo dentinario y biopelículas, abrir túbulos dentinarios ocluidos y aumentar la eficiencia de la irrigación (21,22). Además, las puntas ultrasónicas: azul 20/02 18mm y 25/02 18mm, dorada 20/02 18mm y 25/02 18mm son de acero inoxidable y la plata 20/02 21mm es de aleación titanio, todas se mueve libremente en el conducto sin causar lesiones en la dentina ni complicaciones relacionadas (36).

### 2.4.2 Activación sónica.

Tronstad et al., fueron los primeros en informar el uso de un instrumento sónico para endodoncia en 1985 (49). La agitación sónica se clasifica como el tercer método de irrigación más popular (27) es un método eficaz para desinfectar los conductos radiculares. La frecuencia sónica oscila entre 1 a 6 kHz, este sistema parece ser capaz de limpiar eficazmente el conducto principal, eliminar el barrillo dentinario y promover el selle de un mayor número de conductos laterales (13). Los dispositivos de irrigación sónica están equipados con puntas de plástico (poliamida) no cortantes que reducen el riesgo de cambiar la morfología del conducto radicular al entrar en contacto con las paredes del conducto radicular (32). La agitación de estas puntas de plástico crea un flujo oscilatorio en el conducto radicular principal, pero la frecuencia es demasiado baja y la amplitud de oscilación demasiado grande para provocar una transmisión acústica, la amplitud de oscilación de las puntas es de aproximadamente 350-1200  $\mu\text{m}$ , por lo tanto, se necesita un mínimo de 2550  $\mu\text{m}$  y 900  $\mu\text{m}$  de espacio libre dentro del conducto radicular, ingresando con la punta a 1 o 2 mm de la LT, para su oscilación sin obstáculos (27).

#### 2.4.2.1 EndoActivator System (EA) (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK).

Es un sistema de activación de irrigación, es accionado sónicamente, está diseñado para agitar vigorosamente el irrigante dentro del conducto radicular, se ha demostrado que tiene una mayor eficacia que la irrigación convencional con aguja (31). Estos dispositivos oscilan a una frecuencia de 1 a 6 kHz (44), constan de una punta de polímero flexible, no cortante que vibra a gran amplitud en el conducto radicular en un movimiento oscilante, consta de dos partes: una pieza de mano inalámbrica y puntas de trabajo de tamaños variables: punta amarilla #15/02 de 22 mm, punta roja # 25/04 de 22 mm y punta azul 35/04 de 22 mm (39).

#### 2.4.2.2 Sistema sónico Easydo activador (Endo Sonic Irigator activador, Easyinsmile, Easyinsmile).

Es una pieza de mano inalámbrica que activa una punta de poliamida, adecuada para áreas pequeñas y las complejidades anatómicas, lo que mejora la eficiencia de la limpieza de los conductos radiculares utilizando la tecnología de energía vibracional para el tratamiento de conductos radiculares (6).

El sistema ayuda a que los irrigantes se dirijan hacia la cámara pulpar, el conducto radicular, los conductos laterales y las cercanías al ápice radicular para garantizar una limpieza y desinfección profundas, utiliza puntas de 22mm altamente flexibles en sus diferentes presentaciones blancas #15/02, rojas #25/04 y verdes #35/04 (6,12).

### Capítulo III

#### 3.1 Materiales y Métodos.

##### 3.1.1. Tipo de estudio.

Estudio experimental in vitro, llevado a cabo en los laboratorios de la Facultad de Odontología y la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, utilizando dientes bovinos. Estudio de tipo cuantitativo, se utilizó la recopilación de datos y técnicas estadísticas, el alcance es descriptivo y correlacional, debido a que realizó un análisis descriptivo de la eficacia en la remoción de debris mediante diferentes sistemas de irrigación, y se determinó la relación entre ambas variables.

##### 3.1.2. Tipo de variables.

**Tabla 1** Operacionalización de variables.

| Variable                                        | Definición Conceptual                                                                                                                                                                                               | Dimensión                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Tipo y escala                   |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Remoción de Debris (Dependiente)                | Nivel de eliminación de debris del surco simulado dentro del conducto radicular. (50)                                                                                                                               | 0: surco vacío.<br>1: menos de la mitad del surco lleno de debris.<br>2: más de la mitad del surco lleno de debris.<br>3: Surco totalmente lleno de debris.(51)                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Cualitativa ordinal             |
| Eficacia en la remoción de debris (Dependiente) | Capacidad de eliminación de debris del surco simulado.(51)                                                                                                                                                          | 0:no eficaz (niveles de remoción 2 y 3)<br>1: eficaz (niveles de remoción 0 y 1)(51).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Cualitativa dicotómica, nominal |
| Sistemas de irrigación (Independiente)          | Dispositivos para aumentar el flujo y la distribución de las soluciones irrigantes dentro del sistema de conductos radiculares, especialmente en el tercio apical incluidas puntas sónicas y ultrasónicas (52)(50). | <b>Grupo 1:</b> Dispositivo ultrasónico piezoeléctrico Newtron (Acteon Satelec) .<br><b>Grupo 2:</b> Dispositivo ultrasónico Ultra X (Changzhou Sifary Medical Technology Co. Ltd., Changzhou, China).<br><b>Grupo 3:</b> Dispositivo sónico EndoActivator System (EA) (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK)<br><b>Grupo 4:</b> Dispositivo sónico Easydo Activador Easydo (Endo Sonic Irrigator activador, Easyinsmile, Easyinsmile). | Cualitativa politómica, nominal |

### 3.1.3. Población.

Se utilizaron piezas dentales de origen bovino, investigaciones muestran que estos dientes pueden ser un sustituto de los dientes permanentes y temporales humanos en estudios experimentales porque el esmalte y la matriz de dentina son histológica y morfológicamente similares a los incisivos humanos (53,54). Para la realización de este estudio los dientes fueron obtenidos del camal municipal de animales faenados para el consumo humano, siendo este estudio excluido de los parámetros bioéticos del Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos (CEISH) de la Universidad de Cuenca, por ser dientes de animales.

### 3.1.4. Criterios de inclusión.

1. Dientes bovinos extraídos de animales faenados para consumo humano.
2. Dientes bovinos sanos.

### 3.1.5. Criterios de exclusión.

1. Dientes bovinos con anomalías congénitas.
2. Dientes bovinos con ápice abierto.
3. Dientes bovinos con reabsorciones.
4. Dientes bovinos con fracturas.

### 3.1.6. Muestra.

Para determinar el tamaño muestral se utilizó una fórmula de contraste de hipótesis de proporciones de Fistera (55).

**Figura 1.** Formulación de contraste de hipótesis de 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:

$Z_{\alpha}$ : Nivel de confianza del 95% (constante 1,96).

$Z_{\beta}$ : Poder estadístico del 80% (constante 0,52).

p1: Proporción del grupo control activación ultrasónica pasiva es de 87,5% (24).

p2: Proporción del grupo experimental con Activación sónica es del 46,5% (24).

Cálculo:

$$n = \frac{[1,96 * \sqrt{2(0,672)(1 - 0,672)} + 1,96 * \sqrt{0,875(1 - 0,875) + 0,469(1 - 0,469)}]^2}{(0,875 - 0,469)^2}$$

$$n = 19$$

El cálculo indica utilizar 19 piezas por grupo, sin embargo, se consideró aumentar el 15% en caso de daño o pérdida de alguna pieza dental durante el procedimiento necesario para realizar el estudio. Por tal razón, la muestra final fue de 23 dientes por grupo, con un total de 92 piezas (4,7). Las muestras fueron distribuidas de forma aleatoria en 4 grupos. Para la aleatorización se enumeraron las piezas del 1 al 92 y la distribución se realizó con el programa en línea (<http://www.alazar.info>). Adicionalmente se incluyeron cuatro dientes designados para el control positivo lleno de debris sin irrigación y otros cuatro para control negativo sin debris y sin irrigación (4,7).

### 3.1.7. Materiales, procedimientos y técnicas.

#### Limpieza de las piezas dentales.

Los incisivos bovinos (56) , se sumergieron en hipoclorito de sodio al 5,25% (dentalflux, Madrid-España) por 24 horas para desintegrar los restos de tejido blando adheridos, fueron limpiados con una cureta y se almacenaron en agua destilada hasta el estudio para evitar su deshidratación (Figura 2) (7,24).

**Figura 2.** Limpieza de las piezas dentales.



### **Estandarización de las muestras.**

Las longitudes de las raíces se estandarizaron a 16 mm por decoronación usando un disco de diamante (Jota, Switzerland) montado en una pieza de mano de baja velocidad (NSK) (11,41). Se comprobó su permeabilidad con una lima #10 (VDW Technical Service, München-Alemania) y determinó la longitud de trabajo (LT) insertando una lima #15 (VDW Technical Service, München-Alemania), hasta que se observó a través del foramen apical y restando 1mm a esta medición (Figura 3) (24).

**Figura 3.** Estandarización de las piezas dentales.



## Preparación quimio mecánica.

Los conductos radiculares fueron instrumentados con limas k Flexofile (Dentsply Maillefer) hasta un diámetro #60 empleando la técnica de fuerzas balanceadas (Figura 4) (7,24). Para la irrigación entre lima y lima se utilizó 2 ml de NaOCl con una concentración de 5,25%, mediante una jeringa y aguja de extremo abierto plana de calibre 30G de 21mm (Navitip; Ultra-Dent) (Figura 5), (37). Esta aguja actualmente es una de la más utilizada para la irrigación, ya que son lo suficientemente delgadas como para permitir el flujo de la solución en la mayoría de los conductos (57).

**Figura 4.** Preparación quimio mecánica.



**Figura 5.** Aguja de extremo abierto plana de calibre 30G de 21mm.



## División de los dientes.

Los dientes se dividieron con un disco de diamante (Jota, Switzerland) formando una ranura en mesial y distal en toda la longitud del diente y con una profundidad que no llegue a la luz del conducto (Figura 6), como paso siguiente se dividió el diente con un cincel (4,7).

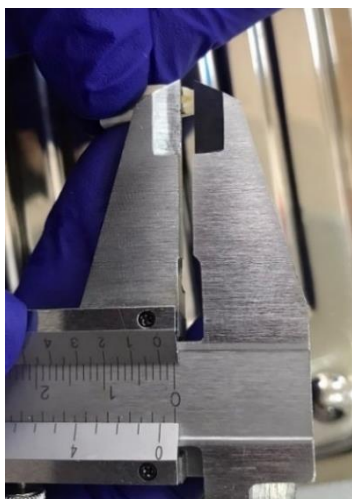
**Figura 6.** División de las piezas dentales



### Creación del surco.

En el segmento vestibular de los dientes, dentro del conducto se realizó una marca con un grafito a 2mm del vértice del extremo apical (Figura 7a), y la segunda marca de grafito a 6 mm del vértice del extremo apical (Figura 7b), esto se realizó con un calibrador manual (24), se realizó un surco con un disco de diamante de doble cara colocado en una pieza recta (NSK), el disco penetró hasta que las marcas de grafito desaparezcán (Figura 7c), creando un surco de 4mm de largo, 0,2mm de ancho y 0,5mm de profundidad (4).

**Figura 7.** Creación del surco



a. marca a 2mm del ápice



b. marca a 6 mm del ápice



c. surco con disco de diamante

**Producción de debris.**

El debris fue generado con los fragmentos coronarios residuales, utilizando una fresa troncocónica de acero inoxidable #8 montada en un contra-ángulo de baja velocidad (NSK). Con la ayuda de una balanza analítica se pesaron y guardaron porciones de 0,025 de debris (Figura 8). Al momento de utilizarlas se mezclaron con 0,1ml de hipoclorito al 5,25%, durante 5 minutos, esta mezcla fue colocada en el surco creado utilizando puntas de papel #20 distribuyéndola de manera homogénea y sin empaquetarla (4,7).

**Figura 8.** *Producción de debris*

**Reensamblaje de los dientes.**

A continuación, se reensamblaron las dos mitades de los dientes con ligas elásticas y para sellar el foramen apical se utilizó cera pegajosa (Figura 9). (7,24).

**Figura 9.** *Reensamblaje de las piezas dentales*



**Protocolo de Irrigación.**

Cada pieza dental fue irrigada en su totalidad con 8ml de NaOCl a una concentración del 5,25%. Para la irrigación inicial se utilizó una jeringa de 3ml con una aguja de extremo abierto plana de calibre 30G (Navitip; Ultra-Dent) la cual fue colocada a 2 mm de la LT, con una velocidad de flujo de 2ml/20seg (Figura 10), con movimiento cortos de entrada y salida. El tiempo total de activación del irrigante fue de 1 minuto, con pausas de 20 segundos para cada recambio de 2ml de NaOCl 5,25% (Figura 10) (7,24).

**Figura 10.** *Protocolo de Irrigación.*

**Grupo 1: Irrigación Ultrasónica (Newtron).**

La irrigación en este grupo 1 se realizó de la siguiente manera: Cada pieza dental recibió una irrigación de 2ml de NaOCl 5,25% con una jeringa de 3ml de capacidad, utilizando una aguja de extremo abierto plana de calibre 30G (Navitip; Ultra-Dent) colocada a 2 mm de la LT, con

movimiento cortos de entrada y salida; posteriormente se activó el irrigante durante 20 seg. con la lima ultrasónica IRRI K de tamaño 25/02 (VDW) montada en el dispositivo ultrasónico Acteon Satelec (Newtron®), con una potencia de 4, la cual fue introducida a 1 mm de la LT sin tocar las paredes, con movimientos cortos de entrada y salida, permitiéndole vibrar libremente (Figura 11) (7,24).

Posteriormente se realizó los recambios del irrigante con 2ml de NaOCl al 5,25% con las mismas especificaciones previas y con la activación ultrasónica de cada ciclo. Este proceso se realizó hasta completar la irrigación con 8ml y 3 ciclos de activación ultrasónica de 20 segundos por cada pieza dental, posterior a ello los conductos fueron secados a longitud de trabajo con puntas de papel #60 (7).

**Figura 11.** Irrigación Ultrasónica con Newtron, punta Irri K. (Grupo 1)



## **Grupo 2: Irrigación Ultrasónica (Ultra X).**

La irrigación del grupo 2 se realizó de la siguiente manera: Cada pieza dental recibió una irrigación de 2ml de NaOCl 5,25% con una jeringa de 3ml de capacidad, utilizando una aguja de extremo abierto plana de calibre 30G (Navitip; Ultra-Dent) colocada a 2 mm de la LT, con movimiento cortos de entrada y salida; posteriormente se activó el irrigante durante 20 seg. con una punta de tamaño 20/02 (plata) montada en el dispositivo ultrasónico Ultra X (Changzhou Sifary Medical Technology Co. Ltd., Changzhou, China), con una potencia en nivel 2, la cual fue

introducida a 1 mm de la LT sin tocar las paredes, con movimientos cortos de entrada y salida, permitiéndole vibrar libremente (Figura 12) (7,24).

Luego se realizó los intercambios del irrigante con 2ml de NaOCl 5,25% con las mismas especificaciones previas y se realizó la activación ultrasónica de cada ciclo. Este procedimiento se realizó hasta completar la irrigación de 8ml y 3 ciclos de activación ultrasónica de 20 segundos por cada pieza dental, finalmente los conductos fueron secados con puntas de papel #60 (7,24).

**Figura 12** Irrigación Ultrasónica con Ultra X, (Grupo 2).



### **Grupo 3: Irrigación Sónica (Endo Activator [EA]) .**

La irrigación en este grupo 3 se realizó de la siguiente manera: Cada pieza dental recibió una irrigación de 2ml de NaOCl 5,25% con una jeringa de 3ml de capacidad, utilizando una aguja de extremo abierto plana de calibre 30G (Navitip; Ultra-Dent) colocada a 2 mm de la LT, con movimiento cortos de entrada y salida; posteriormente se activó el irrigante durante 20 seg. con una punta de tamaño 25/04 (Dentsply Maillefer) montado el dispositivo sónico Endo Activator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) a 10 000 rpm, la cual fue introducida a 1 mm de la LT sin tocar las paredes, con movimientos cortos de entrada y salida, permitiéndole vibrar libremente (Figura 13) (7,24).

Posteriormente se realizó los recambios del irrigante con 2ml de NaOCl al 5,25% con las mismas especificaciones previas y con la activación ultrasónica de cada ciclo. Este proceso se realizó hasta completar la irrigación con 8ml y 3 ciclos de activación ultrasónica de 20 segundos por



cada pieza dental, posterior a ello los conductos fueron secados a longitud de trabajo con puntas de papel #60 (7,24)

**Figura 13** Irrigación Sónica Endo Activator (Grupo 3)



**Grupo 4: Irrigación activador).**

**Sónica (Easydo**

La irrigación del grupo 4 se realizó de la siguiente manera: Cada pieza dental recibió una irrigación de 2ml de NaOCl 5,25% con una jeringa de 3ml de capacidad, utilizando una aguja de extremo abierto plana de calibre 30G (Navitip; Ultra-Dent) colocada a 2 mm de la LT, con movimiento cortos de entrada y salida; posteriormente se activó el irrigante durante 20 seg. con una punta tamaño 25/04 (easyinsmile) montada en el dispositivo Easydo activador (Endo Sonic Irigator activador, Easyinsmile, Easyinsmile) con un ajuste de potencia de 2 la cual fue introducida a 1 mm de la LT sin tocar las paredes, con movimientos cortos de entrada y salida, permitiéndole vibrar libremente (Figura 14) (7,24).

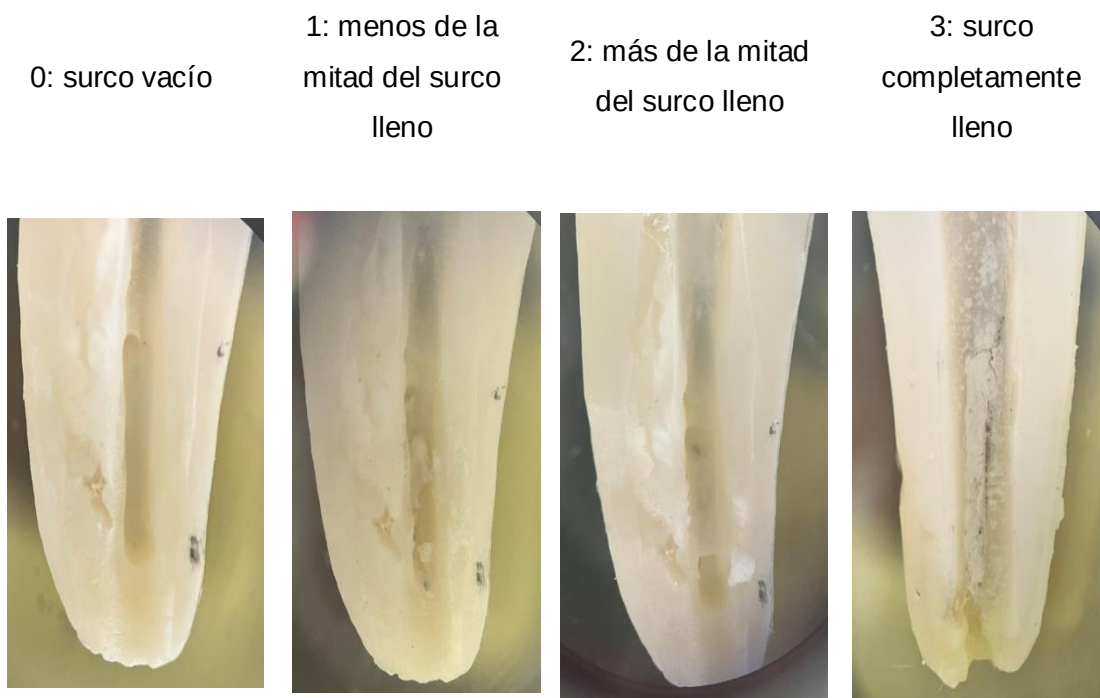
Posteriormente se realizó los recambios del irrigante con 2ml de NaOCl al 5,25% con las mismas especificaciones previas y con la activación sónica de cada ciclo. Este proceso se realizó hasta completar la irrigación con 8ml y 3 ciclos de activación sónica de 20 segundos por cada pieza dental, posterior a ello los conductos fueron secados a longitud de trabajo con puntas de papel #60 (7,24).

**Figura 14** Irrigación Sónica con Easydo activador (Grupo 4)



**Observación de imágenes.**

La obtención de las imágenes de la remoción de debris se realizó con el estereomicroscopio SZ61 (Olympus) a una magnificación de 2X, para la observación del remanente de debris se usó la escala de Van Der Sluis utilizando las siguientes puntuaciones (Figura 15):



**Figura 15** Observación de imágenes.

**3.1.8. Procesamiento y técnicas estadísticas.**

La recolección de la información se realizó utilizando el programa Microsoft Excel. Para el procesamiento de los resultados, se empleó el software estadístico IBM SPSS Statistics, versión 27. En el análisis descriptivo, se utilizaron tablas de distribución de frecuencias y gráficos de barras para mostrar el nivel de eliminación de debris y la eficacia de remoción en cada grupo.

Para las pruebas de verificación de hipótesis, se empleó el estadístico Shapiro-Wilk, que indicó una ausencia de distribución normal en las observaciones. Por lo tanto, se utilizó el estadístico

H de Kruskal-Wallis para comparar los grupos. Las comparaciones múltiples por parejas se realizaron con ajuste de los valores de significación mediante la corrección Bonferroni para controlar el error tipo I. El nivel de significancia utilizado fue del 5%.

### 3.1.9. Resultados.

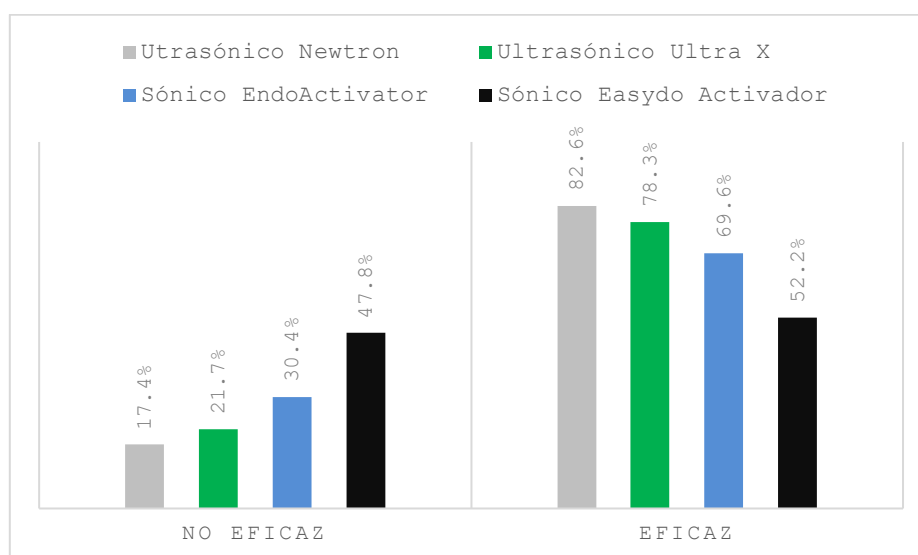
Para comparar la eficacia de irrigación entre dos sistemas ultrasónicos y dos sónicos en la remoción de debris en dientes bovinos, los resultados de cada grupo se clasificaron en eficaz para los niveles de remoción 0 y 1 y no eficaz para los niveles de remoción 2 y 3.

Los resultados de la Tabla 2 permitieron determinar la eficacia de irrigación entre dos sistemas ultrasónicos y dos sónicos en la remoción de debris en dientes bovinos. Se observó que de las 92 piezas dentales analizadas el (70,7%) indicaron un nivel eficaz en la remoción de debris, es decir niveles 0: surco vacío y niveles 1: menos de la mitad del surco lleno.

Al observar cada grupo, se mostró que el dispositivo ultrasónico Newtron es el más eficaz en la remoción de debris con un porcentaje de (82,6%). Seguido, se determinó que el dispositivo ultrasónico Ultra X indicó un porcentaje de eficacia del (78,3%) en la remoción de debris. En tercer lugar, se encuentra el dispositivo sónico Endo Activator, con un porcentaje de remoción de debris del (69,6%), y en cuarto lugar el dispositivo sónico Easydo Activador con una remoción de debris del (52,2%). Estos resultados muestran que los dispositivos Ultrasónicos tienen mayor eficacia en la remoción de debris de los surcos simulados en comparación con los dispositivos sónicos.

**Tabla 2** Eficacia de remoción de debris en cada grupo.

| Eficacia  | GRUPO                  |                        |                         |                           |           | Total     |
|-----------|------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|-----------|
|           | Ultrasónico<br>Newtron | Ultrasónico<br>Ultra X | Sónico<br>EndoActivator | Sónico<br>EasydoActivador |           |           |
| No eficaz | N (%)                  | 4 (17,4)               | 5 (21,7)                | 7 (30,4)                  | 11 (47,8) | 27 (29,3) |
| Eficaz    | N (%)                  | 19 (82,6)              | 18 (78,3)               | 16 (69,6)                 | 12 (52,2) | 65 (70,7) |
| Total     | N (%)                  | 23 (100)               | 23 (100)                | 23 (100)                  | 23 (100)  | 92 (100)  |

**Figura 16** Eficacia de remoción de debris en cada grupo.

Mediante la Tabla 3 se observó el nivel de eliminación de debris en cada grupo. El grupo 1 evidenció mayor porcentaje de surcos vacíos (60,9%), seguido del grupo 2 (56,5%). Los grupos 1 y 2 indicaron por igual un porcentaje de (21,7%) de niveles de menos de la mitad del surco lleno, mientras que los grupos de dispositivos sónicos indicaron el mayor porcentaje de niveles de menos de la mitad del surco lleno siendo del (47,8%) en el grupo 3 y (39,1%) en el grupo 4. El grupo 1 no obtuvo ninguna pieza dental con niveles de más de la mitad del surco lleno, el grupo 2 indicó un bajo porcentaje del (8,7%), el grupo 4 mostró la mayor cantidad (34,8%) y el grupo 3 (17,4%). Y con el surco completamente lleno el grupo 1 evidenció el mayor porcentaje (17,4%) en comparación con el resto de los grupos que presentaron cada uno el (13%).

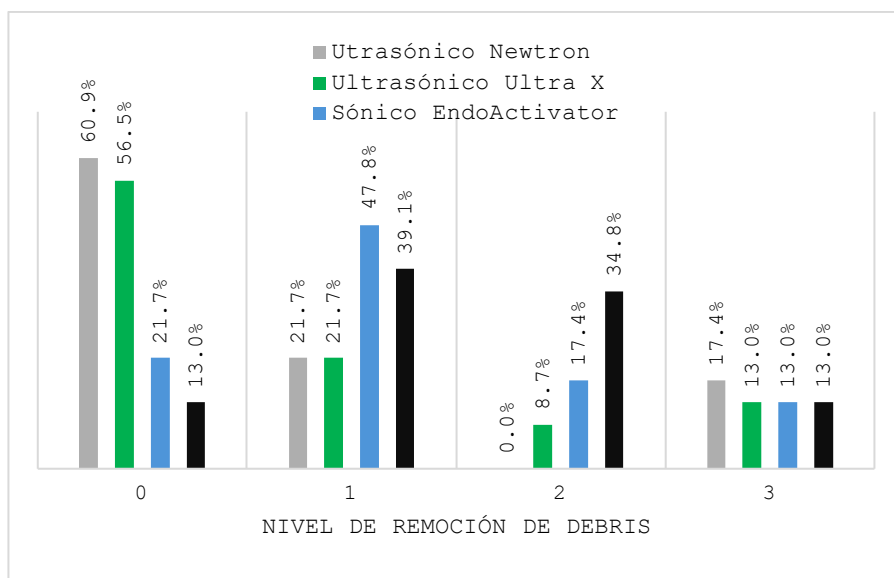
**Tabla 3** Nivel de eliminación de debris en cada grupo.

| Remoción de debris                       | Utrasónico     |                | Sónico               |                            |
|------------------------------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------------|
|                                          | G1:<br>Newtron | G2: Ultra<br>X | G3:<br>EndoActivator | G4:<br>Easydo<br>Activador |
| Surco vacío, N (%)                       | 14<br>(60,9)   | 13 (56,5)      | 5 (21,7)             | 3 (13)                     |
| Menos de la mitad del surco lleno, N (%) | 5 (21,7)       | 5 (21,7)       | 11 (47,8)            | 9 (39,1)                   |
| Más de la mitad del surco lleno, N (%)   | 0 (0,0)        | 2 (8,7)        | 4 (17,4)             | 8 (34,8)                   |
| Surco completamente lleno, N (%)         | 4 (17,4)       | 3 (13,0)       | 3 (13,0)             | 3 (13,0)                   |
| Total                                    | 23 (100)       | 23 (100)       | 23 (100)             | 23 (100)                   |

La Figura 17 muestra la distribución porcentual de las piezas dentales en los distintos niveles de

eliminación de debris, indicando que los dispositivos ultrasónicos tuvieron un mejor desempeño en comparación con los sónicos. Sin embargo, todos los dispositivos presentaron algunos casos donde el surco estaba completamente lleno de debris.

**Figura 17** Distribución porcentual del nivel de remoción de debris en cada grupo



**Nota:** 0: surco vacío; 1: menos de la mitad del surco lleno; 2: más de la mitad del surco lleno; 3: surco completamente lleno

La prueba de normalidad con el estadístico Shapiro-Wilk resultó significativa para la remoción de debris en cada grupo ( $p < 0,05$ ), indicando la ausencia de distribución normal en las observaciones. La prueba con el estadístico H de Kruskal-Wallis también resultó significativa ( $H = 11,693$ ;  $p < 0,05$ ), lo que llevó a rechazar la hipótesis nula. Esto permitió afirmar, con un nivel de significancia del 5%, que existen diferencias significativas en el nivel de remoción de debris en las piezas dentales bovinas entre los dispositivos de irrigación utilizados.

La Tabla 4 muestra el resultado de las comparaciones múltiples entre los 4 grupos. Se encontraron evidencias estadísticamente significativas entre el grupo 1 y grupo 3 (valor- $p = 0,045 < 0,05$ ), entre el grupo 1 y grupo 4 (valor- $p = 0,004 < 0,05$ ), y entre el grupo 2 y grupo 4 (valor- $p = 0,008 < 0,05$ ). Estos resultados indican que el grupo 1 mostró mayor porcentaje de remoción, seguido del grupo 2, entre los cuales no se evidencia diferencias estadísticamente significativas. Y en cuanto a los grupos 3 y 4 no se encontraron diferencias significativas, pero mostraron resultados inferiores de los niveles de remoción de debris.

**Tabla 4** Comparaciones múltiples entre grupos.

| Muestra 1            | Muestra 2               | Estadístico de prueba | Desv. Error | Sig. ajustada <sup>a</sup> |
|----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------|----------------------------|
| Ultrasonico Newtron  | Ultrasonico Ultra X     | -1,783                | 7,487       | 0,812                      |
| Ultrasonico Newtron  | Sónico EndoActivator    | -15,000               | 7,487       | 0,045                      |
| Ultrasonico Newtron  | Sónico Easydo Activador | -21,652               | 7,487       | 0,004                      |
| Ultrasonico Ultra X  | Sónico EndoActivator    | -13,217               | 7,487       | 0,077                      |
| Ultrasonico Ultra X  | Sónico Easydo Activador | -19,870               | 7,487       | 0,008                      |
| Sónico EndoActivator | Sónico Easydo Activador | -6,652                | 7,487       | 0,374                      |

**Nota:** Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,050. a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En resumen, al comparar la eficacia, el dispositivo sónico Easydo Activador mostró diferencias significativas solo con el dispositivo ultrasónico Newtron. Sin embargo, al analizar los niveles de remoción de debris, este dispositivo presentó diferencias significativas también con el dispositivo ultrasónico Ultra X. Y otra diferencia se encontró entre ultrasónico Newtron y el dispositivo EndoActivator.

Las discrepancias observadas entre el análisis de la eficacia y el análisis por niveles podrían deberse a la agrupación de estos últimos, lo cual incrementa la concentración de piezas, perdiendo la individualidad de cada nivel de remoción.

## Capítulo IV

### 4.1 Discusión.

El objetivo general de este estudio fue comparar la eficacia de irrigación entre dos sistemas ultrasónicos y dos sónicos en la remoción de debris en dientes bovinos. La comparación indicó diferencias estadísticamente significativas en la remoción de debris de las piezas dentales entre los dispositivos utilizados. Donde los dispositivos ultrasónicos fueron más eficientes en la remoción de debris del conducto radicular con el 82,6% de eficacia para el dispositivo Newtron y del 78,3% para el dispositivo Ultra X, en comparación con los métodos sónicos cuyos valores fueron del 69,6% para el dispositivo Endo Activator y 52,2% para Easydo Activador.

Estos resultados coinciden con el estudio de ElAbbasy donde la técnica de irrigación utilizada fue el dispositivo Ultra X que demostró una erradicación bacteriana superior al ser comparada con la irrigación convencional con jeringa y aguja sin activación (58). También concuerdan con la investigación de Nakamura et al., donde la activación ultrasónica fue más efectiva que la irrigación no activada para reducir el número de bacterias (59). Estos estudios concuerdan que la limpieza de los conductos es mayor al utilizar activación sónica o ultrasónica que la irrigación convencional con aguja.

Estos resultados son comparables con Mancini et al, donde las diferencias entre las puntuaciones de PUI y EA fueron pequeñas, aunque favorecieron la activación de PUI, ambas técnicas eliminaron significativamente más capa de barrillo a 3, 5 y 8 mm del ápice (60). Asimismo, una revisión de la literatura realizada por van der Sluis et al., evidenció que la irrigación ultrasónica es más efectiva que la irrigación sónica en la eliminación de restos de dentina del conducto radicular (61). En el estudio de Rödig et al., los autores concluyen que la irrigación final de los conductos radiculares con ultrasonido empleando soluciones de NaOCl al 1% y EDTA al 15% resultaron más efectivas que la irrigación convencional y las técnicas de irrigación activadas sónicas con el dispositivo EndoActivator para la eliminación del barrillo (62). Otra investigación realizada por Gambarini et al., también reportó una diferencia significativa entre los dispositivos sónicos y ultrasónicos, con estos últimos demostrando una eliminación notablemente superior de los tejidos orgánicos. Una posible razón es que los dispositivos sónicos eran menos efectivos, principalmente debido a su menor frecuencia y potencia de vibración (63).

No obstante, estos hallazgos difieren con la investigación de Jensen et al., quienes compararon



dispositivos ultrasónicos y sónicos con tres minutos de activación del irrigante, sin observar diferencias significativas entre los dispositivos (64). En contraste en el presente estudio el tiempo de activación del irrigante fue de 1 minuto, lo que sugiere que si el tiempo se extiende a 3 minutos quizás no sean evidentes tales diferencias. Por lo tanto, si no se dispone de una unidad ultrasónica con una punta de ultrasonido, puede usarse una unidad sónica logrando conductos igualmente limpios (64).

Tampoco coinciden con la investigación de Alireza et al., cuyos resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos EndoActivator y PUI en la eliminación de Hidróxido de Calcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) (65). Resultado similar reportaron Hachem et al., al no encontrar diferencias significativas entre los grupos ultrasonicos (Ultra-X), mecánica con XP-endo Finisher (FKG) e irrigación sónica con EQ-S (Meta Biomed, Chungcheongbuk-do, Corea), para la eliminación de residuos y de la capa de barrillo en el conducto. Estas discrepancias pueden atribuirse a las grandes variaciones en el volumen y tipo de irrigantes utilizados en los diferentes estudios (66).

Otro resultado importante en el presente estudio fue que, la comparación de la eficacia para la remoción de debris dentro de los dispositivos ultrasónicos no arrojó diferencias significativas, sin embargo, Newtron mostró una eficacia superior a Ultra X. Este hallazgo no concuerda con la investigación que comparó la eficacia para eliminar  $\text{Ca(OH)}_2$  del conducto radicular con Ultra X, irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y EndoActivator, donde pruebas revelaron que el dispositivo Ultra X es considerablemente más efectivo que el PUI en la eliminación de  $\text{Ca(OH)}_2$  irrigando con 10 ml de hipoclorito de sodio al 2,5% y 2 minutos de activación. Esto puede ser por la mayor cantidad de irrigante y mayor tiempo de activación, además, los equipos utilizados fueron Ultra X Eighteenth, Changzhou Sifary Medical Technology Co., Ltd, ciudad de Changzhou, China), EndoActivator con punta 25/04 (Dentsply Sirona, Nueva York, EE. UU.) y piezoeléctrica (NSK Varios 2; Nakanishi, Tochigi-ken, Japón) con una configuración de potencia de 6 (grupo PUI) (65).

Hasta la fecha de esta investigación, no se han encontrado estudios que comparen directamente el Newtron y el Ultra X. Sin embargo, el comportamiento similar entre ambos dispositivos podría explicarse por sus características específicas. El dispositivo Ultra X es inalámbrico, con una frecuencia de 45 kHz, una batería de 1500 mAh, dos modos de potencia con indicador LED. Por otro lado, Newtron es cableado, con una frecuencia mínima de 28 kHz, estas pequeñas diferencias en sus características pueden haber influido en que el Newtron haya demostrado una mayor eficacia en la remoción de debris (36,48).



Al respecto autores mencionan que la efectividad de la activación ultrasónica depende del tiempo de exposición, del tamaño de la apertura del acceso y de la curvatura del conducto (37,44). Los efectos producidos durante la activación están determinados por la configuración de la potencia del dispositivo de ultrasonido. Una potencia mayor resulta en un flujo más intenso y una limpieza mejorada, pero también aumenta los riesgos de fractura de la punta (45,46) y de eliminación inadvertida de la dentina (27).

En los grupos con dispositivos sónicos, no se observaron diferencias significativas en los resultados. Hasta la fecha de esta investigación, no se han encontrado estudios que comparen directamente estos dos dispositivos sónicos, por lo que se revisaron sus características individuales. El dispositivo Easydo Activator es inalámbrico y ofrece tres opciones de ajuste de velocidad del motor sónico: 3 000, 5 000 y 10 000 rpm, con configuraciones de velocidad alta, media y baja. Por otro lado, el Endo Activator también es inalámbrico y tiene un motor sónico con tres velocidades de 2 000, 6 000 y 10 000 rpm. Considerando estas características, se justifica la ausencia de diferencias significativas entre ambos dispositivos, ya que ambos ofrecen una gama de ajustes de velocidad y funcionalidad inalámbrica que les permite desempeñarse de manera similar en la eliminación de residuos en los conductos radiculares.

Los dispositivos sónicos tienen ciertas ventajas en comparación con los ultrasónicos: sus puntas oscilantes, fabricadas con un material similar al plástico, no se detienen al tocar la pared del conducto radicular y no deforman el conducto. Esto permite su uso seguro en conductos radiculares curvos (67). El movimiento tridimensional de las puntas flexibles de poliamida permite a EA distribuir los irrigantes de manera rápida y eficiente en los conductos radiculares, con especial eficacia en el tercio apical. Esto conduce a una limpieza superior y aumenta la tasa de éxito en el tratamiento del conducto radicular (68).

Otro hallazgo relevante en el estudio fue que 13 de las 92 piezas quedaron con el surco completamente lleno, donde 7 piezas pertenecen a los grupos de dispositivos ultrasónicos y el resto a los grupos de dispositivos sónicos, este resultado puede ser por el efecto de bloqueo de burbuja apical, que es un fenómeno físico donde el aire queda atrapado en el fondo de un conducto de extremo cerrado mientras se deposita el irrigante, esto en ocasiones ocurre en los 3mm apicales, entonces la transmisión acústica y el efecto de cavitación solo pueden ocurrir si toda la punta ultrasónicas está dentro del líquido (irrigante) si no se vuelve físicamente imposible (69). Estos resultados son coincidentes con la investigación de Haupt et al., quienes compararon el dispositivo sónico EndoActivator con dos dispositivos ultrasónicos pasivos. Utilizaron 2 ml de NaOCl al 3% con un tiempo de activación de 20 segundos. Los hallazgos revelaron que ninguna técnica de activación logró eliminar completamente los residuos de debris

en los conductos radiculares. Sin embargo, se debe considerar que el porcentaje, cantidad y tiempo de activación es muy inferior a lo utilizado en el estudio realizado (23).

También concuerdan con la investigación de Baveldi et al., que después de la irrigación utilizando jeringa y métodos PUI, en 40 piezas, en 4 grupos con  $\text{Ca(OH)}_2$  asignados así: G1 -  $\text{Ca(OH)}_2$  en polvo; G2 -  $\text{Ca(OH)}_2$  + solución salina; G3 -  $\text{Ca(OH)}_2$  + polietilenglicol (PEG); G4 -  $\text{Ca(OH)}_2$  + PEG + paramonoclorofenol alcanforado (CPMC), encontraron restos de hidróxido de calcio en los dientes bovinos en todos los grupos experimentales, por lo que ningún dispositivo fue eficiente para eliminar por completo la medicación del conducto radicular, indicando que no solo interviene el método de activación, sino que depende de otros factores como composición del hidróxido de calcio (70).

Asimismo, el estudio de Faria et al., comparó la eficacia del uso de instrumentos rotatorios asociados con EndoActivator, EndoVac, irrigación ultrasónica pasiva e irrigación con aguja convencional en la eliminación de  $\text{Ca(OH)}_2$  del conducto radicular, determinando que ninguna de las técnicas eliminó completamente  $\text{Ca(OH)}_2$  de los conductos radiculares, esto puede ser porque las partículas del hidróxido del calcio son mucho más pequeñas que el tamaño de debris, lo que dificulta su eliminación (71).

En la investigación realizada por Pabel et al., compararon cinco técnicas: irrigación ultrasónica pasiva, irrigación hidrodinámica con RinsEndo®, irrigación sónica con EndoActivator®, cepillo de plástico motorizado (CanalBrush™) e irrigación manual con jeringa, ninguna de las técnicas investigadas logró eliminar completamente el hidróxido de calcio del conducto radicular. Sin embargo, el mayor grado de limpieza se obtuvo mediante el uso de la irrigación ultrasónica pasiva. (72).

Varios estudios mencionan que las diferencias entre los dispositivos ultrasónicos y los sónicos puede ser explicada por la frecuencia del sistema de activación ultrasónica, que proporciona más energía que el sistema de activación sónica. Es decir, mientras que la energía sónica opera a una frecuencia más baja de 1 a 8 kHz, los ultrasónicos funcionan a frecuencias mucho más altas entre 25 a 40 kHz (6,21,23,73). Otro aspecto importante para considerar cuando se comparan estos dispositivos es que, debido al efecto de la cavitación y la transmisión acústica, los dispositivos con activación ultrasónica aumentan la eficacia del irrigante, mejorando la limpieza y eliminando el barrillo dentinario y desechos en áreas con acceso disminuido en conductos radiculares (13,37). No obstante, para Zhang et al., la activación ultrasónica disminuye su eficacia de irrigación a medida que se profundiza en el sistema de conductos radiculares, debido a limitaciones en el acceso, la disminución de la energía ultrasónica, la menor eficiencia de los mecanismos de limpieza y la acumulación de residuos más resistentes en las áreas más profundas del SCR (12).

Tanto la activación ultrasónica como la sónica tienen sus propias limitaciones y desafíos, como la necesidad de ajustar la potencia del dispositivo para optimizar los resultados sin comprometer la seguridad del paciente (6,12,31,34) Estos hallazgos sugieren la importancia de considerar varios factores al elegir el método de activación más adecuado para un tratamiento endodóntico efectivo, como el tiempo de exposición y el porcentaje de NaOCl, al igual que la anatomía de los conductos (rectos o curvos), el tipo de pieza dental, la amplitud del conducto, ya que entre más amplio sea mejor será la activación porque permite mayor cavitación.

## 4.2 Conclusiones.

El objetivo general de la investigación fue comparar la eficacia de irrigación entre dos sistemas ultrasónicos y dos sónicos en la remoción de debris en dientes bovinos. Los resultados demostraron que los dos sistemas ultrasónicos presentaron una mayor eficacia en la remoción de debris en dientes bovinos en comparación con los sistemas sónicos.

Al comparar los dos sistemas ultrasónicos, se observó que el dispositivo piezoeléctrico Newtron logró un mayor porcentaje de dientes en los niveles 0 (surco vacío) y 1 (menos de la mitad del surco lleno) de eliminación de debris del surco simulado dentro del conducto radicular, con una eficacia del 82,6%. En contraste, el dispositivo Ultra X alcanzó una eficacia del 78,3%.

En la comparación de los dos sistemas sónicos, se evidenció que el dispositivo Endo Activator System logró un mayor porcentaje de dientes en los niveles 0 (surco vacío) y 1 (menos de la mitad del surco lleno) de eliminación de debris del surco simulado dentro del conducto radicular, con una eficacia del 69,6%. Por otro lado, el dispositivo Easydo Activador alcanzó una eficacia del 52,2%.

El resultado de la prueba de hipótesis 1 reveló diferencias significativas en la eliminación de debris entre los dispositivos ultrasónicos (Ultra X y Newtron) y los dispositivos sónicos (Endo Activator System y Easydo Activador), con un nivel de significancia del 5%.

Se encontraron diferencias significativas específicamente entre el dispositivo ultrasónico piezoeléctrico Newtron y los dos dispositivos sónicos (Endo Activator y Easydo Activador). Además, se observó otra diferencia significativa entre el dispositivo ultrasónico Ultra X y el dispositivo sónico Easydo Activador.

No se encontraron diferencias significativas entre los dispositivos ultrasónicos piezoeléctricos Newtron y Ultra X. Esto sugiere que, a pesar de la diferencia porcentual en la eliminación de debris, ambos mostraron comportamientos similares en este aspecto. Por lo tanto, la elección de utilizar alguno en particular podría basarse en otros factores de acuerdo a la elección del operador, como accesibilidad o facilidad de manejo.

No se encontraron diferencias significativas entre los dispositivos sónicos EndoActivator System y Easydo Activador, lo que sugiere que ambos mostraron comportamientos similares de menor eficacia en la eliminación de debris del surco simulado dentro del conducto radicular. Por lo tanto, se recomienda hacer otros estudios aumentando el tiempo y ciclos de irrigación en estos

dispositivos.

### 4.3 Recomendaciones.

1. **Considerar el tipo de dispositivo de activación:** Los resultados indican que los dispositivos ultrasónicos pueden ser más eficaces en la remoción de debris del conducto radicular en comparación con los métodos sónicos. Sin embargo, es importante tener en cuenta las ventajas y limitaciones de cada tipo de dispositivo al seleccionar el más adecuado para un tratamiento endodóntico específico.
2. **Evaluar las condiciones de tratamiento:** Dado que factores como el tiempo de exposición y el porcentaje de NaOCl pueden influir en la eficacia de la irrigación, se recomienda realizar una estandarización de las condiciones de tratamiento para optimizar los resultados clínicos. Esto podría incluir ajustes en la configuración del dispositivo y la concentración del irrigante según las características individuales de cada caso.
3. **Considerar las características del conducto radicular:** La geometría del conducto, incluida su curvatura y tamaño, puede influir en la eficacia de la irrigación.
4. **Capacitación y actualización:** Es importante que los profesionales de la odontología se mantengan actualizados sobre las últimas tecnologías y técnicas en irrigación endodóntica, teniendo el conocimiento sobre las ventajas y desventajas de cada equipo, la capacitación continua y la educación profesional pueden ayudar a garantizar que se utilicen correctamente cada sistema de irrigación.

#### 4.4 Limitaciones

1. Relevancia clínica: La extrapolación de los resultados a pacientes humanos puede ser limitada debido a las diferencias en la anatomía, fisiología y respuesta biológica entre dientes humanos y bovinos.
2. Modelo in vitro: Este método in vitro resulta valioso para establecer una cantidad uniforme de desechos acumulados y de irrigante aplicado en todos los grupos experimentales y aunque se utilizaron piezas dentales bovinas como modelo experimental, estos no pueden reproducir completamente las características de los dientes humanos, como la estructura microscópica. Es decir, se creó un surco simulado lleno de debris ubicado de manera estandarizada lo que es una limitación porque en la práctica clínica se generan restos de cantidad y tamaño variable por la instrumentación y estos se alojan en las diferentes irregularidades del conducto.
3. Condiciones de almacenamiento de las piezas dentales: Las piezas dentales bovinas utilizadas pueden haber experimentado variaciones en las condiciones de almacenamiento, lo que podría influir en sus propiedades físicas y biológicas y afectar los resultados del estudio.
4. Representatividad de los métodos de eliminación de debris: Los métodos ultrasónico y sónico utilizados en el estudio pueden no reflejar completamente las técnicas clínicas utilizadas en odontología humana, lo que podría limitar la aplicabilidad de los hallazgos a la práctica clínica real.

## Referencias

1. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J*. 2014 Mar 25;47(3):211–21.
2. Tibúrcio-Machado CS, Michelon C, Zanatta FB, Gomes MS, Marin JA, Bier CA. The global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J*. 2021 May 22;54(5):712–35.
3. Zubizarreta-Macho Á, Rico-Romano C, Fernández-Aceñero MJ, Mena-Álvarez J, Cabal B, Díaz LA, et al. Adding Two Antimicrobial Glasses to an Endodontic Sealer to Prevent Bacterial Root Canal Reinfection: An In Vivo Pilot Study in Dogs. *Antibiotics*. 2021 Sep 28;10(10):1183.
4. Justo AM, Da Rosa RA, Santini MF, Ferreira MBC, Pereira JR, Duarte MAH, et al. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. *J Endod* [Internet]. 2014;40(12):2009–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.08.006>
5. Moreira RN, Pinto EB, Galo R, Falci SGM, Mesquita AT. Passive ultrasonic irrigation in root canal: systematic review and meta-analysis. *Acta Odontol Scand* [Internet]. 2019;77(1):55–60. Available from: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-021-01427-0>
6. Ye Q, Feng Y, Zhao YQ, Tan L, Hu J, Zhang SH, et al. Comparison of EASYDO ACTIVATOR, passive ultrasonic, and needle irrigation techniques on the treatment of apical periodontitis: a study in rats. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2022;(0123456789). Available from: <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04677-6>
7. Elida O. Eficacia de diferentes tipos de aguja de irrigación en la remoción de debris en dientes bovinos. [Internet]. 2017. Available from: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28130>
8. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod*. 1975 Jul;1(7):238–42.
9. Munoz HR, Camacho-Cuadra K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *J Endod* [Internet]. 2012;38(4):445–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.12.007>
10. Xia J, Wang W, Li Z, Lin B, Zhang Q, Jiang Q, et al. Impacts of contracted endodontic cavities compared to traditional endodontic cavities in premolars. *BMC Oral Health*. 2020;20(1).
11. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J*. 2001 Apr 21;34(3):221–30.
12. Zhang S hui, Aimee DM, Tan L. Evaluation of the efficacy of easydo activador irrigation technique in intracanal smear layer and debris removal from mature permanent teeth. 2021;1–15. Available from: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-590367/v1>
13. Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, Di Giorgio G, Testarelli L, et al. New

- technologies to improve root canal disinfection. *Braz Dent J* [Internet]. 2016;27(1):3–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201600726>
14. Usta SN, Erdem BA, Gündoğar M. Comparison of the removal of intracanal medicaments used in regenerative endodontics from root canal system using needle, ultrasonic, sonic, and laser-activated irrigation systems. *Lasers Med Sci*. 2024 Jan 12;39(1):27.
  15. Plotino G, Colangeli M, Özyürek T, DeDeus G, Panzetta C, Castagnola R, et al. Evaluation of smear layer and debris removal by stepwise intraoperative activation (SIA) of sodium hypochlorite. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2020; Available from: <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03358-6>
  16. Mitchell RP, Yang SE, Baumgartner JC. Comparison of Apical Extrusion of NaOCl Using the EndoVac or Needle Irrigation of Root Canals. *J Endod*. 2010 Feb;36(2):338–41.
  17. Labarta AB, Sierra LG. Remoción del barro dentinario y erosión sobre el sustrato al utilizar diferentes soluciones ácidas. *Odontología Sanmarquina*. 2018 Jun 20;21(2):103.
  18. Ghivari S, Kubasad G. Root canal debris removal using different irrigating needles : an SEM study. *India Journal of Dental Research* [Internet]. 2011;22(5):659–63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22406709/>
  19. Neelakantan P, Ounsi HF, Devaraj S, Cheung GSP, Grandini S. Effectiveness of irrigation strategies on the removal of the smear layer from root canal dentin. *Odontology* [Internet]. 2019;107(2):142–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10266-018-0373-2>
  20. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellini E, Conte G, Cianconi L. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): Field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *J Endod* [Internet]. 2013;39(11):1456–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.07.028>
  21. Arslan H. Efficiency of Endosonic Blue , Eddy , Ultra X and Endoactivator in the removal of calcium hydroxide paste from root canals. *Australian Endodontic Journal* [Internet]. 2022;48(5):32–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34939722/>
  22. N. Roshdy AW. Effectiveness of Guttapercha/Bioceramic Sealer Removal During Retreatment Using Different Irrigation Protocols. *Egypt Dent J* [Internet]. 2021;67:893–903. Available from: [https://edj.journals.ekb.eg/article\\_144103.html](https://edj.journals.ekb.eg/article_144103.html)
  23. Haupt F, Meinel M, Gunawardana A, Hülsmann M. Effectiveness of different activated irrigation techniques on debris and smear layer removal from curved root canals: a SEM evaluation. *Australian Endodontic Journal* [Internet]. 2019;6(12):40–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30907051/>
  24. Viviana I, Elida O. Comparación de tres técnicas de irrigación en la remoción de hidróxido de calcio. *REv Estomatol Herediana* [Internet]. 2018;28(4):245–51. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1019-43552018000400005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-43552018000400005)
  25. Canalda C, Brau E. *Endodoncia. Técnicas Clínicas y Bases Biológicas*. 2014. 220 p.
  26. Ali A, Bhosale A, Pawar S, Kakti A, Bichpuriya A, Agwan MA. Current Trends in Root Canal Irrigation. *Cureus*. 2022 May 8;
  27. Boutsoukis C, Arias-Moliz MT. Present status and future directions – irrigants and irrigation



- methods. *Int Endod J*. 2022 May 6;55(S3):588–612.
28. Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE. Scanning Electron Microscopy of Cut Tooth Surfaces and Identification of Debris by Use of the Electron Microprobe. *J Dent Res*. 1970 Jun 8;49(6):1359–68.
  29. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod*. 1984 Oct;10(10):477–83.
  30. Cameron JA. The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: A scanning electron microscope study. *J Endod*. 1983 Jul;9(7):289–92.
  31. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Dall'Asta L, Cianconi L. FESEM evaluation of smear layer removal using different irrigant activation methods (EndoActivator, EndoVac, PUI and LAI). An in vitro study. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2018;22(2):993–9. Available from: <https://www.springermedizin.de/fesem-evaluation-of-smear-layer-removal-using-different-irrigant/13309046>
  32. Cai C, Chen X, Li Y, Jiang Q. Advances in the Role of Sodium Hypochlorite Irrigant in Chemical Preparation of Root Canal Treatment. *Biomed Res Int*. 2023 Jan 13;2023:1–17.
  33. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - A review. Vol. 43, *International Endodontic Journal*. 2010. p. 2–15.
  34. Mancini M, Cerroni L, Palopoli P, Olivi G, Olivi M, Buoni C, et al. FESEM evaluation of smear layer removal from conservatively shaped canals: laser activated irrigation (PIPS and SWEEPS) compared to sonic and passive ultrasonic activation—an ex vivo study. *BMC Oral Health* [Internet]. 2021;21(1):1–10. Available from: [https://scholar.google.com/ec/scholar?q=10.1186/s12903-021-01427-0&hl=es&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.com/ec/scholar?q=10.1186/s12903-021-01427-0&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar)
  35. Roitman M, Pinasco L, Loiacono R, Panetta V, Anaise C, Rodríguez P. Efficacy of different instruments for the mechanical removal of the smear layer in immediate post preparations: a comparative study. *Acta Odontológica Latinoamericana*. 2021 Sep;34(2):166–72.
  36. Ali A. The Effect of Final Irrigation Agitation techniques on Post-Operative Pain After Single Visit Root Canal Treatment of Symptomatic Irreversible Pulpitis (Randomized Clinical Trial). *Eur Endod J*. 2022;
  37. Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J* [Internet]. 2004;37(10):672–8. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2004.00848.x>
  38. Drews DJ, Nguyen AD, Diederich A, Gernhardt CR. The Interaction of Two Widely Used Endodontic Irrigants, Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite, and Its Impact on the Disinfection Protocol during Root Canal Treatment. *Antibiotics*. 2023 Mar 16;12(3):589.
  39. Liang A, Huang L, Li B, Huang Y, Zhou X, Zhang X, et al. Micro-CT Evaluation of Different Root Canal Irrigation Protocols on the Removal of Accumulated Hard Tissue Debris: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2022 Oct 13;11(20):6053.
  40. Macedo RG, Verhaagen B, Wesselink PR, Versluis M, van der Sluis LWM. Influence of refreshment/activation cycles and temperature rise on the reaction rate of sodium hypochlorite with bovine dentine during ultrasonic activated irrigation. *Int Endod J*. 2014 Feb

24;47(2):147–54.

41. García Delgado A, Martín-González J, Castellanos-Cosano L, Martín Jiménez M, Segura-Egea JJ. Sistemas ultrasónicos para la irrigación del sistema de conductos radiculares. *Av Odontoestomatol* [Internet]. 2014;30(2):79–94. Available from: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852014000200004&lng=en&nrm=iso&lng=en](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852014000200004&lng=en&nrm=iso&lng=en)
42. 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* [Internet]. 2007;40(1):52–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17209833/#:~:text=The evaluation of removal of,canal using different irrigation methodologies>
43. Topçuoğlu HS, Düzgün S, Ceyhanli KT, Akti 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* [Internet]. 2015;48(4):309–16. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24860966/>
44. Nusstein JM. Endodontic sonic and ultrasonic irrigant activation. *Clinical Dentistry Reviewed* [Internet]. 2018;2(1):1–7. Available from: <https://doi.org/10.1007/s41894-018-0037-1>
45. Ahmad M, Roy RA. Some observations on the breakage of ultrasonic files driven piezoelectrically. *Dental Traumatology*. 1994 Apr 27;10(2):71–6.
46. Rhodes SC. Ultrasonic Device Complications in Endodontics: An Analysis of Adverse Events From the Food and Drug Administration Manufacturer and User Facility Device Experience. *J Patient Saf*. 2022 Jun;18(4):269–75.
47. Retsas A, Dijkstra RJB, van der Sluis L, Boutsoukis C. The Effect of the Ultrasonic Irrigant Activation Protocol on the Removal of a Dual-species Biofilm from Artificial Lateral Canals. *J Endod*. 2022 Jun;48(6):775–80.
48. SATELEC. Acteon-Satelec. (2018) User manual. pp. 19-28. Available at: [Internet]. 2018 [cited 2023 Dec 9]. Available from: <https://www.acteongroup.com/en/uploads/media/default/0001/01/a264bc99fb3e386a7d8e6269957ffc225bc2efb3.pdf>
49. Gu L sha, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. *J Endod*. 2009 Jun;35(6):791–804.
50. Justo AM, Da Rosa RA, Santini MF, Ferreira MBC, Pereira JR, Duarte MAH, et al. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. *J Endod*. 2014;40(12):2009–14.
51. Elida O. Eficacia de diferentes tipos de aguja de dirrigacion en la remoción de debris en dientes bovinos. 2017.
52. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellin E, Conte G, Cianconi L. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): Field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *J Endod*. 2013;39(11):1456–60.
53. de Carvalho MFF, Leijôto-Lannes ACN, Rodrigues MCN de, Nogueira LC, Ferraz NKL,

- Moreira AN, et al. Viability of Bovine Teeth as a Substrate in Bond Strength Tests: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Adhes Dent* [Internet]. 2018;20(6):471–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30564794>
54. Soares FZM, Follak A, da Rosa LS, 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. *Dental Materials*. 2016 Nov;32(11):1385–93.
55. Guía: Determinación del tamaño muestral - Fisterra [Internet]. [cited 2022 Dec 25]. Available from: <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/determinacion-tamano-muestral/>
56. 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* [Internet]. 2006;19(1):63–8. Available from: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/188>
57. Baasch A, Brisson-Suárez K, Koury JM, Vieira VTL, Alves FF. Influencia de los Diseños de Agujas Endodónticas en la Irrigación de Conductos Radiculares. *International journal of odontostomatology*. 2021 Sep;15(3):756–64.
58. ElAbbasy FE. Effect of Eighteenth Ultra X Ultrasonic activator device versus Syringe irrigation technique on reduction of *Enterococcus Faecalis* count inside the root canal space (An in-vitro study). *Ain Shams Dental Journal*. 2022 Mar 1;25(1):56–62.
59. Nakamura VC, Pinheiro ET, Prado LC, Silveira AC, Carvalho APL, Mayer MPA, et al. Effect of ultrasonic activation on the reduction of bacteria and endotoxins in root canals: a randomized clinical trial. *Int Endod J*. 2018 Jan 23;51(S1).
60. Mancini M, Cerroni L, Palopoli P, Olivi G, Olivi M, Buoni C, et al. FESEM evaluation of smear layer removal from conservatively shaped canals: laser activated irrigation (PIPS and SWEEPS) compared to sonic and passive ultrasonic activation—an ex vivo study. *BMC Oral Health*. 2021 Dec 22;21(1):81.
61. 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*. 2007 Jun 9;40(6):415–26.
62. Rödiger T, Koberg C, Baxter S, Konietschke F, Wiegand A, Rizk M. Micro-CT evaluation of sonically and ultrasonically activated irrigation on the removal of hard-tissue debris from isthmus-containing mesial root canal systems of mandibular molars. *Int Endod J*. 2019 Aug 4;52(8):1173–81.
63. Gianluca Gambarini 1, Gabriele Miccoli 1, Stefano Di Carlo 1, Giulia Iannarilli 1, Greta Lauria 1, Dario Di Nardo 1, et al. Sonic vs Ultrasonic activation of sodium hypochlorite for root canal treatments. In vitro assessment of debris removal from main and lateral canals. *G Ital Endod* [Internet]. 2020;34:90–6. Available from: [www.giornaleitalianoendodonzia.it](http://www.giornaleitalianoendodonzia.it)
64. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod*. 1999 Nov;25(11):735–8.
65. Adl A, Razavian A, Eskandari F. The efficacy of EndoActivator, passive ultrasonic irrigation, and Ultra X in removing calcium hydroxide from root canals: an in-vitro study. *BMC Oral Health*. 2022 Dec 3;22(1):564.

66. Zogheib C, Daou M, Kharouf N, Nehme W, Kaloustian MK, Hachem C El, et al. The Effectiveness of Different Irrigation Techniques on Debris and Smear Layer Removal in Primary Mandibular Second Molars: An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract*. 2023 Mar 17;23(11):1173–9.
67. SABINS R, JOHNSON J, HELLSTEIN J. A Comparison of the Cleaning Efficacy of Short-Term Sonic and Ultrasonic Passive Irrigation after Hand Instrumentation in Molar Root Canals. *J Endod*. 2003 Oct;29(10):674–8.
68. Zhang SH, Gao ZR, Zhou YH, Tan L, Feng Y, Ye Q, et al. Comparison of Easydo Activator, ultrasonic and needle irrigation techniques on sealer penetration and smear layer removal in vitro. *BMC Oral Health*. 2024 Jan 9;24(1):56.
69. Gu L sha, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. *J Endod*. 2009 Jun;35(6):791–804.
70. Balvedi RPA, Versiani MA, Manna FF, Biffi JCG. A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J*. 2010 Sep 3;43(9):763–8.
71. Faria G, Viola KS, Kuga MC, Garcia AJA, Daher VB, De Pasquali Leonardo MáF, et al. Effect of rotary instrument associated with different irrigation techniques on removing calcium hydroxide dressing. *Microsc Res Tech*. 2014 Aug 20;77(8):642–6.
72. Pabel AK, Hülsmann M. Comparison of different techniques for removal of calcium hydroxide from straight root canals: an in vitro study. *Odontology*. 2017 Oct 15;105(4):453–9.
73. Lee S -J., Wu M -K, Wesselink PR. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from different-sized simulated plastic root canals. *Int Endod J*. 2004 Sep 17;37(9):607–12.

## Anexos

## Anexo A. Tabla de recolección de datos

| GRUPO | NÚMERO DE MUESTRA | Remoción de<br>debris |
|-------|-------------------|-----------------------|
| 1     | 01                | 0                     |
| 1     | 02                | 1                     |
| 1     | 04                | 0                     |
| 1     | 09                | 0                     |
| 1     | 10                | 3                     |
| 1     | 18                | 0                     |
| 1     | 19                | 1                     |
| 1     | 23                | 1                     |
| 1     | 25                | 0                     |
| 1     | 26                | 3                     |
| 1     | 37                | 0                     |
| 1     | 39                | 0                     |
| 1     | 40                | 0                     |
| 1     | 45                | 0                     |
| 1     | 49                | 0                     |
| 1     | 53                | 1                     |
| 1     | 59                | 0                     |
| 1     | 67                | 0                     |
| 1     | 73                | 1                     |
| 1     | 78                | 0                     |
| 1     | 84                | 0                     |
| 1     | 86                | 3                     |
| 1     | 91                | 3                     |
| 2     | 06                | 0                     |
| 2     | 13                | 0                     |
| 2     | 20                | 0                     |
| 2     | 22                | 1                     |
| 2     | 24                | 2                     |
| 2     | 27                | 0                     |
| 2     | 31                | 3                     |
| 2     | 35                | 0                     |
| 2     | 36                | 1                     |
| 2     | 38                | 2                     |
| 2     | 44                | 1                     |
| 2     | 47                | 3                     |
| 2     | 50                | 1                     |
| 2     | 52                | 0                     |

|   |    |   |
|---|----|---|
| 2 | 54 | 0 |
| 2 | 57 | 0 |
| 2 | 62 | 0 |
| 2 | 75 | 0 |
| 2 | 77 | 3 |
| 2 | 79 | 0 |
| 2 | 89 | 0 |
| 2 | 90 | 1 |
| 2 | 92 | 0 |
| 3 | 03 | 1 |
| 3 | 11 | 1 |
| 3 | 12 | 1 |
| 3 | 17 | 2 |
| 3 | 28 | 2 |
| 3 | 32 | 2 |
| 3 | 33 | 3 |
| 3 | 34 | 2 |
| 3 | 43 | 0 |
| 3 | 46 | 1 |
| 3 | 48 | 0 |
| 3 | 51 | 1 |
| 3 | 55 | 1 |
| 3 | 58 | 1 |
| 3 | 60 | 0 |
| 3 | 63 | 1 |
| 3 | 65 | 3 |
| 3 | 68 | 0 |
| 3 | 72 | 1 |
| 3 | 80 | 0 |
| 3 | 82 | 1 |
| 3 | 85 | 3 |
| 3 | 88 | 1 |
| 4 | 5  | 1 |
| 4 | 7  | 1 |
| 4 | 8  | 1 |
| 4 | 14 | 1 |
| 4 | 15 | 0 |
| 4 | 16 | 1 |
| 4 | 21 | 2 |
| 4 | 29 | 2 |
| 4 | 30 | 1 |
| 4 | 41 | 0 |
| 4 | 42 | 1 |
| 4 | 56 | 1 |
| 4 | 61 | 2 |

|   |    |   |
|---|----|---|
| 4 | 64 | 2 |
| 4 | 66 | 3 |
| 4 | 69 | 1 |
| 4 | 70 | 2 |
| 4 | 71 | 2 |
| 4 | 74 | 2 |
| 4 | 76 | 2 |
| 4 | 81 | 3 |
| 4 | 83 | 0 |
| 4 | 87 | 3 |