

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Odontología**  
**Escuela Profesional de Odontología**



**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO SOBRE LA REMOCIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO LOGRADO POR LA IRRIGACIÓN PASIVA ULTRASÓNICA VS IRRIGACIÓN MANUAL CONVENCIONAL EN EL CONDUCTO PRINCIPAL Y CONDUCTOS LATERALES SIMULADOS DE PIEZAS PREMOLARES INFERIORES, AREQUIPA 2017**

Tesis presentada por el bachiller:

**Molina Quispe Jairo Jhoel**

Para optar el Título Profesional de  
**Cirujano Dentista**

**Asesor:**

Mgter. Gallegos Misad Pedro Pablo

**Arequipa – Perú**

**2018**

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

DR HERBERT GALLEGOS VARGAS

BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 123

Vista la solicitud que presenta don (ña MOLINA QUISPE JAIRO JHOEL sobre el dictamen de la Tesis titulada ".ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO SOBRE LA REMOCION DE HIDROXIDO DE CALCIO LOGRADO POR LA IRRIGACION PASIVA ULTRASONICA VS IRRIGACION MANUAL CONVENCIONAL EN EL CONDUCTO PRINCIPAL Y CONDUCTOS LATERALES SIMULADOS DE PIEZAS PREMOLARES INFERIORES AREQUIPA 2017 " y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra el JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR HERBERT GALLEGOS VARGAS  
DRA VICTORIA PERALTILLA APAZA  
DR HAIR SALAS BELTRAN

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
  
Dr. MARTÍN LARRY ROSADO LINARES  
Decano de la Facultad de Odontología

Arequipa, 21 de DICIEMBRE del 2017

INFORME

*Señor Decano Revisado el pte borrador de tesis es necesario realizar las sigtes correcciones:*  
*- Formato pies de pg. (Formato) pie de pg descompuesto*  
*- Antecedentes. - Discusión - Hemerografía*  
*Realizadas las correcciones el pte trabajo de investigación, se encuentra en condiciones de ser sustentado*  
*22-12-2017*  
*[Signature]*

Arequipa, 2017 *Diciembre 27*

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

**DRA VICTORIA PERALTILLA APAZA**

**BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 123**

Vista la solicitud que presenta don (ña **MOLINA QUISPE JAIRO JHOEL** sobre el dictamen de la Tesis titulada **"ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO SOBRE LA REMOCION DE HIDROXIDO DE CALCIO LOGRADO POR LA IRRIGACION PASIVA ULTRASONICA VS IRRIGACION MANUAL CONVENCIONAL EN EL CONDUCTO PRINCIPAL Y CONDUCTOS LATERALES SIMULADOS DE PIEZAS PREMOLARES INFERIORES AREQUIPA 2017 "** y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra el JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

**DR HERBERT GALLEGOS VARGAS**  
**DRA VICTORIA PERALTILLA APAZA**  
**DR HAIR SALAS BELTRAN**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

  
DR MARTIN LARRY ROBADO LINARES  
Decano de la Facultad de Odontología

Arequipa, 21 de DICIEMBRE del 2017

INFORME

*HABIEBO REVISADO EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO POR EL SR. HAIRO JHOEL MOLINA QUISPE, DOY PASO A LA COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS PARA EL TRÁMITE QUE CORRESPONDA.*

*Victoria Peraltila*

Arequipa, 2017, 27 de Diciembre.



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

DR HERBERT GALLEGOS VARGAS

BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 123

Vista la solicitud que presenta don (ña MOLINA QUISPE JAIRO JHOEL sobre el dictamen de la Tesis titulada "ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO SOBRE LA REMOCION DE HIDROXIDO DE CALCIO LOGRADO POR LA IRRIGACION PASIVA ULTRASONICA VS IRRIGACION MANUAL CONVENCIONAL EN EL CONDUCTO PRINCIPAL Y CONDUCTOS LATERALES SIMULADOS DE PIEZAS PREMOLARES INFERIORES AREQUIPA 2017 " y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra el JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR HERBERT GALLEGOS VARGAS  
DRA VICTORIA PERALTILLA APAZA  
DR HAIR SALAS BELTRAN

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
*[Signature]*  
Dr. MARTIN LARRY ROSADO LINARES  
Decano de la Facultad de Odontología

Arequipa, 21 de DICIEMBRE del 2017

INFORME:

*Amor Decano Revisado el pte borrador de tesis es necesario realizar las sigtes correcciones:*  
*- Formato pie de pg. (Formato) pie de pg descompuesto*  
*- Antecedentes. - Discusión - Hemerografía*  
*Realizadas las correcciones el pte pte de investigación, se encuentra en condiciones de ser presentado*  
*22-12-2017*  
*[Signature]*

Arequipa, 2017 *Diciembre 27*



**Dedicatoria:**

A Dios, por haberme dado la vida  
A la Santa Madre Tierra, que siempre está al pendiente de todos  
A mis Padres, por todo el esfuerzo y apoyo incondicional

## INTRODUCCIÓN

La desinfección es un tópico muy importante y amplio a la hora de hablar de éxito en endodoncia, se conoce que los principales causantes del fracaso endodóntico son los microorganismos, para poder lograr una desinfección lo más completa posible muchos clínicos se valen de la medicación entre sesiones. El hidróxido de calcio es uno de los más conocidos, se sabe que este agente se disocia en iones calcio e hidroxilo, los responsables de su actividad antimicrobiana, actúa por contacto y es necesario que este en íntimo contacto con el sistema de conductos radiculares, debiendo ingresar a locaciones complejas de este sistema como conductos laterales, istmos, conductos accesorios, etc. Al momento de retirar la medicación, es muy probable que los remanentes de la medicación queden atrapados dentro del conducto por la alta complejidad de la anatomía del conducto radicular.

La presente investigación trata de demostrar la superioridad de la irrigación activada ultrasónicamente sobre la irrigación manual convencional en la remoción de hidróxido de calcio. La investigación se realizó durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2017 cuyos resultados son presentados siguiendo el esquema que se presenta a continuación.

El siguiente trabajo consta de III capítulos: En el primer capítulo se plantea el problema de la investigación, e incluye preguntas de investigación, objetivos, marco teórico; en el segundo capítulo se presenta el planteamiento operacional de la investigación, se considera la técnica, los instrumentos y materiales, el campo de verificación, la estrategia de recolección y la estrategia para manejar los resultados; en el tercer capítulo se presentan los resultados de la investigación, las tablas, interpretaciones y gráficos, así como la discusión, conclusiones y recomendaciones.

Finalmente se muestra la bibliografía, la hemerografía y webgrafía utilizadas, así como los anexos correspondientes.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue comparar la remoción de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , a través de la eficacia y grados de remoción de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  con irrigación pasiva ultrasónica e irrigación manual convencional en el sistema de conductos radiculares.

Se trata de un trabajo comparativo en la cual se utilizaron 26 piezas premolares inferiores, las cuales se instrumentaron con instrumentos RECIPROC®, se les preparo conductos laterales simulados, se les dejo un “dressing” de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  por 7 días, y fueron depositadas en un medio a  $37^\circ\text{C}$  con 100% de humedad. Transcurridos los 7 días se removió la medicación, para lo cual las unidades de estudio fueron separadas aleatoriamente en 2 grupos de acuerdo al protocolo de irrigación ( $n=13$ ). Se tomaron radiografías en proyección proximal y ortogonal, seguidamente se fotografiaron las radiografías obtenidas y se llevaron a una computadora para ser procesadas con el software ImageJ.

La prueba T de Student y la  $X^2$  (que evaluaron eficacia en la reducción de medicación y grados de remoción, respectivamente) han demostrado que no existe diferencias significativas a nivel de los tercios, conducto principal, conducto lateral simulado medio,  $p < 0.05$ , sin embargo, ambas pruebas han demostrado que existen diferencias significativas a nivel del conducto lateral simulado apical,  $p > 0.05$ .

Se concluye que ningún método logró remover por completo la medicación depositada, sin embargo, la irrigación pasiva ultrasónica fue más eficaz en la remoción que la irrigación manual convencional.

**Palabras clave:** Irrigación manual convencional, Irrigación pasiva ultrasónica, hidróxido de calcio, conducto lateral

## ABSTRACT

The aim of this study was to compare the removal of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , through the effectiveness and degrees of removal of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  with passive ultrasonic irrigation and conventional manual irrigation in the root canal system.

This is a comparative study in which 26 lower premolar pieces were used, which were instrumented with RECIPROC® instruments, they were prepared simulated lateral canals, they were left a "dressing" of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  for 7 days, and They were deposited in a medium at  $37^\circ\text{C}$  with 100% humidity. After 7 days the medication was removed, for which the study units were randomly separated into 2 groups according to the irrigation protocol ( $n=13$ ). X-rays were taken in proximal and orthogonal projections, then the radiographs obtained were photographed and taken to a computer to be processed with ImageJ software.

The Student's T test and the  $\chi^2$  test (which evaluated efficacy in reducing medication and degrees of removal, respectively) have shown that there are no significant differences at the level of thirds, main canal, middle simulated lateral canal,  $p < 0.05$ , However, both tests have shown that there are significant differences at the level of the simulated apical lateral canal,  $p > 0.05$ .

It is concluded that no method was able to completely remove the deposited medication, however, passive ultrasonic irrigation was more effective in the removal than conventional manual irrigation.

**Key words:** Conventional manual irrigation, Ultrasonic passive irrigation, calcium hydroxide, lateral canal

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

### RESUMEN

### ABSTRACT

<b>CAPITULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Determinación del problema .....	2
1.2. Enunciado .....	3
1.3. Descripción .....	3
1.4. Justificación.....	5
2. OBJETIVOS.....	6
3. MARCO TEÓRICO .....	7
3.1. Conceptos básicos.....	7
3.1.1. Configuración interna del diente.....	7
3.1.2. Irrigación .....	10
3.1.3. Soluciones irrigantes.....	20
3.1.4. El ultrasonido en endodoncia.....	25
3.1.5. Hidróxido de calcio:.....	39
3.2. Revisión de antecedentes de investigación. ....	45
4. HIPÓTESIS.....	51
<b>CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO OPERACIONAL .....</b>	<b>52</b>
1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN.....	53
1.1. Técnica.....	53
1.2. Instrumentos. ....	59
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN .....	60
2.1. Ubicación Espacial.....	60
2.2. Ubicación Temporal .....	61
2.3. Unidades de estudio.....	61

3. ESTRATEGIAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	62
3.1. Organización. ....	62
3.2. Recursos. ....	62
4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS .....	63
4.1. En el ámbito de sistematización. ....	63
4.2. Plan de análisis. ....	63
4.3. En el ámbito de las conclusiones .....	64
4.4. En el ámbito de las recomendaciones.....	64
<b>CAPITULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	66
DISCUSIÓN .....	88
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>92</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>95</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>96</b>
<b>HEMEROGRAFIA.....</b>	<b>97</b>
<b>WEBGRAFIA.....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO 1 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO 2 MATRICES DE DATOS.....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO 3 FORMULA PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE GRUPOS.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO 4 SECUENCIA FOTOGRÁFICA.....</b>	<b>113</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nº 1	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE $\text{Ca}(\text{OH})_2$ EN EL TERCIO CERVICAL DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VISTA PROXIMAL .....	66
TABLA Nº 2	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE $\text{Ca}(\text{OH})_2$ EN EL TERCIO MEDIO DEL CONDUCTO PRINCIPAL .....	68
TABLA Nº 3	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE $\text{Ca}(\text{OH})_2$ EN EL TERCIO APICAL DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VISTA PROXIMAL .....	70
TABLA Nº 4	EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN EN LOS TERCIOS DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VISTA PROXIMAL	72
TABLA Nº 5	EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN A NIVEL GENERAL DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VISTA PROXIMAL .....	74
TABLA Nº 6	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE $\text{Ca}(\text{OH})_2$ EN EL CONDUCTO LATERAL MEDIO EN VISTA PROXIMAL .....	76
TABLA Nº 7	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE $\text{Ca}(\text{OH})_2$ EN EL CONDUCTO LATERAL APICAL EN VISTA PROXIMAL .....	78
TABLA Nº 8	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE $\text{Ca}(\text{OH})_2$ EN EL CONDUCTO LATERAL MEDIO EN VISTA ORTOGONAL .....	80
TABLA Nº 9	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE $\text{Ca}(\text{OH})_2$ EN EL CONDUCTO LATERAL APICAL EN VISTA ORTOGONAL .....	82
TABLA Nº 10	EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN EN LOS CONDUCTOS LATERALES EN VISTA PROXIMAL .....	84
TABLA Nº 11	EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN EN LOS CONDUCTOS LATERALES. EN VISTA ORTOGONAL. ....	86

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>GRÁFICO Nº 1</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE <math>\text{Ca(OH)}_2</math> EN EL TERCIO CERVICAL DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VISTA PROXIMAL.....</b>	<b>67</b>
<b>GRÁFICO Nº 2</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE <math>\text{Ca(OH)}_2</math> EN EL TERCIO MEDIO DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VSITA PROXIMAL.....</b>	<b>68</b>
<b>GRÁFICO Nº 3</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE <math>\text{Ca(OH)}_2</math> EN EL TERCIO APICAL DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VSTA PROXIMAL.....</b>	<b>70</b>
<b>GRÁFICO Nº 4</b>	<b>EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN EN LOS TERCIOS DEL CONDUCTO PRINCIPAL.....</b>	<b>73</b>
<b>GRÁFICO Nº 5</b>	<b>EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN A NIVEL GENERAL DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VISTA PROXIMAL.....</b>	<b>75</b>
<b>GRÁFICO Nº 6</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE <math>\text{Ca(OH)}_2</math> EN EL CONDUCTO LATERAL MEDIO EN VISTA PROXIMAL.....</b>	<b>77</b>
<b>GRÁFICO Nº 7</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE <math>\text{Ca(OH)}_2</math> EN EL CONDUCTO LATERAL APICAL EN VISTA PROXIMAL .....</b>	<b>79</b>
<b>GRÁFICO Nº 8</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE <math>\text{Ca(OH)}_2</math> EN EL CONDUCTO LATERAL MEDIO EN VISTA ORTOGONAL .....</b>	<b>81</b>
<b>GRÁFICO Nº 9</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE <math>\text{Ca(OH)}_2</math> EN EL CONDUCTO LATERAL APICAL EN VISTA ORTOGONAL.....</b>	<b>82</b>
<b>GRÁFICO Nº 10</b>	<b>EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN EN LOS CONDUCTOS LATERALES EN VISTA PROXIMAL .....</b>	<b>85</b>
<b>GRÁFICO Nº 11</b>	<b>EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN EN LOS CONDUCTOS LATERALES. EN VISTA ORTOGONAL.....</b>	<b>87</b>



# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

## I. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

### 1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Determinación del problema

La medicación temporal intraconducto es un valioso aliado en la terapéutica endodóntica, especialmente en cuadros con necrosis pulpar y afecciones periapicales. Es sabido uno de los objetivos de la endodoncia es dejar los conductos desinfectados (con la menor carga bacteriana posible), y conformados (cleaning and shaping), gracias a la preparación químico – mecánica del sistema de conductos radiculares, es así que en base a este principio y al de la reparación periapical, muchas veces los tratamientos no pueden ser realizados en una sola sesión y es requerido entonces una medicación temporal intraconducto. “El hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  es probablemente dentro de este grupo el más utilizado en la actualidad” (**Endodoncia, de la Biología a la Técnica**, Manoel Eduardo de Lima Machado 2009, editorial Amolca).

El  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  resulta efectivo ante la mayoría de microorganismos de la flora endodóntica, por su acción antiséptica y pH elevado que no permite la repoblación bacteriana después de la irrigación e instrumentación. “El uso de El  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  es problemático. La manipulación adecuada de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  es un reto para el profesional medio. Además, la eliminación de este suele ser incompleta, dejando un residuo que cubre del 20 al 45% de las superficies de la pared del conducto, incluso después de irrigación copiosa con NaOCl o EDTA o solución salina” (Cohen, Vías de la pulpa, 2011). En diversos estudios se ha demostrado la interacción del hidróxido con agentes selladores a base de óxido de zinc – eugenol, acortando su tiempo de fraguado (Margelos J, Eliades G, Verdeis C, Palaghias G, Journal of endodontic 1997). Otros estudios también demuestran la obstrucción mecánica que representa al no ser retirado por completo tanto en conductos accesorios como en los túbulos dentinarios de las paredes

radiculares (Goldberg, F.; Artaza, L.P.; de Silvio, A.C. Endodoncia, 2002 jul-sep.). Debido a la necesidad de poder retirar por completo el hidróxido de calcio, algunos estudios in vitro señalan el uso de la irrigación pasiva ultrasónica como parte de un protocolo que también consta de otros agentes como quelantes (EDTA) y suero fisiológico o solución salina, señalando una ligera superioridad con respecto a la irrigación manual convencional (R. P. A. Balvedi, M. A. Versiani, F. F. Manna & J. C. G. Biffi, International Endodontic Journal 2010). Debido a la compleja anatomía del sistema de conductos radiculares, se hace necesaria la remoción de la mayor parte de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

En este procedimiento de remoción de la medicación temporal juega un papel muy importante la sustancia irrigadora utilizada, en el mercado se dispone de la clorhexidina y del hipoclorito de sodio, siendo este último el más utilizado en el mundo (Evandro Luiz Siqueira, Comentarios acerca del hipoclorito. Endodoncia de la biología a la técnica, Manuel Eduardo de Lima Machado, editorial Amolca 2009).

## 1.2. Enunciado

**Estudio comparativo in vitro sobre la remoción de hidróxido de calcio logrado por la irrigación pasiva ultrasónica vs irrigación manual convencional en el conducto principal y conductos laterales simulados de piezas premolares inferiores, Arequipa 2017**

## 1.3. Descripción

### 1.3.1. Área del conocimiento

**Campo** : Ciencias de la salud.

**Área** : Odontología.

**Especialidad** : Endodoncia.

**Línea** : Irrigación

### 1.3.2. Operacionalización de variables

Tipo de variable	Variables	Dimensión de la variable	Indicadores	Sub indicadores	
Variable independiente	Irrigación manual convencional		Hipoclorito de sodio al 4% con EDTA al 17%, activados ultrasónicamente		
Variable independiente	Irrigación pasiva ultrasónica		Hipoclorito de sodio al 4% con EDTA al 17%, sin activación ultrasónica		
Variable dependiente	Remoción de Ca(OH) <sub>2</sub> del conducto principal y conductos laterales.	Grado de remoción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Grados de remoción observados en los tercios del conducto principal y conductos laterales simulados	Tercio cervical. Tercio medio. Tercio apical. Conducto lateral medio. Conducto lateral apical.	Grado 0 (remoción completa). Grado 1 (remoción en más de la mitad del área del conducto). Grado 2 (remoción en menos de la mitad del área del conducto). Grado 3 (sin remoción).
		Eficacia en la reducción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Porcentaje de área libre de hidróxido de calcio observado en a nivel general del conducto principal, tercios del conducto principal y conductos laterales simulados	Conducto principal en general. Tercio cervical. Tercio medio. Tercio apical. Conducto lateral medio. Conducto lateral apical.	Porcentaje de remoción de la medicación.

### 1.3.3. Interrogantes básicas

- ¿Cuál de los dos protocolos logrará mayor frecuencia de grado de remoción 0 a nivel de tercios del conducto principal y a nivel de los conductos laterales simulados en vista ortogonal y proximal?
- ¿Cuál será el grado de remoción logrado en los tercio cervical, medio, apical del conducto principal en vista proximal después de aplicar IMC e IPU?
- ¿Cuál será el grado de remoción logrado en los conductos laterales simulados en vista proximal y ortogonal, después de aplicar IMC e IPU?

- ¿Cuál de los dos protocolos de irrigación será más eficaz en la remoción de hidróxido de calcio en los tercios cervical, medio, apical, a nivel general del conducto principal y a nivel de los conductos laterales simulados en vista proximal y ortogonal?
- ¿Cuál será la eficacia de la IMC e IPU en la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  a nivel de los tercios cervical, medio, apical del conducto principal y a nivel general del conducto principal?
- ¿Cuál será la eficacia de la IMC e IPU en la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  de los conductos laterales simulados en vista proximal y ortogonal?

### 1.3.4. Taxonomía de la investigación.

Abordaje	TIPO DE ESTUDIO					Diseño	Nivel
	Por la técnica de recolección	Por el tipo de dato que se planifica recoger	Por el número de modificaciones de la variable	Por el número de muestras o poblaciones	Por el ámbito de recolección		
Cuantitativo	Experimental	Prospectivo	Transversal	Comparativo	Laboratorial	Quasi-experimental	Explicativo

### 1.4. Justificación

El odontólogo general debe conocer la importancia de dejar los conductos radiculares libres de la mayor cantidad posible de hidróxido de calcio como medicación intraconducto, además de reconocer y poner en práctica el uso del ultrasonido como parte del protocolo de la terapéutica endodóntica.

#### a. Relevancia científica.

Es importante conocer las ventajas que tiene consigo el ultrasonido y su aplicación en la irrigación.

**b. Factibilidad**

El trabajo es viable ya que se cuenta con los materiales necesarios para realizar la investigación.

**c. Interés personal**

Poder obtener el título de cirujano dentista. Además de dar a conocer la necesidad de tener un equipo de ultrasonido para la terapéutica endodóntica a los alumnos de la facultad de odontología de la UCSM.

**2. OBJETIVOS**

- 2.1. Determinar que protocolo de irrigación lograra mayor frecuencia de grado de remoción 0 en los tercios del conducto principal y en vista proximal y ortogonal de los conductos laterales.
- 2.2. Determinar y comparar los grados de remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  en los tercios cervical medio y apical del conducto principal en vista proximal, logrados por la IMC e IPU.
- 2.3. Determinar y comparar los grados de remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  en los conductos laterales simulados, logrados por la IMC e IPU.
- 2.4. Determinar cuál de los protocolos de irrigación será más eficaz en la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  a nivel de los tercios cervical, medio, apical del conducto principal, a nivel general del conducto principal y a nivel de los conductos laterales simulados.
- 2.5. Determinar y comparar la eficacia de la IMC e IPU en la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  a nivel de los tercios cervical, medio, apical y a nivel general del conducto principal.
- 2.6. Determinar y comparar la eficacia de la IMC e IPU en la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  a nivel de los conductos laterales simulados en vista proximal y ortogonal.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Conceptos básicos

##### 3.1.1. Configuración interna del diente

La cavidad pulpar es el espacio existente en el interior del diente, revestido en casi toda su extensión por la dentina, excepto junto al foramen apical. Se divide en dos partes: cámara pulpar y conducto radicular.<sup>1</sup>

La anatomía dentaria sufre modificaciones durante toda la vida, debido a factores psicológicos y patológicos mencionados a continuación. Así, tanto la cámara pulpar como el conducto radicular, que al principio son muy amplios, con el paso de los años se hacen gradualmente menores debido a la deposición continua de dentina secundaria.

A este respecto, Fischer elaboró el primer trabajo sistemático sobre anatomía interna y Hess, perfeccionando la técnica, llegó a conclusiones tomadas en cuenta actualmente como definitivas. En resumen, estas son:<sup>2</sup>

- Los conductos radiculares reproducen la forma exterior de la raíz. Pueden presentar diferenciaciones motivadas por paredes dentinarias en su interior, además, pueden observarse ramificaciones apicales y conductos laterales en diferentes niveles de la raíz. Estas diferenciaciones pueden producirse en cualquier diente, justamente en aquellos cuya apariencia externa es normal.
- La forma y el número de conductos son determinados por las paredes dentinarias presentes en su interior.
- La edad interfiere en la forma y número de conductos.

Los clínicos deben tener un conocimiento completo de las relaciones anatómicas internas de los dientes y ser capaces de visualizar esas relaciones antes de embarcarse en la terapia endodóntica. Es imprescindible la evaluación cuidadosa de dos o más radiografías periapicales, expuestas con ángulos horizontales

---

<sup>1</sup> SOARES, Ilson, et al. Endodoncia Técnica y fundamentos. p. 93

<sup>2</sup> DE LIMA MACHADO, Manoel E., Endodoncia de la Biología a la Técnica. p. 162

diferentes del cono de rayos X. Esas radiografías proporcionan información importante sobre la morfología de los conductos radiculares.<sup>3</sup>

Con el avance de la edad o como consecuencia de las agresiones físicas, químicas o bacterianas, la cavidad pulpar va reduciendo su tamaño como resultado del depósito de dentina en sus paredes o de la formación de nódulos y agujas cálcicas.<sup>4</sup>

Una serie de estudios que incluyen la histología, transparencias, radiografías, impresiones, etc., demostraron que el conducto principal puede presentar numerosas ramificaciones, que reciben su nombre de acuerdo con su posición o características:<sup>5</sup>

- Colateral: Corre casi paralelo al conducto principal, con diámetro menor, y puede terminar en un foramen único o por separado.
- Lateral o adventicio: Localizado en el tercio medio o cervical de la raíz, sale del conducto principal y alcanza el periodonto lateral.
- Secundario: Localizado en el tercio apical de la raíz, sale del conducto principal y alcanza el periodonto lateral.
- Accesorio: Ramificación del conducto secundario que llega a la superficie externa del cemento apical.
- Interconducto: Unión de dos conductos entre sí.
- Recurrente: Sale del conducto principal, recorre parte de la dentina y vuelve al principal sin exteriorizarse.
- Delta apical: Numerosas terminaciones del conducto principal, que originan la aparición de varios forámenes.
- Cavo-interradicular: sale del piso de la cámara pulpar y termina en la bifurcación o trifurcación radicular.

La ramificación más frecuente es el delta apical. Además del delta apical y del conducto principal, los únicos canales que conectan el conducto principal con el ligamento periodontal son los conductos accesorios, secundarios y laterales. A pesar de que la terminología usada para identificar las ramificaciones del conducto

---

<sup>3</sup> COHEN Stephen, Vías de la PULPA. p. 136

<sup>4</sup> SOARES, Ilson et al. Ob. Cit. p. 94

<sup>5</sup> Ibíd. pp. 94 - 95

radicular es diversa, los tipos de conductos radiculares pueden ser adecuadamente identificados como los siguientes: conducto principal, bifurcado o lateral.

El conducto lateral parte del conducto principal hacia el ligamento periodontal, más frecuentemente en el tercio medio que en el tercio cervical. A pesar que usualmente solo algo perpendicular con respecto al conducto principal con una discreta inclinación hacia el ápice, el conducto lateral es a veces localizado completamente perpendicular con respecto al conducto principal. El conducto secundario se extiende desde el conducto principal hacia el ligamento periodontal en la región apical. El conducto accesorio se deriva del conducto secundario ramificándose hacia el ligamento periodontal en la región apical. La importancia de estas ramificaciones para los problemas endo – periodontales es obvia.<sup>6</sup>

Los conductos laterales son demostrados en casos endodonticos con mucha menos frecuencia de lo que existen. Esta ramificación raramente produce un fracaso endodontico. Algunos conductos laterales demostrados pueden ser realmente otras condiciones. La evaluación preoperatoria debería incluir examen de radiografías para lesiones laterales y periapicales.<sup>7</sup>

La configuración del conducto radicular presente dentro de las raíces de los dientes permanentes puede ser clasificada en 8 tipos:<sup>8</sup>

- **Tipo I:** Un conducto único se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice
- **Tipo II:** Dos conductos separados salen de la cámara pulpar y se unen cerca del ápice para formar un conducto.
- **Tipo III:** Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide en dos en la raíz, y luego se fusionan para salir como uno solo.
- **Tipo IV:** Dos conductos separados y distintos se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice.
- **Tipo V:** Un conducto sale la cámara pulpar y se divide cerca del ápice en dos conductos separados y distintos, con forámenes apicales separados.

---

<sup>6</sup> DE DEUS Q. Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. Journal of Endodontics. 1: 361.

<sup>7</sup> WEINE F. The enigma of lateral Canals. Dental Clinics of North America. 28: 851.

<sup>8</sup> VERTUCCI F. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. 58: 593- 594.

- **Tipo VI:** Dos conductos separados salen de la cámara pulpar, se fusionan en el cuerpo de la raíz y vuelven a dividirse cerca del ápice para salir como dos conductos distintos.
- **Tipo VII:** Un conducto sale de la cámara pulpar, se divide y luego se vuelve a juntar en el cuerpo de la raíz y finalmente se vuelve a dividir en dos conductos distintos cerca del ápice.
- **Tipo VIII:** Tres conductos distintos y separados salen de la cámara pulpar y se extienden hacia el ápice.

### 3.1.2. Irrigación

La irrigación es considerada por muchos como la parte más importante del tratamiento de conductos. La irrigación tiene muchas funciones y objetivos dependiendo del tipo de irrigante usado: La irrigación reduce la fricción entre el instrumento y la dentina, mejora el efecto cortante de las limas, y disuelve la materia orgánica e inorgánica. También refrigera el diente y la lima. Tiene un efecto de lavado, elimina el “debris” suelto y bacterias del conducto. Por último, pero no menos importante, la irrigación actúa contra el “biofilme” del conducto. La irrigación también es la única manera para impactar aquellas áreas de las paredes del conducto radicular que no son instrumentadas por la instrumentación mecánica. Los factores que siguen siendo un desafío en la irrigación y desinfección de los conductos, son la resistencia del biofilme, la pobre penetración del irrigante y el intercambio de irrigantes en la elevada complejidad de la anatomía del conducto radicular.<sup>9</sup>

La irrigación segura y efectiva es de gran importancia para el éxito del tratamiento de conductos. Esta cumple importantes funciones mecánicas, químicas y microbiológicas. La instrumentación del sistema de conductos radiculares debería estar siempre apoyada por la irrigación para remover los remanentes pulpares y el debris dentinario. Sin la irrigación, la acumulación del debris vuelve rápidamente ineficaz al instrumento. Muchas soluciones irrigadoras tienen también actividad antimicrobiana contra bacterias y levaduras. El desafío más grande para la irrigación quizás son las áreas no instrumentadas por las limas, tales como aletas,

---

<sup>9</sup> Basrani Bettina. Endodontic Irrigation Chemical Disinfection of the Root Canal System. p. 65

itsmos and conductos laterales largos. También grandes áreas ovales y conductos planos pueden permanecer sin instrumentar a pesar de haber realizado una instrumentación cuidadosa. Estas áreas contienen remanentes tisulares y biofilme los cuales solo pueden ser removidos por medios químicos usando la irrigación.

La eficacia de un sistema irrigante depende de su capacidad para llevar el irrigante hacia las regiones apicales sin instrumentar del conducto, para limpiar el debris de los conductos, para disolver tejido necrótico, para disolver microorganismos en forma planctónica y en forma de “biofilme”.<sup>10</sup>

### **3.1.2.1. Técnicas de irrigación**

Se deben llevar las soluciones a la zona más apical del conducto y, al mismo tiempo, aspirar con una cánula de diámetro moderado para ejercer el efecto de succión cerca de la entrada de los conductos.

La técnica más habitual consiste en introducir las soluciones en jeringas de plástico. Las agujas se conectan a las jeringas mediante un mecanismo de rosca para evitar que se puedan desprender al presionar el émbolo. Se eligen agujas de calibre moderado, 27 y 30 y estas últimas son las de elección en conductos curvos y estrechos. Las agujas se pueden doblar para facilitar su introducción en los conductos. En estos se deben mantener de modo pasivo, sin que su extremo quede aprisionado en las paredes del conducto, para permitir el reflujó de la solución irrigadora y que esta no sea forzada a presión hacia el periápice, lo que podría causar complicaciones de una infección o enfisema facial.

La efectividad de la irrigación depende del volumen de solución utilizado y de su composición química. La aguja debe llevar la solución hasta la zona apical del conducto.

Cuando estos son muy estrechos, son las limas las que facilitan su paso hasta la constricción. Las limas de permeabilización apical permiten que la solución de irrigación actúe hasta el orificio apical, lo que es de interés para dientes con

---

<sup>10</sup> Basrani Bettina. Ob. Cit. p. 66

necrosis pulpar.<sup>11</sup> El mantenimiento de la permeabilidad apical mejora el alcance de los irrigantes en el tercio apical de los conductos radiculares.<sup>12</sup>

Para mejorar la limpieza, desinfección y eliminación del biofilme, muchas técnicas de activación y dispositivos están disponibles incluyendo la técnica manual de activación dinámica (MDA), irrigación pasiva ultrasónica intermitente, irrigación continua ultrasónica (CUI), irrigación pasiva ultrasónica (PUI), irrigación sónica, activación hidrodinámica (Rins endo), self - adjusting file (SAF), desinfección fotoactivada (PAD) y la irrigación activada con láser (Er: YAG, PIPS). Todas estas técnicas y dispositivos han sido extensamente evaluados y comparados, pero actualmente es imposible interpretar sus resultados y extraer conclusiones confiables de la literatura. En efecto, los resultados son inconclusos por los diferentes modelos, principalmente dientes extraídos y de plástico, diferentes métodos de evaluación, diferentes conicidades, diferentes tamaños apicales, y diferentes volúmenes y tiempos, pero sea cual sea la técnica de activación, debe recordarse que la agitación es un factor crítico que ayuda a distribuir e intercambiar la solución dentro del espacio del conducto y mejorar la eficacia antiséptica y disolvente. Por consiguiente, existe un acuerdo en general sobre los beneficios del uso de la activación en irrigantes al final de la preparación del conducto, esta activación parece mejorar la limpieza y desinfección del conducto en comparación a la técnica manual convencional.<sup>13</sup>

### **3.1.2.2. Agujas para la irrigación.**

A través de los años, muchos tipos de agujas han sido usados para llevar las soluciones irrigadoras dentro de los conductos radiculares. Estas agujas difieren principalmente en la presencia de una punta abierta o cerrada y una o más aperturas laterales.

De manera similar a otras agujas médicas, los tamaños de las agujas de irrigación son más frecuentemente descritas por el sistema de diámetros (“gauge system”) y parecen ajustar bien a la especificación ISO pertinente. En fin, las unidades “gauge”

---

<sup>11</sup> CANALDA Carlos, BRAU Esteban. Ob. Cit. p.189

<sup>12</sup> VERA, Jorge et al. Effect of Maintaining Apical Patency on Irrigant Penetration into the Apical Two Millimeters of Large Root Canals: An In Vivo Study Journal of endodontics. 38: 1340.

<sup>13</sup> BASRANI, Bettina. Ob. Cit. p. 151

no pueden ser comparadas directamente con el tamaño de instrumentos o materiales de obturación.

En el pasado, las agujas de diámetro amplio (21- 25G) eran comúnmente empleadas para llevar el irrigante. Tales agujas podían difícilmente penetrar más allá del tercio coronal del conducto radicular, incluso en conductos amplios. Más recientemente se ha defendido el uso de agujas de diámetros más finos (28G, 30G o 31G), principalmente porque estas agujas pueden llegar más lejos en el conducto, incluso a la longitud de trabajo.<sup>14</sup>

El tipo de aguja tiene un efecto substancial en el patrón de flujo básico desarrollado en el conducto durante la irrigación convencional con jeringas, mientras otros parámetros tales como la profundidad de inserción de la aguja, el tamaño de conducto y diámetro tienen solo una influencia limitada. Basado en el diseño de la aguja y el flujo resultante, los tipos de aguja disponibles pueden ser categorizados en dos grupos principalmente, llamados, de extremo abierto y de extremo cerrado. Todas las agujas crean un chorro a nivel de su salida, pero la posición exacta y forma de su salida determina la orientación y hasta cierto punto la intensidad del chorro.

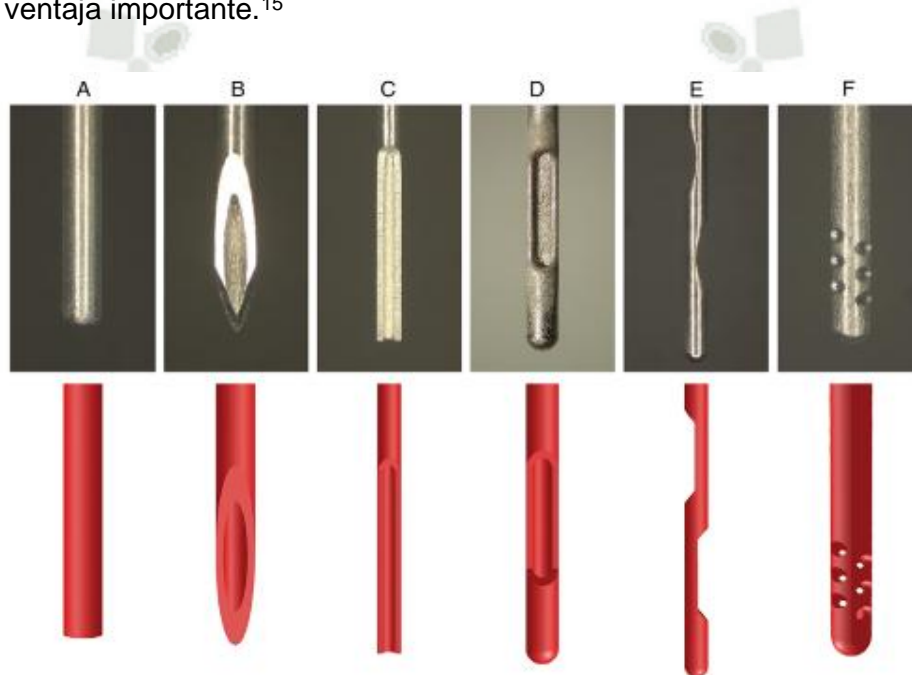
En el caso de agujas con extremo abierto (con extremo plano, biselado o con muesca) el chorro es muy intenso y se extiende a lo largo del conducto radicular, apicalmente a su punta, dentro de una cierta distancia, que depende de la forma del conducto radicular, de la profundidad de inserción de la aguja y del caudal (velocidad del flujo), el chorro parece degradarse gradualmente. El flujo inverso hacia la embocadura del conducto se produce cerca de la pared del conducto. El chorro formado por la aguja biselada y el del extremo plano es ligeramente más intenso y se extiende más apicalmente que la aguja con muesca.

Cuando se usan las agujas de extremo cerrado (con salida lateral y doble salida lateral) el chorro se forma cerca del lado apical de la salida (proximal a la punta para las agujas de doble salida lateral), y es dirigido apicalmente con una ligera divergencia. El irrigante principalmente sigue un camino curvo alrededor de la punta y luego se dirige hacia la embocadura del conducto. Una serie de vórtices en

---

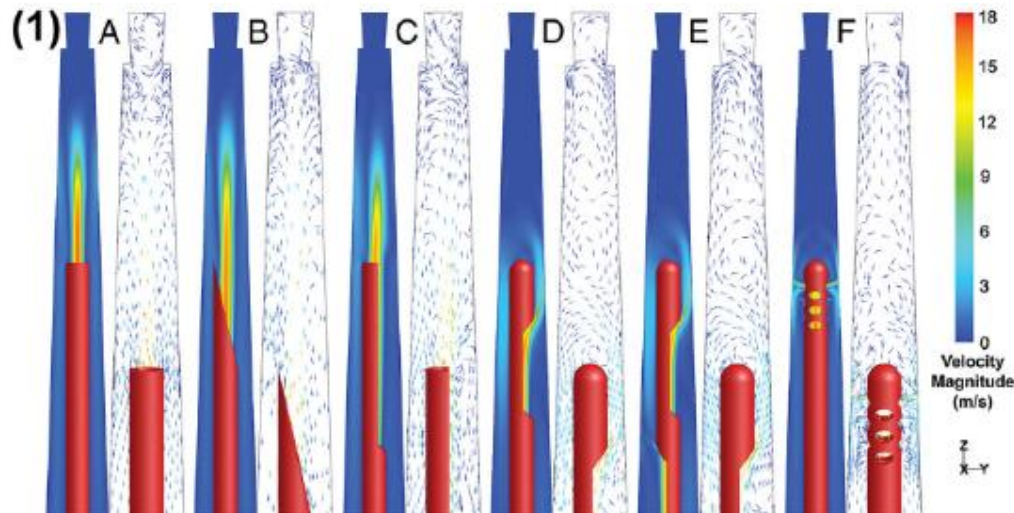
<sup>14</sup> BASRANI, Betina Ob Cit. p. 50

rotación contraria se forman apicalmente a la punta. Extendiéndose casi a la longitud de trabajo. Su tamaño, posición y número puede diferir de acuerdo a la profundidad de inserción, la forma del conducto radicular, y el caudal (velocidad del flujo). A pesar de que el irrigante puede fluir de un vórtice al siguiente, la velocidad disminuye significativamente hacia el ápice, entonces la penetración del irrigante se torna lento. La salida distal, de las agujas con doble salida lateral, solo tiene una pequeña influencia sobre el patrón de flujo general por que la mayoría del irrigante (93.5%) fluye hacia afuera a través de la salida proximal; así, este no proporciona alguna ventaja importante.<sup>15</sup>



**Figura N°1:** Agujas de 30-G comercialmente disponibles. (A-C) agujas de extremos abiertos: (A) de extremo plano, (B) biselada, (C) con muesca. (D-F) agujas con extremo cerrado. (D) con salida lateral, (E) con doble salida lateral y (F) con salidas múltiples. **(Boutsioutkis et al, 2010)**

<sup>15</sup> BASRANI, Bettina. Ob. Cit. pp. 52 - 53



**FIGURA N°2:** Perímetros promediados de la magnitud de velocidad (izquierda) y vectores (derecha) a lo largo del plano z – y en la porción apical del conducto radicular. Dentro de los 2.5mm, los chorros formados por las (A) agujas de extremo plano, (B) biselado y (C) con muesca, parecen quebrarse gradualmente debido a la amortiguación del irrigante presente en el conducto. El flujo reverso dirigido hacia la embocadura se notó principalmente cerca de la pared del conducto. Las agujas (D) con salida lateral y (E) dobles salidas laterales presentaron un chorro de irrigación formado en la salida (la que está más próxima a la punta para las de doble salida lateral) y dirigido hacia el ápice con una divergencia de aproximadamente 30°. El irrigante siguió un camino curvo alrededor de la punta y finalmente se dirigió hacia la embocadura. Se observaron una serie de vórtices contrarrotativos apicalmente hacia la punta. La velocidad del fluido dentro de cada vórtice disminuyó de 5 a 10 veces hacia el ápice. (F) muchos micro chorros se formaron por el irrigante que salió de la aguja con salidas múltiples, desde las seis salidas proximales a la punta. Los chorros fueron dirigidos perpendicularmente a la pared del conducto y luego se dirigieron hacia la embocadura, sin embargo, una pequeña porción siguió un camino alrededor de la punta. **(Boutsioutkis et al, 2010)**

### 3.1.2.3. Jeringas para la irrigación.

Durante la irrigación con jeringa, el clínico aplica una fuerza táctil al vástago. Esta fuerza es transmitida al irrigante dentro de la jeringa, donde la presión se acumula. El clínico necesitará aplicar diferentes cantidades de fuerza para empujar el émbolo

cuando se usan jeringas de diferentes tamaños, incluso si la presión actual desarrollada dentro de la jeringa es idéntica; esto resulta de definir la presión. Jeringas grandes son más difíciles de presionar y controlar. Por la misma razón, el clínico no puede sacar conclusiones fiables acerca de la presión. Mientras se presiona el émbolo, la presión dentro de la jeringa permanece considerablemente más elevada que la presión alrededor de la punta de la aguja (que es cercana a la presión atmosférica). Estas diferencias de presión conducen el irrigante a través de la aguja y dentro del conducto radicular, y es por eso que la irrigación con jeringa es categorizada como una técnica de presión positiva. La velocidad del flujo es proporcional, pero también se ve afectado por el tamaño de la aguja y otros parámetros. Por lo tanto, para la misma diferencia de presión, la velocidad del flujo a través de una aguja pequeña será mucho menor que para una aguja grande. En otras palabras, se requiere una gran diferencia de presión para lograr la misma velocidad de flujo a través de una aguja pequeña.

Usando una jeringa muy grande combinada con una aguja de diámetro fino requeriría una gran fuerza táctil, pero la velocidad del flujo aún sería baja. Además, debe enfatizarse que la presión de los irrigantes llevados dentro del conducto radicular es siempre mucho menor que la presión dentro de la jeringa, porque ocurre una significativa caída de la presión a lo largo de la aguja. Así, ni la fuerza o presión son términos apropiados para describir cuán rápido se lleva el irrigante.

Se ha recomendado una jeringa de 5ml como una relación razonable entre la menor frecuencia de llenado y la facilidad del uso. Esta jeringa puede ser usada para alcanzar velocidades de flujo de hasta 20 – 25 ml/s incluso cuando se combinó con agujas de irrigación finas.<sup>16</sup>

#### **3.1.2.4. Técnica manual convencional de irrigación.**

##### **3.1.2.4.1. Cinemática de uso para las agujas de irrigación:**

En la técnica de irrigación con soluciones químicas, después que la aguja penetra profundamente en el conducto radicular, deben realizarse movimientos de vaivén sin ejercer presión. Al sentir la resistencia de la punta de la aguja en las paredes

---

<sup>16</sup> BASRANI, Bettina. Ob. Cit. pp. 47 - 48

del conducto radicular, aún con el movimiento de vaivén, es preciso remover la aguja.<sup>17</sup>

#### **3.1.2.4.2. Cánulas para aspiración:**

En el inicio de la preparación biomecánica, se usarán las cánulas de mayor calibre (30 – 10, 30 – 08), en razón de la gran cantidad de restos necróticos residuales, etc, que hay inicialmente en el conducto.

En el transcurso de la instrumentación, se pueden sustituir por cánulas con menos calibre, que pueden entrar más profundamente en el conducto radicular. El uso de agujas y cánulas de aspiración con menos calibre, paralelamente al mayor ensanchamiento del conducto radicular, propiciarán una irrigación copiosa, lo que favorece principalmente la limpieza de su tercio apical.<sup>18</sup>

#### **3.1.2.1. Objetivos.**

La irrigación acompañada por la aspiración, es un valioso auxiliar en la preparación del conducto radicular. Aunque se define como procedimiento auxiliar, su uso es indispensable en el acompañamiento de la instrumentación endodóntica, sus objetivos son:<sup>19</sup>

- Eliminar (por movimiento o disolución, o ambos) los detritos presentes en el interior del conducto radicular, ya sean preexistentes (restos pulpares, materiales del medio bucal) o creados como consecuencia de la instrumentación (virutas de dentina). Estos detritos tienden a acumularse en el tercio apical por la acción de los instrumentos endodónticos hasta obstruirlo e inclusive pueden ser impulsados hacia la zona periapical, donde ejercerán una acción agresiva, sobre todo si estuviesen contaminados.
- Reducir la cantidad de bacterias existentes en los conductos radiculares por el acto mecánico del lavado y por la acción antibacteriana de la sustancia utilizada.

---

<sup>17</sup> Mario Roberto Leonardo. Endodoncia tratamiento de conductos radiculares, principios técnicos y biológicos. p.476

<sup>18</sup> *Ibíd.* p. 475

<sup>19</sup> SOARES, Ilson et al. *Ob. Cit.* p. 205

- Facilitar la acción conformadora de los instrumentos endodónticos por mantener las paredes dentinarias hidratadas y ejercer una acción lubricante.

### 3.1.2.2. Requisitos de las sustancias irrigadoras.

Para la selección adecuada de la sustancia química auxiliar, es de fundamental importancia que se conozcan cuáles son los requisitos básicos que debe poseer. Por esta razón, a continuación, se discutirán algunos de estos requisitos: <sup>20</sup>

- **Humectación:**

Se entiende por humectación la capacidad de humedecer determinada sustancia. Para que ejerza todo su potencial, es necesario que consiga dispersarse por toda la superficie. En este sentido, debe poseer un elevado poder de humectación.

- **Baja tensión superficial:**

La tensión superficial es una fuerza inherente a todos los líquidos, que mantienen sus moléculas unidas. En la medida que esta fuerza sea mayor, mayor será la unión de estas moléculas y, en consecuencia, mayor será la dificultad de este líquido al mezclarse con otras sustancias. No se puede olvidar que el tejido pupar posee un componente líquido bastante grande, que necesita ser removido. La baja tensión superficial, por lo tanto, está relacionada con las propiedades de penetración y contacto.

- **Tensoactividad:**

La tensoactividad se caracteriza por la capacidad de una sustancia química para bajar la tensión superficial del sistema en el que es aplicado. En el interior de la cavidad pulpar existen componentes acuosos y lipídicos que requieren ser homogeneizados, siendo su utilización de un agente tensoactivo fundamental. A mayor tensoactividad, mayor será el poder de homogeneización.

---

<sup>20</sup>DE LIMA MACHADO, Manoel. Ob. Cit. p.255

- **Potencial bactericida:**

Se sabe que el conducto radicular es un ambiente contaminado en mayor o menor escala. Por esto, de preferencia, la sustancia escogida debe presentar propiedades bactericidas y no bacteriostáticas, con el fin de promover la eliminación de la mayor parte de la infección de los conductos y no solo la inactivación de las bacterias, en el caso de ser bacteriostático.

- **Biocompatibilidad:**

El objetivo final de la terapia endodóntica es la reparación de los tejidos periapicales, para que la pieza dentaria regrese a sus funciones normales. Para que esto ocurra, es fundamental que la región periapical esté libre de todo y cualquier agente irritante y tenga reservada su capacidad de reparación. Es necesario que se encuentre una sustancia que sea bactericida y que, sin embargo, no sea muy irritante a los tejidos del periápice, ya que a partir de éste se producirá todo el proceso de reparación.

- **Acción lubricante:**

Toda acción del instrumento endodóntico sobre la pared del conducto genera un detrito. Esto lleva a un calentamiento que puede, principalmente, en el caso de utilización de fresas para su preparación, ser lesivo a los tejidos periodontales, llevando a su necrosis. Además, el atrito disminuye la eficiencia del corte del instrumento y eleva la probabilidad de fractura del instrumento en el interior del conducto.

- **Efervescencia:**

La liberación de gases en un medio acuoso mantiene en suspensión la suciedad removida a través de la instrumentación en el interior del conducto, impidiendo que se deposite en las porciones más apicales.

### 3.1.3. Soluciones irrigantes.

#### 3.1.3.1. Hipoclorito de sodio.

Una de las soluciones para la irrigación más empleada es la de hipoclorito sódico. Se trata de un compuesto halogenado. Sus funciones primordiales son disolver los restos de tejido pulpar es efectivo tanto en tejido vital como en tejido necrótico o dejado por el uso de productos químicos- y destruir las bacterias, neutralizando sus componentes y productos antigénicos.<sup>21</sup>

Estrela y cols. Describen una serie de efectos del hipoclorito sódico: alteraciones en la biosíntesis del metabolismo celular con formación de cloraminas que interfieren en el mismo; acción oxidativa con inactivación enzimática irreversible sobre las bacterias y degradación de ácidos grasos y lípidos.<sup>22</sup>

El hipoclorito de sodio se ioniza en agua en  $\text{Na}^+$  e ion hipoclorito,  $\text{OCl}^-$ , estableciendo un equilibrio entre el ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}$ ). A pH ácido y neutro, existe predominantemente clorina como  $\text{HOCl}$ , sin embargo, a pH 9 o por encima, predomina el ion hipoclorito. El ácido hipocloroso es responsable de la actividad antibacteriana; el ion  $\text{OCl}^-$  es menos efectivo que el no disuelto ácido hipocloroso. El ácido hipoclorico interrumpe varias funciones vitales de la célula microbiana, dando como resultado la muerte celular.

El  $\text{NaOCl}$  es utilizado comúnmente en concentraciones entre 0.5% y 6%. Este es un potente agente antimicrobiano, elimina la mayoría de las bacterias por contacto directo. También disuelve efectivamente remanente pulpar y colágeno, los principales componentes orgánicos de la dentina. El hipoclorito de sodio es el único irrigante de aquellos de uso general, que disuelve tejido necrótico y vital. A pesar de que el hipoclorito solo no puede remover el "smear layer", afecta a la parte orgánica de este, haciendo posible su completa remoción con la subsecuente irrigación con EDTA o ácido cítrico.

Existe una considerable variación en la literatura con respecto al efecto antibacteriano del  $\text{NaOCl}$ . En algunos artículos se ha reportado que el hipoclorito

---

<sup>21</sup> CANALDA, Carlos et al. Ob Cit. pp. 187 - 188

<sup>22</sup> *Ibíd.* p. 188

mata los microorganismos diana en segundos, incluso a bajas concentraciones, a pesar de que otros reportes han publicado tiempos considerablemente largos para la eliminación de algunas especies. Haapasalo y colaboradores mostraron que la presencia de dentina causó una marcada demora en la eliminación de *Enterococcus faecalis* con hipoclorito al 1%.

Bystrom y Sundqvist estudiaron la irrigación de conductos necróticos y que contenían una mezcla de bacterias anaeróbicas. Estos investigadores mostraron que el uso de NaOCl al 0.5% o 5%, con o sin EDTA en la irrigación, resultó en una considerable reducción del número de bacterias en el conducto cuando se comparó con la irrigación con solución salina. Sin embargo, fue difícil hacer conductos completamente libres de bacterias, incluso después de repetidas sesiones. Siqueira y colaboradores reportaron resultados similares usando conductos infectados con *E. Faecalis*. Ambos estudios fracasaron al mostrar la diferencia significativa en la eficacia antibacteriana entre las bajas y elevadas concentraciones de NaOCl. Contrario a estos resultados, Clegg y colaboradores, en un estudio *ex vivo* sobre “biofilm”, demostraron una fuerte diferencia en la efectividad del NaOCl al 6% y 3% contra el biofilme bacteriano, siendo la mayor concentración la más efectiva.

Las desventajas del NaOCl incluyen el sabor desagradable, toxicidad y la incapacidad para remover el “smear layer” por sí mismo, ya que solo disuelve material orgánico. La limitada efectividad antimicrobiana del NaOCl *in vivo* también es decepcionante. El pobre desempeño *in vivo* en comparación con trabajos *in vitro* es probablemente causado por problemas de penetración en las partes más periféricas del sistema de conductos radiculares como aletas, anastomosis, deltas apicales, conductos laterales y conductos dentinarios.<sup>23</sup>

#### **3.1.3.1.1. Propiedades de las soluciones de hipoclorito de sodio**

La solución de hipoclorito de sodio posee tres importantes propiedades durante la terapia del conducto radicular: la lisis proteica, la saponificación y la bacteriólisis. Estas características posibilitan la acción de la solución sobre el contenido orgánico del conducto radicular, favoreciendo principalmente su disolución y, en

---

<sup>23</sup> HAAPASALO, Markus, et al. Irrigation in endodontics. *Dental clinics of north america*. 54:292 – 294.

consecuencia, su remoción. Paralelamente a estos, el hecho de disminuir la atrición del instrumento con la pared de dentina, ofreciendo poder lubricante, también debe ser tomada en cuenta como una importante contribución para la terapia endodóntica.

El contacto de la solución de hipoclorito de sodio desnaturaliza la cadena proteica de los restos pulpares, originando como subproductos los aminoácidos.

La reacción de saponificación se da cuando se produce el contacto de la solución de hipoclorito de sodio con las partículas de lípidos presentes en el interior del sistema de conductos radiculares. De esto resulta la formación de jabones y ácidos grasos, además de bajar su tensión superficial aún más, favoreciendo la difusión de la solución y reacciones que sean promovidas.

La bacteriolisis se produce por el rompimiento de la membrana de la bacteria. Esto ocurre por acción sobre el protoplasma microbiano, donde actúan las moléculas albuminoides, robándole agua, producto esencial para su vida.

Estos fenómenos propician la formación de subproductos con una característica en común: la solubilidad. De esta forma, la remoción se hace más fácil. El propio efecto de liberación de cloro y oxígeno, a partir del contacto del hipoclorito de sodio con la materia orgánica, produce el efecto de efervescencia, fenómeno importante descrito por Grossman & Meiman (1941), en las cuales las partículas son llevadas a la región cervical por fenómeno físico.<sup>24</sup>

- **Acción del hipoclorito de sodio sobre el “smear layer” y sobre la medicación temporal a base de Ca(OH)<sub>2</sub>.**

Durante muchos años se ha reconocido que la instrumentación del conducto radicular produce una capa de barrido que cubre las superficies de las paredes del conducto preparadas. Esta capa contiene sustancias inorgánicas y orgánicas tales como fragmentos de procesos odontoblásticos y restos necróticos.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> DE LIMA MACHADO, Manoel. Ob. Cit. pp. 271 - 272

<sup>25</sup> Torabinejad M, et al. Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 94: 658.

La irrigación de los conductos radiculares solo con hipoclorito de sodio ha demostrado ser ineficaz en la remoción de esta capa de las paredes de los conductos radiculares instrumentados.<sup>26</sup>

Cuando el hipoclorito de sodio y el ultrasonido se combinan como una irrigación ultrasónica la eficacia de ambos componentes se incrementa. La combinación del hipoclorito de sodio con el ultrasonido produce una pared del conducto libre de restos ("smear layer"). La relación de sinergia se convierte significativa clínicamente con soluciones de hipoclorito conteniendo más del 2% de cloro disponible.<sup>27</sup>

El hidróxido de calcio cuando es usado como medicación intracanal puede ser completamente removido de los conductos radiculares por la irrigación con EDTA seguida de hipoclorito de sodio y los cementos selladores pueden penetrar efectivamente en los túbulos dentinarios.<sup>28</sup>

### **3.1.3.2. Agentes quelantes.**

Los quelantes son complejos estables de iones metálicos y sustancias orgánicas unidos por enlaces anulares. Deben su estabilidad al enlace entre el quelante, que tiene más de una pareja de electrones libres, y el ión metálico central. Los quelantes captan e inactivan iones metálicos, especialmente cuando ejercen su esfuerzo desmineralizante sobre los tejidos duros dentinarios al utilizarlos en forma de EDTA.

Las sustancias quelantes se utilizan fundamentalmente para humidificar el conducto radicular tras la limpieza y el modelado, o se alternan con el hipoclorito de sodio durante el proceso de limpieza. Parece que su aplicación con ultrasonidos tiene efectos beneficiosos incluso en la parte apical del conducto.

Estas soluciones tienen efectos antisépticos relativamente limitados, aunque pueden ayudar a reducir la presencia bacteriana mediante la eliminación de residuos de la pared del conducto, incluyendo posiblemente los biofilmes. Las dos soluciones de mayor uso clínico (EDTA y ácido nítrico al 10%) alteran la eficacia

---

<sup>26</sup> Porkaew P, et al. Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal.

<sup>27</sup> Cameron J. A. The Synergistic Relationship between Ultrasound and Sodium Hypochlorite: A Scanning Electron Microscope Evaluation. *Journal of endodontics*. 16: 543 – 544.

<sup>28</sup> Calt S, Serper A. Dentinal tubule penetration of root Canals sealers after root canal dressing whit calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*. 25: 433.

del hipoclorito de sodio al reducir inmediatamente el cloro disponible y anular la eficacia del hipoclorito de sodio contra las bacterias y tejido necrótico.<sup>29</sup>

### 3.1.3.2.1. EDTA.

El EDTA (ácido etilendiaminotetracético) fue inicialmente introducido en la endodoncia por Nygaard – Ostby. El autor recomendaba que la aplicación del EDTA al 15% (pH 7.3) para facilitar la preparación de conductos muy estrechos y calcificados.

La acción quelante del EDTA es autolimitante debido a la alteración del pH durante el proceso de desmineralización de la dentina hasta la saturación de la solución.<sup>30</sup>

El EDTA suele utilizarse a una concentración del 17% y puede eliminar el barrillo dentinario cuando contacta directamente con la pared del conducto durante menos de 1 minuto. El proceso descalcificante es autolimitado. En la preparación de los conductos radiculares, el EDTA tiene un valor limitado solo como irrigante. Dado que puede descalcificar hasta 50  $\mu\text{m}$ , puede abrir un conducto ocluido muy fino. Esta profundidad, añadida de dos paredes opuestas, se traduce en una abertura de 100  $\mu\text{m}$ .<sup>31</sup>

Su uso previo a la medicación intraconducto sirve para promover el aumento de la permeabilidad dentinaria, que favorecerá la acción del fármaco utilizado y , antecediendo a la obturación, para mejorar la interface entre la pared dentinaria y el material obturador.<sup>32</sup>

El EDTA se fabrica como líquido y gel. A pesar que no hay estudios comparativos sobre la efectividad de producto líquido o en gel para desmineralizar la dentina, es posible que el pequeño volumen del conducto radicular (sólo unos pocos microlitros) contribuya una rápida saturación del producto químico y, por lo tanto, a la pérdida de eficacia. En estas situaciones se recomienda el uso de productos líquidos e irrigación continua.<sup>33</sup>

---

<sup>29</sup>GUTMANN James L. et al. Solución de problemas en endodoncia, prevención, identificación y tratamiento. p. 212.

<sup>30</sup> DE LIMA MACHADO, Manoel. Ob. Cit. p.280.

<sup>31</sup> COHEN, Stephen, et al. Ob. Cit. p. 253.

<sup>32</sup> SOARES, Ilson et al. Ob. Cit. p. 207.

<sup>33</sup> HAAPASALO, Markus, et al. Ob Cit. 54: 295.

### 3.1.4. El ultrasonido en endodoncia

La aplicación de ultrasonidos en endodoncia se acredita a Richman, quien escribió por primera vez acerca de su aplicación en la terapia del conducto radicular y en la resección de la raíz en 1957. En 1976 se publicó un estudio por Martin sobre el uso del ultrasonido para incrementar la eficiencia bactericida de la irrigación durante el tratamiento del conducto radicular, utilizando un inserto ultrasónico magnetoestrictivo adaptado para producir movimientos oscilatorios en una lima endodóntica. Martin encontró que la aplicación de ultrasonidos hacia un agente bacteriano resultó en una eliminación más eficiente de las bacterias.

Estos estudios presumiblemente siguieron en otras disciplinas científicas aplicadas que investigaron el uso de ultrasonidos para potenciar la inactivación de las bacterias. En el mismo año se publicó un estudio diferente sobre lo que se presume que es el primer uso de una punta ultrasónica modificada para una retropreparación durante una apicectomía. Ambos estudios, casi 20 años después del papel inicial de Richman, eran precursores de dos importantes técnicas utilizadas hoy en día, obteniéndose la era “endosónica”, un término acuñado por Martin & Cunningham.

Durante 1990 el enfoque se centró en el uso y las posibles consecuencias de las preparaciones durante los procedimientos de apicetomias después de la introducción de las primeras retropuntas diseñadas por el Dr. Gary Carr. A pesar de que estudios tempranos han usado dispositivos ultrasonicos magnetoestrictivos, los dispositivos piezoeléctricos se han convertido en la elección preferida entre los clínicos para el trabajo endodóntico. En primer lugar, los dispositivos magnetoestrictivos generan más calor que los dispositivos piezoeléctricos, lo cual es menos deseable cuando se corta hueso y estructuras cercanas a este. En segundo lugar, el movimiento elíptico que le ha sido atribuido a los dispositivos magnetoestrictivos no es considerado como ideal para la endodoncia, a pesar que la naturaleza exacta del movimiento de la punta en los dispositivos piezoeléctricos ha sido recientemente cuestionada.<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Ellen Park. Ultrasonic in endodontics. Endodontic Topics. 29: 127.

### 3.1.3.1. Dispositivos ultrasónicos endodónticos actuales.

Ha habido mucho interés en el tipo de patrones de oscilación producidos por los dispositivos magnetostriictivos y piezoeléctricos. El movimiento de la punta se puede caracterizar midiendo su amplitud y describiendo su patrón de movimiento.

Anteriormente se había pensado que los dispositivos piezoeléctricos producían solo vibraciones lineales a partir de una punta ultrasónica. La investigación más reciente indica que las puntas piezoeléctricas resultan en patrones elípticos de movimiento, que van desde movimientos casi lineales hasta movimientos circulares, tanto en condiciones descargadas como cargadas. Incluso durante las condiciones de la punta descargada, los ejes elípticos del movimiento estaban sujetos a cambios. Lo que se ha determinado que tiene un factor distintivo en el movimiento de la inclinación y la amplitud de la vibración es la geometría real de la punta misma, con puntas largas y delgadas operadas a alta potencia produciendo mayores patrones elípticos que las puntas cortas y anchas operadas bajo configuraciones de baja potencia. Se sabe que otros factores, tales como el ajuste de potencia utilizado, la fuerza lateral, el flujo de agua y la angulación de la punta, afectan al movimiento y a la amplitud de vibración. La impermeabilidad con la que se atornilla en la pieza de mano con la llave apropiada puede afectar al movimiento y a la amplitud. Sin embargo, algunos dispositivos ultrasónicos modernos incorporan un mecanismo de retroalimentación en el generador de ultrasonidos que proporciona más potencia a la punta cuando la punta está en contacto con una superficie. El resultado es que el componente longitudinal de oscilación no se modifica en situaciones de cargar y descarga, o incluso aumenta en condiciones de carga, de esta manera, la eficacia de la punta está relativamente sin cambios.<sup>35</sup>

### 3.1.3.2. Propiedades físicas, mecánicas y biológicas del ultrasonido en el conducto radicular.

- **Movimiento oscilatorio:**

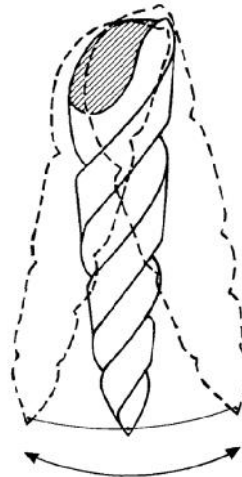
El dispositivo de ultrasonidos va a generar energía acústica que al ser transmitida al instrumento va a causar que este vibre con un movimiento

---

<sup>35</sup> PARK, Ellen. Ob. Cit. 29:130.

oscilatorio característico que va a depender de la frecuencia de la vibración. Generalmente esta frecuencia va a oscilar en un rango de 20 a 50 KHz en los dispositivos ultrasónicos y de 2 a 6 KHz en dispositivos sónicos.

El diseño del instrumento va a influir en el tipo de movimiento oscilatorio que éste presente al activarse. En el caso de estar en un mismo plano con respecto al eje de inserción a la fuente de poder, el instrumento presenta un patrón de oscilación longitudinal, teniendo una mayor amplitud de desplazamiento en la punta, que va a disminuir progresivamente hacia el mango. Generalmente, el diseño de los instrumentos ultrasónicos para endodoncia, va a tener una angulación de 60 a 90 grados con respecto a su eje de inserción, lo que va a ocasionar que, durante su activación, el patrón de vibración generado se produzca en forma transversal en vez de longitudinal. Este tipo de oscilación va a estructurarse en un característico patrón de nodos, puntos donde se produce una mínima o ninguna oscilación y antinodos, o segmentos del instrumento donde se produce una máxima oscilación o desplazamiento. Este patrón de oscilación va a depender de la frecuencia, del diseño y tipo de instrumento.<sup>36</sup>



**Figura N°3:** Representación de la amplitud de desplazamiento transverso.  
(Ahmad et al, 1987)

<sup>36</sup> PADRON, E. (2006). Ultrasonido en endodoncia. Caracas, Venezuela. Carlos Bóveda endodoncia. Recuperado de [http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_50.htm](http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm)

- **Generación de calor:**

La generación de calor es otra de las propiedades físicas que produce la aplicación del ultrasonido dentro del conducto radicular. La generación de calor y el consiguiente aumento de la temperatura resulta como producto de la energía liberada durante el efecto de la cavitación, debido a la implosión de las microburbujas de gas, o también puede producirse por la fricción generada por el contacto de la lima oscilatoria en las paredes del conducto radicular.

El aumento de la temperatura potencia la acción biológica del hipoclorito de sodio. Cunningham y Balekjian observaron que el aumento de la temperatura a soluciones de hipoclorito de sodio, de una concentración de 2.6%, potenciaba su capacidad de disolver tejidos orgánicos, igualando la capacidad de soluciones de concentración de 5.0% utilizadas a temperaturas ambiente.<sup>37</sup>

- **Cavitación:**

La cavitación se refiere a los movimientos oscilatorios de las burbujas llenas de gas en un campo acústico, burbujas que son alimentadas por energía del campo ultrasónico. Las burbujas ultrasónicas se forman, luego colapsan y explotan, dando como resultado áreas localizadas de presión y producción de calor. Se ha demostrado que este tipo transitorio de actividad cavitacional se produce alrededor de las puntas de los insertos ultrasónicos. Cuando se utiliza una lima cónica para transmitir oscilaciones ultrasónicas, teóricamente se requiere una amplitud de desplazamiento mayor que 135  $\mu\text{m}$  para producir cavitación. Cuando estas burbujas microscópicas colapsan cerca de una superficie, se forma micro – cortes debido a las fuerzas hidrodinámicas de corte para ayudar en la eliminación de material adherente, un efecto que se reporto puede afectar 0.5m de la punta ultrasónica. El significado y presencia de la cavitación transitoria durante el uso de dispositivos ultrasónicos dentales son inciertos. Se reportó que no hay cavitación durante la oscilación de limas de diferentes tamaños en diversos ajustes de potencia apropiados para el uso clínico.<sup>38</sup>

---

<sup>37</sup> PADRON, E. (2006). Ultrasonido en endodoncia. Caracas, Venezuela. Carlos Bóveda endodoncia. Recuperado de

[http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_50.htm](http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm)

<sup>38</sup> PARK, Ellen. Ob. Cit. pp. 128 – 129.

En otra investigación dentro de los mecanismos del ultrasonido, Ahmad et al. evaluaron los efectos de la cavitación acústica en el desbridamiento de los conductos radiculares. Los autores concluyeron que la cavitación no debería considerarse como un importante mecanismo en el debridamiento del conducto radicular. Walmsley también investigó los mecanismos del ultrasonido en el debridamiento del conducto radicular. Sus resultados coincidieron con los de Ahmad et al.<sup>39</sup>

- **Microcorriente acústica:**

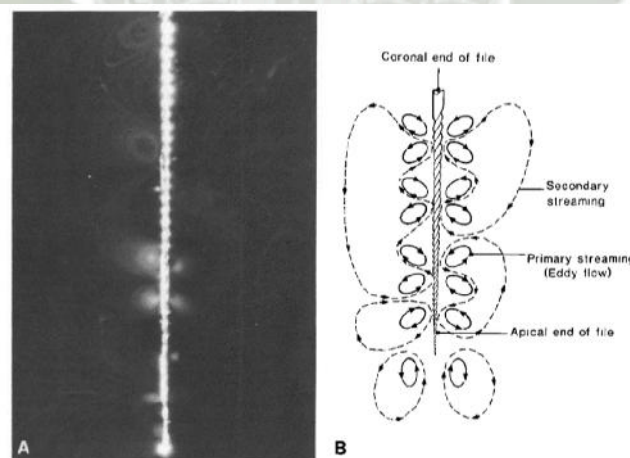
Los dispositivos ultrasónicos piezoeléctricos son usados ampliamente en endodoncia, resultando en una pieza de mano que es capaz de llevar el movimiento oscilatorio en la frecuencia ultrasónica con amplitudes de oscilación más grandes que los dispositivos magnetostrictivos. Cuando las puntas ultrasónicas son usadas en la pieza de mano, la oscilación mecánica producida en la punta es utilizada para cortar tejidos biológicos o materiales dentales. Cuando las limas endodónticas son utilizadas en la pieza de mano, las limas oscilan a lo largo de su eje longitudinal, con máxima amplitud a nivel de los antinodos y mínima oscilación en los nodos. Las oscilaciones de las limas son las principales responsables de la producción de la transmisión acústica, que es el movimiento del fluido en un movimiento similar al vórtice alrededor del mismo cuando se proyectan ondas de presión a través de él. La transmisión acústica también puede estar asociada con la aparición de la cavitación. Se han visualizado patrones regulares de flujo incluso en geometrías cerradas, tales como el conducto radicular, y que pueden ayudar a reponer el irrigante gastado en la región apical de un conducto radicular. Sin embargo, los patrones de transmisión pueden cambiar, especialmente si la lima se carga o se altera cerca de un antinodo.

Ahmad et al. continuaron la investigación del desbridamiento ultrasónico por evaluación de la transmisión acústica. Los autores definen la transmisión acústica como la generación de una circulación unidireccional de fluido, independiente del tiempo, constante en la vecindad de un pequeño objeto

---

<sup>39</sup> AHMAD, M. et al. Ultrasonic debridement of root Canals: Acoustic cavitation and its relevance. Journal of endodontics. 14: 486.

vibrante, diferentes tamaños de limas se estudiaron a diferentes ajustes de potencia. Las potencias generadas por las limas se estimaron por la medición de la amplitud del desplazamiento transverso. En un estudio donde veinte dientes incisivos anteriores maxilares se dividieron en dos grupos y se instrumentó con el segundo grupo utilizando una técnica modificada en la cual una lima endosónica #15 se dejó vibrar libremente a la longitud de trabajo por 5 minutos. El resultado demostró que la lima generó un campo de transmisión acústica compuesto por un campo primario conformado por remolinos de rápido movimiento en la cual el irrigante osciló cerca de una posición media y un campo secundario superpuesto compuesto por patrones de flujo relativamente lentos e independientes del tiempo. Aproximadamente cuatro grupos de remolinos se generaron por la lima endosónica #15 y 20. En el campo primario, la dirección de rotación del irrigante fue opuesta a la de su vecino inmediato. El campo secundario demostró flujos longitudinales simétricos en ambos lados de la lima. El irrigante fue generalmente transportado de apical hacia coronal de la lima. La velocidad de la transmisión acústica fue mayor en apical y menor en el límite coronal de la lima. Las limas más pequeñas generaron relativamente mejor transmisión acústica, la velocidad de cada uno incrementó con el aumento de la potencia.<sup>40</sup>



**Figura N°4:** Transmisión acústica generada por una lima sónica 15. A. fotografía de la transmisión. B. Representación diagramática. (Ahmad et al, 1987)

<sup>40</sup> BASRANI, Bettina. Ob Cit. p. 177.

### 3.1.3.3. Irrigación pasiva ultrasónica (PUI)/ Irrigación activada ultrasónicamente (UAI).

La terminología para la activación de irrigantes en los conductos puede ser un poco confuso. Weller et al. compararon la eficacia del ultrasonido como un método primario de instrumentación y como un complemento a la instrumentación manual versus la instrumentación manual sola. Los autores concluyeron que la instrumentación ultrasónica no es una alternativa para la limpieza manual, sino que actúa como una ayuda para incrementar la eficacia después de la instrumentación manual. En este estudio el instrumento ultrasónico todavía se utilizó como un complemento de la preparación del conducto. Investigaciones posteriores observaron el uso de la instrumentación ultrasónica en una forma más pasiva, es decir, se utilizó después de la instrumentación y sin el intento de preparar, instrumentar o impactar las paredes del conducto radicular. Así se dio el término irrigación pasiva ultrasónica. La porción “pasiva” no indicó eliminación activa o intencional de la dentina. Desafortunadamente, a pesar de que no hay intención de contactar o alterar las paredes del conducto radicular, se produce el contacto del instrumento ultrasónico oscilante en la pared del conducto.<sup>41</sup>

El contacto lima/pared dentinaria ocurre en todos los casos durante el 20% del tiempo de activación. El contacto de la lima con la pared durante la activación ultrasónica del irrigante ocurre en todos los casos estudiados. El tiempo de contacto se redujo cuando se utilizó mayor potencia, cuando la lima se posicionó más lejos de la longitud de trabajo en el conducto radicular y de coronal hacia el tercio apical del conducto en la mayoría de los casos estudiados. La oscilación de la lima no se amortigua completamente debido al contacto y cavitación. El término “irrigación ultrasónica pasiva” debería ser modificado a irrigación activada ultrasónicamente.<sup>42</sup>

La investigación en PUI ha examinado la capacidad de la técnica para eliminar tejidos y desechos, bacterias, “biofilm”, hidróxido de calcio y otros medicamentos y también “smear layer”. La investigación también ha examinado el impacto del uso de PUI en conductos curvos, el uso de un instrumento liso versus una lima

---

<sup>41</sup> BASRANI, Bettina. Ob Cit. p. 180

<sup>42</sup> BOUTSIUKIS, Christos et al. Measurement and visualization of file-to-wall contact during ultrasonically activated irrigation in simulated Canals. International Endodontic Journal. 46:

endodóntica, y los efectos del tamaño del instrumento y el tamaño de preparación del conducto en los resultados de limpieza /desbridamiento. En general, PUI consiste en el uso de una lima endodóntica número 15 o 20 o instrumento liso conectado a una pieza de mano ultrasónica de la cual se suministra energía acústica. La profundidad de la lima dentro del conducto y la forma de la cual la irrigación es suministrada durante el proceso, también ha sido evaluada.

### **3.1.3.3.1. Remoción de “debris” y smear layer”.**

La efectividad de la irrigación pasiva ultrasónica/ irrigación activada ultrasónicamente posterior a la preparación del conducto para remover “debris” ha sido extensamente estudiado. En general, PUI/UAI ha sido reportado como más eficaz que la irrigación convencional.<sup>43</sup>

La acción de enjuague de los irrigantes ayuda a la remoción de restos tanto orgánicos como dentinarios y microorganismos del conducto radicular. De hecho, se ha sugerido que la acción de enjuague puede ser más importante que la capacidad para disolver tejidos. La acción de enjuague creada por la irrigación de la jeringa es relativamente débil y depende no solo de la anatomía del sistema de conductos radiculares, sino también de la profundidad de colocación y del diámetro de la aguja. La acción de enjuague del irrigante puede ser mejorada por el ultrasonido por el flujo direccional de apical hacia coronal y los remolinos producidos a través de la microcorriente acústica creada por el instrumento en vibratorio, que es más intenso en velocidad y magnitud alrededor de su punta.<sup>44</sup>

La eficacia de limpieza del ultrasonido parece ser prometedora cuando se utiliza sólo para la irrigación después de que el conducto haya sido instrumentado. En comparación con la irrigación manual, la irrigación activada ultrasónicamente es más eficiente. En estudios de laboratorio, se realizaron ranuras estándar o agujeros en los conductos radiculares en los dientes o bloques de resina para simular extensiones de conductos o irregularidades en estos. Estas ranuras u orificios se llenaron de restos dentinarios o “debris” dentinario después de la instrumentación

---

<sup>43</sup> BASRANI, Betina. Ob Cit. pp. 180 – 181.

<sup>44</sup> Lee SJ. Et al. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasoics to remove debris from simulated irregularities witin prepared root canal walls. International endodontic journal. 37: 673

manual o irrigación ultrasónica, la cantidad de “debris dentinario” presente aun en las ranuras u orificios se evaluaron. Usando este método estaba claro que la irrigación ultrasónica era más eficaz que el irrigación con jeringa y que los conductos artificiales elaborados en bloques de resina con un diámetro de 0.20mm y 0.06 y 0.08 de conicidad estaban significativamente más limpios que los conductos con un diámetro de 0.20 mm y conicidad 04.<sup>45</sup>

El uso de un instrumento liso durante la irrigación ultrasónica es igual de efectivo que con una lima K 15 en la remoción del “debris dentinario” artificial en ranuras simuladas de conductos radiculares de bloques de resina.<sup>46</sup>

En términos de eliminación del “smear layer”, los resultados han variado con un poco más de estudios que indican que PUI/UAI ayuda a eliminar el “smear layer”. Estos resultados variados pueden ser debido al uso de diferentes tipos y concentraciones de irrigantes. Cuando el NaOCl se utilizó solo, se ha reportado remoción casi completa del “smear layer” a varios niveles en los conductos radiculares. Estos estudios utilizaron varias concentraciones de NaOCl, variando desde 0.5 hasta 12 % y diferentes tiempos de exposición (desde 10 segundos hasta 5 minutos). Cuando el NaOCl se combinó con EDTA, la investigación ha demostrado una mejora notable en la remoción del “smear layer”. Sin embargo, muchos estudios, no encontraron efectiva a la irrigación pasiva ultrasónica/ irrigación activada ultrasónicamente para la remoción del “smear layer” incluso cuando se utilizaron hipoclorito de sodio y EDTA. El uso de agua como irrigante con la adición de PUI/UAI no demostró mejora alguna en la remoción del “smear layer”. Esto podría indicar que los efectos de cavitación y la trasmisión acústica por sí solos no pueden explicar la eliminación del “smear layer”.<sup>47</sup>

En una investigación se estudió la remoción de desechos dentinarios procedentes de extensiones artificiales apicales en conductos radiculares de tamaño 20 con

---

<sup>45</sup> Van der Sluis L. W. M. et al. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root Canals in resin bloks during ultrasonic irrigaion. *International Endodontic Journal*. 38: 594.

<sup>46</sup> Van der Sluis L. W. M. et al. *Ob Cit.*38: 593.

<sup>47</sup> BASRANI, Betina. *Ob Cit.* p. 182.

conicidad 0.06, 0.08 y 0.1. Los conductos de tamaño 20 con conicidad 01 tuvieron el mayor porcentaje de remoción de “debris” dentinario (92.7%).<sup>48</sup>

### **3.1.3.3.2. Remoción de bacterias / “biofilmes”**

Un objetivo del tratamiento endodóntico convencional es eliminar el tejido pulpar y minimizar la cantidad de desechos patológicos en el sistema de conductos radiculares. La instrumentación mecánica del conducto radicular sin irrigantes o apósitos ha demostrado reducir minimamente la concentración de microorganismos; sin embargo, ningún instrumento por sí solo ha demostrado eliminar la carga bacteriana del conducto radicular. A la fecha el NaOCl sigue siendo en el irrigante endodóntico más efectivo por su capacidad para disolver tejido, su amplio espectro bacteriano, y elevada eficacia contra microorganismos anaerobios facultativos y estrictos. La instrumentación mecánica combinada con la irrigación redujo más el número de microorganismos de 100 hasta 1000 veces. Sin embargo, muchos estudios han demostrado que preparaciones tradicionales mecánicas junto a la irrigación con aguja a diferentes concentraciones de NaOCl todavía no logran predeciblemente un conducto libre de bacterias.

Esta persistencia bacteriana dentro de los conductos de dientes tratados endodónticamente como contenido residual dentro del conducto o adherido a la pared del conducto, ha demostrado desempeñar un papel importante en la creación o continuación de la periodontitis apical. Debido a que el desarrollo de la enfermedad periapical puede ser causado por la colonización del sistema de conductos radiculares por microorganismos, la remoción de la masa crítica es esencial para el éxito endodóntico. Las bacterias pueden adherirse a las paredes del conducto radicular y organizarse en “biofilmes” y así resistir el tratamiento. El ritmo de metabolismo lento de microorganismos en “biofilmes” así como la matriz extracelular del “biofilm” trabajan para impedir la efectividad de muchos antimicrobianos.<sup>49</sup>

---

<sup>48</sup> Van der Sluis L. W. M. et al. The influence of volumen, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*. 39: 475.

<sup>49</sup> TOWNSEND, Cameron, et al. An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *Journal of endodontics*. 35: 1040.

La combinación de fenómenos producidos por el ultrasonido junto con los efectos antimicrobianos del irrigante, van a incrementar la desinfección de conductos radiculares. La cavitación y microcorriente acústica, van a producir la remoción de detritos y de la capa de desecho dentinario de la superficie del conducto, así como la potenciación de la acción biológica del agente irrigante causado por el aumento de la temperatura.

La acción del ultrasonido va a producir la ruptura de las paredes celulares de los microorganismos, debido a la turbulencia creada por la microcorriente acústica y los cambios de presión, permitiendo al agente antimicrobiano penetrar al interior de las células rápidamente, produciendo su efecto bactericida por alguna de las siguientes acciones biológicas: liberación de radicales libres, oxidación y degeneración de las moléculas, destrucción enzimática y ruptura de la pared celular.<sup>50</sup>

#### **3.1.3.3.2.1. Interacción flujo irrigante – pared del conducto. (Tensión de cizallamiento).<sup>51</sup>**

Durante el flujo de la irrigación, existen fuerzas de fricción dentro del conducto que ocurren entre el irrigante y cuerpos sólidos en reposo (por ejemplo, las paredes del conducto) o con un cuerpo en movimiento (por ejemplo, una lima que oscila ultrasónicamente) y el irrigante en reposo. (Mott 1999, White 1999). La magnitud de dicha fricción entre el irrigante y la pared del conducto se describe como la tensión de cizallamiento o “Wall shear stress” y es proporcional a la diferencia de velocidad entre capas adyacentes de irrigante cerca a la pared. Irrigantes con elevada viscosidad desarrollarán elevada tensión de cizallamiento; sin embargo, ellos también se resistirán a fluir y requerirán más energía para ser llevados o activados. La tensión de cizallamiento es de particular interés para la irrigación, porque esta determina el efecto sobre el “biofilme” tejido remaneciente, “debris” dentinario o “smear layer” adjunto a la pared del conducto.

---

<sup>50</sup> PADRON, E. (2006). Ultrasonido en endodoncia. Caracas, Venezuela. Carlos Bóveda endodoncia. Recuperado de [http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_50.htm](http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm)

<sup>51</sup> CHAVEZ DE PAZ, L. E. et al. The root canal biofilm. pp. 275 – 276.

### **3.1.3.3.2.1.1. Tensión de cizallamiento producido por la irrigación manual convencional.**

Similar al flujo desarrollado, dos patrones básicos de tensión de cizallamiento se pueden distinguir para las agujas de extremo abierto y cerrados. Respecto a las agujas de extremo abierto, un área de dicha tensión incrementada ( $\sim 200 \text{ N/m}^2$ ) con una distribución circunferencial uniforme se desarrolla apicalmente a la punta de las agujas, en la región donde la inestabilidad, debido al chorro, es más fuerte. Por el otro lado, las agujas de extremo cerrado conducen a una tensión de cizallamiento más alta. ( $\sim 500 \text{ N/m}^2$ ); sin embargo, las áreas son limitadas cerca a la punta, en la cara de la aguja que tiene salida hacia la pared (La salida proximal para las agujas con doble salida lateral). Por lo tanto, se espera una óptima limpieza cerca a la punta de la aguja, como lo reportó Huang et al. (2008), y el continuo movimiento de vaivén de la punta de la aguja es necesaria durante la irrigación con la técnica manual convencional, para incrementar el área afectada por la elevada tensión de cizallamiento.

### **3.1.3.3.2.1.2. Tensión de cizallamiento producido por la irrigación activada sónica y ultrasónicamente.**

El flujo oscilante provocado por los dispositivos sónicos y ultrasónicos otorga un aumento en la tensión de cizallamiento no uniforme sobre la pared del conducto radicular y es más elevada donde la amplitud de oscilación es más elevada, por ejemplo, cerca de los antinodos de la lima. Esta tensión de cizallamiento producida durante la activación ultrasónica ha sido estimada por simulación computarizada ( $500 \text{ N/m}^2$ ), pero el modelo carecía de validación experimental. La influencia del componente oscilatorio del flujo sobre la presión y la tensión de cizallamiento es dos o tres veces más elevado en magnitud que el componente estable, y la tensión de cizallamiento se calculó en  $3000 \text{ N/m}^2$  para el componente oscilatorio y  $2 \text{ N/m}^2$  para el componente estable. Los chorros estables son conocidos por ejercer una constante tensión de cizallamiento sobre la pared, que es más alta en la ubicación ligeramente fuera del eje en la dirección de oscilación. La tensión de cizallamiento oscilatoria y la presión resultan en un ciclo de carga sobre el "biofilm" de la pared del conducto. Siendo un material viscoso y elástico, el "biofilm" perderá energía a través del ciclo de carga (ondas). Por lo tanto, la oscilación puede conducir a la

fatiga del “biofilm” lo que a su vez conduce al fracaso del “biofilm”. En la irrigación sónica, la frecuencia es mucho más baja que en la irrigación ultrasónica, por lo tanto, es menos probable que la fatiga del “biofilm” ocurra con la irrigación sónica.<sup>52</sup>

#### **3.1.3.3.3. Tiempo de activación.**

La cantidad mínima u optima de tiempo de activación ultrasónica necesaria para que se produzca un efecto beneficioso no está clara. Un protocolo de estudio, después de la instrumentación completa, utilizó la irrigación activada ultrasónicamente por 20 segundos para medir la penetración del hipoclorito de sodio en los túbulos dentinarios; esta cantidad de tiempo dio lugar a una penetración significativamente mayor del irrigante en comparación con los métodos que no usaron agitación o usaron alguna agitación alternativa. Para la eliminación del “smear layer”, un estudio reportó la completa remoción del “smear layer” después de la irrigación ultrasónica del hipoclorito de sodio durante 3 minutos. Varios estudios de protocolos de irrigación han demostrado una limpieza significativamente mejor después de 1 minuto de activación ultrasónica.<sup>53</sup>

#### **3.1.3.3.4. Potencia.**

Ha sido reportado que la amplitud del desplazamiento de las puntas ultrasónicas incrementa linealmente con el aumento en el ajuste de potencia, y un estudio diferente también ha mostrado que las puntas operadas a elevada potencia fueron 240% más efectivas que las mismas puntas operadas a potencia media.

La intensidad de la activación ultrasónica, ajustada en la potencia del dispositivo ultrasónico, influye en la transmisión de energía de la lima oscilante.<sup>54</sup>

Jiang y col. en un estudio donde los objetivos fueron medir la amplitud de desplazamiento de la lima oscilante bajo diferentes intensidades mediante el uso de imágenes de alta velocidad y evaluar el efecto de la intensidad ultrasónica en la eficacia de la limpieza de la IPU reportó que la elevada intensidad ultrasónica

---

<sup>52</sup> CHAVEZ DE PAZ, L. E. Ob Cit. p. 276.

<sup>53</sup> PARK, Ellen. Ob Cit. p. 143.

<sup>54</sup> Ibid. p. 130

resultó en una elevada amplitud de la lima oscilante, consecuentemente, mejoro la eficacia de limpieza de la irrigación pasiva ultrasónica.<sup>55</sup>

### **3.1.3.3.5. Remoción de la medicación intraconducto.**

La pasta de hidróxido de calcio o alguna pasta intraconducto similar como medicación inter – citas es utilizado durante los tratamientos de visitas múltiples para prevenir la repoblación bacteriana y se ha demostrado por muchos estudios la mejora de los resultados a largo plazo del tratamiento endodontico. Su eliminación completa del conducto radicular después de su uso durante el tratamiento por irrigación es conocido por ser imposible, pero generalmente deseada. El hidróxido de calcio residual puede interferir con la penetración del cemento sellador dentro de los túbulos dentinarios. Sin embargo, la presencia de hidróxido de calcio residual puede no tener impacto en la fuerza de adhesión de algunos selladores tales como AH26 plus y iRoot SP. El hidroxido de calcio residual puede predisponer al conducto a sufrir microfiltraciones apicales cuando se usa cementos a base de óxido de zinc – eugenol. La mayoría de los estudios revelan que la completa remoción del hidróxido de calcio usando instrumentación, irrigación convencional, o técnicas de irrigación activada, no es posible independientemente de la técnica empleada. Algunos estudios no demuestran alguna ventaja de la irrigación pasiva ultrasónica en la remoción del hidróxido de calcio. Mientras que otros muestran que la IPU mejora su remoción. El tiempo de activación ultrasónico varia en estos estudios, oscilado entre 8 a 10 segundos por conducto hasta 1 minuto por conducto, por lo que no hay consenso sobre la cantidad de tiempo de agitación requerida para la eliminación del medicamento intraconducto. La elección del irrigante también puede afectar la eficacia de la remoción del hidróxido de calcio, con irrigantes quelantes de calcio tales como el EDTA al 17% o ácido cítrico al 10%, lo que permite una mayor eliminación del hidróxido de calcio. De nuevo esto no es una conclusión unánime.<sup>56</sup>

---

<sup>55</sup> JIANG, Lei-Meng, et al. The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *Journal of endodontics*. 37: 688

<sup>56</sup> PARK, Ellen. *Ob Cit.* p. 143.

### 3.1.5. Hidróxido de calcio:

El hidróxido de calcio es, probablemente el medicamento más utilizado como medicación intraradicular, tanto entre las sesiones como durante periodos largos de tiempo. Indicado en el control y tratamiento de las reabsorciones radiculares, perforaciones, tratamiento de fracturas transversales, apicogénesis e inducción de cierre apical tanto en dientes con o sin vitalidad y en este caso, que presenten o no lesión apical.

Es una base fuerte cuyo principal mecanismo de acción está asociado a la disociación de sus componentes, es decir, la liberación de los iones de calcio e hidroxilo. Los iones hidroxilo promueven alcalinidad en el área de acción, invirtiendo el pH del medio inflamado, notoriamente ácido, además de crear pésimas condiciones para el crecimiento bacteriano en función de la incapacidad de las bacterias en sobrevivir en esas condiciones.

A su vez el calcio liberado actúa disminuyendo la permeabilidad de los vasos y también estimula la síntesis de colágeno. Esta liberación de iones funciona como oxidante de los radicales libres.

Otros mecanismos de hidróxido de calcio están relacionados con la acción directa sobre las bacterias, ya que llevan a:

- Lisis de la membrana celular citoplasmática por la destrucción de los fosfolípidos de los constituyentes.
- Desnaturalización de las proteínas estructurales
- Lisis del ADN
- Alteración de la síntesis de la membrana celular
- Hidrólisis de los lipopolisacáridos neutralizando su efecto residual
- Alteración de las características estructurales de las bacterias, como forma y motilidad

- Irritante tisular. Los resultados encontrados por Pallota (2003) determinan que este medicamento actúa destruyendo el tejido normal con la formación de áreas de necrosis, promoviendo así un atraso en el proceso de reparación

Clínicamente el  $\text{Ca(OH)}_2$  siempre es utilizado asociado a un vehículo, lo que le permite características de mayor o menor velocidad de disociación de iones. En estas condiciones, la permanencia de este medicamento, para que surta efecto, debe ser de siete días.<sup>57</sup>

El medicamento de elección en dientes con periodontitis apicales es una pasta de hidróxido de calcio, introducida en el interior del conducto radicular durante un tiempo mínimo de una semana, y en vehículo acuoso, para facilitar su eliminación del interior del conducto y no perjudicar el sellado de la obturación.<sup>58</sup>

#### **3.1.4.1 Rellenado del conducto radicular con pasta de hidróxido de calcio.<sup>59</sup>**

Varias técnicas para la colocación de la pasta de hidróxido de calcio en el interior del conducto del conducto radicular han sido utilizadas, destacándose el porta amalgama, instrumentos endodónticos, jeringas especiales, conos de papel o de gutapercha, endoactivator (aparato sónico, Dentsply Tulsa dental, Tulsa, OK, EUA) y el espiral lentulo.

De forma general, además de la anatomía y de la preparación químico mecánica, la eficiencia de la inserción de la pasta de hidróxido de calcio en el conducto radicular depende de su composición química, de la naturaleza del vehículo, así como de su consistencia en el momento de su empleo. Con respecto a la naturaleza de los vehículos, los viscosos y oleosos, por actuar como lubricantes, favorecen la colocación de la pasta en el conducto. En cuanto a las pastas preparadas en el momento de su empleo, a pesar de las numerosas técnicas de aplicación propuestas, las más recomendadas son las que utilizan instrumentos endodónticos manuales y el espiral lentulo.

---

<sup>57</sup> DE LIMA MACHADO, Manoel. Ob Cit. pp. 301 - 302

<sup>58</sup> *Ibíd.* p. 251

<sup>59</sup> LOPES, H. SIQUERIA, J. Endodontia biología e técnica. pp. 984 – 985.

**a) Instrumentos endodónticos manuales.**

Una lima tipo K de diámetro inmediatamente inferior al de la última lima empleada para la preparación apical (lima memoria) es seleccionada para la inserción de la pasta de hidróxido de calcio en el conducto radicular. El instrumento es cargado con la pasta en sus espiras, introducido lentamente hasta alcanzarla longitud de trabajo, pincelando contra las paredes del conducto y girado en sentido anti horario por dos o tres veces. La remoción del instrumento es realizada lentamente, sin interrumpir el movimiento de rotación anti horario. Se repite este procedimiento una o tres veces más, hasta que todo el conducto radicular este completamente lleno con la pasta.

La operación es acompañada con el auxilio del examen radiográfico. Hecho esto, se promueve la compactación de la pasta con una pequeña mecha de algodón esterilizado y de tamaño adecuado, colocado en la embocadura del conducto e comprimida con las puntas de una pinza clínica o “calcador de paiva”, que funciona como un embolo, para asegurar el relleno del conducto en toda su extensión.

**b) Espiral lentulo.**

Los espirales lentulo son los instrumentos que permiten mejor aplicación de la pasta de hidróxido de calcio en el conducto. Sirgurdsson y col. analizaron la eficiencia del espiral lentulo, limas endodónticas y jeringa con aguja en la colocación de la pasta de hidróxido de calcio en el interior de conductos mesiovestibulares de los primeros molares superiores instrumentados hasta la lima K #25. Ellos concluyeron que el espiral lentulo fue más eficiente en relación al límite de llenado y compactación de la pasta en el interior de los conductos radiculares. La mejor eficacia del espiral lentulo cuando fue comparada con el cono de papel, fue demostrada en otro estudio. Lopes y col. constataron, in vitro, que el espiral lentulo fue más eficiente que el compactador McSpadden en el llenado de los conductos radiculares con pasta de hidróxido de calcio, probablemente en virtud de la forma geométrica del instrumento; el compactador McSpadden, por poseer una sección recta más grande que el

espiral lentulo, al ser retirado del conducto radicular, desplaza la pasta hacia lateral, dejando, de esta forma mayor porcentaje de vacíos.

En cuanto al uso del espiral lentulo para la inserción de la pasta en el conducto radicular, es importante que este tenga un diámetro menor que el del final de la preparación, sea colocada hasta la profundidad de 2 a 3 mm antes de la longitud de trabajo y accionada por un micromotor, con velocidad constante e con giro hacia la derecha, por aproximadamente 10 segundos.

Después de la manipulación de la pasta, esta es llevada en pequeñas porciones a la cámara pulpar, a través de “calcadores espatulados”. Seguidamente, el instrumento rotatorio es cargado en sus espiras con una pequeña cantidad de pasta y es introducido lentamente en el conducto. Simultáneamente, el espiral lentulo es accionado para girar hacia la derecha y, con movimientos suaves y lentos de penetración y remoción, se busca el llenado del conducto radicular. Es importante resaltar que el instrumento debe ser retirado del conducto estando en movimiento de rotación. La operación es acompañada con el auxilio de radiografías, pudiendo ser repetida hasta el completo llenado del conducto. La compactación de la pasta al nivel de la embocadura del conducto es realizada como fue mencionado anteriormente.

Desde el punto de vista cuantitativo, la permanencia de espacios vacíos disminuye el volumen de hidróxido de calcio en el interior del conducto radicular. Consecuentemente es posible que esto pueda influir en la eficacia del medicamento.

#### **3.1.4.2. Vehículos para el hidróxido de calcio.<sup>60</sup>**

Se ha afirmado que todas las acciones biológicas del hidróxido de calcio progresarán por la disociación iónica de los iones calcio e iones hidroxilo. El vehículo juega el papel más importante en el proceso general porque este determina la velocidad de disociación iónica, haciendo que la pasta sea solubilizada

---

<sup>60</sup> FAVA, L. R. G. et al. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. International endodontic journal. 32: 259 – 260.

y reabsorbida a diferentes velocidades por los tejidos periapicales desde el interior de los conductos radiculares. De acuerdo con Fava, el vehículo ideal debería:

- Ñ Permitir una liberación gradual y lenta de calcio e iones hidroxilo.
- Ñ Permitir una difusión lenta en los tejidos con una baja solubilidad a los fluidos de los tejidos.
- Ñ No tener efectos adversos al inducir la deposición de tejido duro.

En general, se usan tres tipos de vehículos: acuoso, viscoso y oleoso. El primer grupo es representado por sustancias solubles en agua, incluyendo agua, solución salina, anestésico dental, solución de Ringer, suspensión acuosa de metilcelulosa o carboximetilcelulosa y detergentes.

Cuando el hidróxido de calcio se mezcla con una de estas sustancias, iones calcio e hidroxilos son liberados rápidamente. Este tipo de vehículo proporciona un alto grado de solubilidad cuando la pasta permanece en contacto directo con el tejido y sus fluidos, haciendo que sea rápidamente solubilizados y reabsorbidos por los macrófagos. El conducto radicular puede tornarse vacío en un corto periodo demorando el proceso de reparación. Desde un punto de vista clínico, esto significa que el conducto radicular debe ser revestido con medicación muchas veces hasta que el efecto deseado sea alcanzado. Por lo tanto, aumentando el número de visitas.

Algunos vehículos viscosos son también sustancias solubles en agua que liberan iones calcio e hidroxilo más lentamente por periodos largos. Ellos proporcionan una baja solubilidad de la pasta cuando es comparada con vehículo acuosos, probablemente por su elevado peso molecular.

De acuerdo con Silva el elevado peso molecular de estos vehículos minimiza la dispersión del hidróxido de calcio dentro de los tejidos y mantiene la pasta en las áreas deseadas por intervalos más largos; este factor prolonga la acción de la pasta, y los iones calcio e hidroxilo se desprenderán a menor velocidad. Es a través de este mecanismo que estas pastas permanecen en contacto directo con los tejidos vitales por intervalos de tiempo largos. Como vehículo viscoso que contiene,

la pasta puede permanecer dentro del conducto radicular durante un intervalo de 2 a 4 meses, el número de citas y recubrimientos con la medicación en el conducto se reduce drásticamente. Algunos ejemplos de vehículos viscosos son la glicerina, polietilenglicol y propilenglicol.

Los vehículos oleosos u aceitosos son sustancias no solubles en agua que proporcionan la más baja solubilidad y difusión de la pasta dentro de los tejidos. Las pastas que contienen este tipo de vehículo pueden permanecer dentro del conducto radicular por más tiempo que las pastas que contengan vehículos acuosos o viscosos. Algunos ejemplos de vehículos oleosos son el aceite de oliva, aceite de silicona, alcanfor (aceite esencial del paramonoclorofenol alcanforado), metacresilacetato y algunos ácidos grasos tales como el oleico, linoleico y ácidos isoesteáricos.



### 3.2. Revisión de antecedentes de investigación.

#### 3.2.1. Antecedentes Internacionales.

a) **Título: Eficacia de la activación sónica y ultrasónica para la remoción de hidróxido de calcio de conductos mesiales de molares inferiores: Un estudio con microtomógrafo**

**Autores:** Anne Wiseman; Timothy C. Cox; Avina Paranjpe, Natasha M. Flake; Nestor Cohenca; James D. Johnson.

**Fuente:** Journal of endodontic

**Resumen:** El propósito de este estudio fue usar el la microtomografía computarizada (micro-CT) para evaluar la eficacia de la irrigación sónica y la irrigación activa ultrasónica (PUI). Sobre la remoción del hidróxido de calcio y medir el volumen y porcentaje de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  remanente en el sistema de conductos radiculares. 86 molares inferiores extraídos fueron instrumentados con instrumentos rotatorios y aleatoriamente asignados en dos grupos experimentales ( $n=40$ ) así como controles positivos y negativos ( $n=6$ ). En cada grupo experimental, 20 dientes fueron asignados para cada protocolo de irrigación. Todos los controles positivos recibieron medicación con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  mientras que el control negativo no lo recibió. Todos los dientes fueron escaneados con micro-CT para determinar la calidad de llenado. Después de 7 días, el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  fue removido en los grupos experimentales usando solo instrumentación rotaria, y los dientes fueron escaneados otra vez usando el micro-CT para calcular el volumen y porcentaje de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  removido. El control positivo no fue sujeto a instrumentación rotatoria. Las muestras experimentales fueron luego irrigadas con irrigación sónica o irrigación pasiva ultrasónica y el volumen de remanente de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  fue calculado usando micro-CT.

**Resultados:** Remanentes de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  fueron hallados en todos los grupos experimentales. No se halló  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en el grupo control negativo, mientras que una media de  $8.7 \text{ mm}^3$  de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  se registró en el control positivo. La irrigación pasiva ultrasónica más instrumentación rotatoria

removió significativamente más  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (85.7%) que la irrigación sónica más instrumentación rotatoria (71.5%) ( $p < 0.001$ ).

**Conclusión:** La combinación de la instrumentación rotatoria más irrigación pasiva ultrasónica por 3 periodos de 20 segundos resultó en cantidades significativamente menores de remanente  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en el conducto en comparación con la irrigación sónica.

**b) Título: “Efecto de diferentes métodos de irrigación final sobre la remoción de hidróxido de calcio de ranuras artificiales estandarizadas en el tercio apical de conductos radiculares”.**

**Autores:** I.D. Capar; E. Ozcan; H. Arslan; H. Ertas; H.A. Aydinbelge.

**Fuente:** Journal of endodontics

**Resumen:** El propósito de este estudio fue comparar la eficacia de sistemas de irrigación convencional, ultrasónica, EndoVac y “Self Adjusting File” (SAF) en la remoción de hidróxido de calcio de irregularidades simuladas del conducto radicular. 88 piezas uiradiculares fueron instrumentadas usando instrumentos rotatorios ProTaper hasta F4. Los conductos fueron divididos longitudinalmente y se preparó una ranura estándar en la porción apical. Las mitades del conducto fueron re ensambladas, y el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  fue llevado al interior de los conductos con un espiral lentulo. Las piezas fueron divididas aleatoriamente en 4 grupos experimentales y 2 grupos controles de acuerdo al sistema de irrigación empleado: Irrigación convencional con jeringa, irrigación pasiva ultrasónica (PUI), EndoVac y SAF. Cada grupo fue luego dividido en 2 subgrupos ( $n=10$ ) de acuerdo al protocolo de irrigación: subgrupo 1: 10 ml de NaOCl al 2.5% y subgrupo 2: 10 ml de EDTA al 17% más 10 ml de NaOCl al 2.5%. La cantidad de remanente medicamentoso fue evaluado bajo un estereomicroscopio con magnificación 30x usando 4 grados de sistema de resultados.

**Resultados:** En el grupo de irrigación con NaOCl, PUI removió significativamente más  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  que las otras técnicas. ( $P<0.05$ ). No hubo

diferencias significativas entre los otros grupos. En el grupo de irrigación con EDTA7NaOCl, el SAF y PUI removieron significativamente más  $\text{Ca(OH)}_2$  que las otras técnicas ( $P < 0.05$ ).

**Conclusiones:** PUI y SAF fueron más efectivos en la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  de ranuras laterales en la porción apical del conducto radicular que Endovac e irrigación convencional con jeringa.

**c) Título: “Evaluación con Micro-CT de la remoción de hidróxido de calcio a través de irrigación pasiva ultrasónica con o sin un instrumento adicional”**

**Autores:** L. J. M. Silva, O. F. Pessoa, M. B. G. Teixeira, C. H. Gouveia & R. R. Braga

**Fuente:** International endodontic journal. 2015.

**Resumen:** El objetivo para el uso del Micro CT fue evaluar la eficacia de la irrigación pasiva ultrasónica con o sin una lima adicional en la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$ . Fueron 32 unidades de estudio que se instrumentaron con instrumentos rotatorios y se obturaron con  $\text{Ca(OH)}_2$ , posteriormente fueron dejados en incubadora a 100% de humedad y  $37^\circ\text{C}$ , después de 30 días, la muestra fue dividida en cuatro grupos de acuerdo al método de remoción, el grupo 1 fue PUI solo, el grupo 2 fue solo lima adicional, el grupo 3 PUI + lima adicional, el grupo 4 fue control con la lima maestra.

**Resultados:** El uso de PUI mostro menor cantidad de remanente de  $\text{Ca(OH)}_2$  comparado con los grupos que no usaron PUI ( $P < 0.001$ ). El uso de una lima adicional no mostro diferencia significativa en el porcentaje del remanente. El porcentaje remanente de  $\text{Ca(OH)}_2$  fue más elevado en la región apical (6.4%) que en la región cervical (3.8%  $P < 0.01$ ).

**Conclusiones:** el uso del PUI mostro una mayor remoción a pesar del uso de una lima adicional. La región apical tuvo la más alta cantidad de remanente.

**d) Título:** “Evaluación de la remoción de la pasta de hidróxido de calcio de ranuras artificiales estandarizadas en la porción apical del conducto radicular usando diferentes protocolos de irrigación.

**Autores:** L. W. M. van der Sluis, M. K. Wu & P. R. Wesselink

**Fuente:** International endodontic journal. 2007.

**Resumen:** El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad de remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  y la eficacia del PUI usando hipoclorito de sodio o agua como irrigante. Se usaron 16 piezas premolares mandibulares por grupo, cada una instrumentada. Posteriormente se dividió las piezas y se realizó una ranura aproximadamente de 2 a 6 mm desde el ápice en ambas mitades, después de volvieron a juntarlas. Los grupos experimentales se dividieron en 3, el grupo 1 (n=16) fue irrigado ultrasónicamente con 50ml de hipoclorito de sodio al 2%, el grupo 2 (n=16) fue irrigado con 50ml de agua. El grupo 3 fue irrigado con 50 ml de irrigación manual convencional.

**Resultados:** La diferencia en el remanente de  $\text{Ca(OH)}_2$  fue estadísticamente significativa ( $P < 0.001$ ), el grupo 1 tuvo resultados más bajos en comparación con el grupo 2 ( $p < 0.001$ ) y con el grupo 3 ( $p=0.002$ ). No hubo diferencia significativa entre los grupos 2 y 3.

**Conclusiones:** PUI con 2% de hipoclorito de sodio mostro más eficacia en la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  de la ranura artificial que el agua o el hipoclorito de sodio con irrigación manual convencional.

**e) Título:** “Una comparación de dos técnicas para la remoción de hidróxido de calcio de conductos radiculares”.

**Autores:** R. P.A. Baveldi; M.A. Versiani; F.F. Manna; J.C.G. Biffi.

**Fuente:** International endodontic journal.

**Resumen:** El objetivo del trabajo fue comparar la capacidad de dos protocolos de irrigación para remover el hidróxido de calcio mezclado con diferentes vehículos de las paredes de conductos radiculares.

Fueron instrumentados los conductos radiculares de 92 dientes incisivos de bovinos, donde se preparó con una técnica “Step-back” y aleatoriamente asignados en dos grupos experimentales (n=40), mientras que los demás dientes (n=12) sirvieron como controles positivos y negativos. En cada grupo experimental, diez dientes fueron asignados de acuerdo a la preparación de Ca(OH)<sub>2</sub>: G1 - Ca(OH)<sub>2</sub> en polvo; G2 - Ca(OH)<sub>2</sub> solución salina; G3 - Ca(OH)<sub>2</sub> + polietileno glicol(PEG); G4 - Ca(OH)<sub>2</sub> + PEG+ paramonoclorofenol alcanforado. El control negativo no recibió mediación de Ca(OH)<sub>2</sub> y el control positivo recibió la medicación, pero sin remoción subsecuente. Después de 7 días, el Ca(OH)<sub>2</sub> fue removido usando irrigación manual o irrigación pasiva ultrasónica(PUI). Se les realizó ranuras longitudinales a los conductos y fueron divididos en dos mitades. Las imágenes de cada mitad de conducto fueron tomadas con una cámara digital, y el porcentaje de hidróxido de calcio recubriendo la superficie en relación a la superficie de área de cada tercio del conducto fue calculado.

**Resultados:** Se halló remanente de medicación en todos los grupos experimentales. Considerando los tercios cervical y medio, el porcentaje de retención de hidróxido de calcio en el grupo 1 fue significativamente menor usando PUI (26.6% y 32.2% respectivamente) que con irrigación manual convencional (38.7% y 46.1% respectivamente) (P<0.05). No se observaron diferencias significativas entre el grupo 2, grupo 3 y grupo 4 a nivel de todos los tercios y a nivel del tercio apical en los grupos experimentales.

**Conclusión:** Ningún método ya sea irrigación con jeringa o PUI fueron capaces de remover la medicación intracanal del conducto radicular. Se hallaron remanente de mediación en todos los grupos experimentales independientemente del vehículo usado.

### 3.2.2. Antecedentes Locales.

- a) **Título:** “Repercusión del hipoclorito de sodio con y sin ácido cítrico en la remoción de la medicación de hidróxido de calcio en el sistema de conductos radiculares”.

**Autor:** Samira Suhat Gallegos Misad.

**Fuente:** Hemeroteca de la Universidad Católica de Santa María 2008.

**Resumen:** El objetivo fue ver la influencia del ácido cítrico en la remoción de la capa residual de hidróxido de calcio. Se contaron con 24 incisivos centrales inferiores, a los cuales se les preparo conductos laterales simulados a nivel del tercio medio en mesial y distal. Las piezas se prepararon con instrumentos Protaper, y se irrigó con NaOCl al 2%. Luego se procedió a colocar la medicación de hidróxido de calcio con yodoformo para mejorar la radiopacidad. Luego se dejó en medio húmedo por 7 días. Posteriormente se retiró la medicación usando NaOCl al 5.25% y en el grupo experimental se irrigó adicionalmente con ácido cítrico al 50%. Finalmente se evaluó radiográficamente desde una vista proximal y una vista ortogonal.

**Resultados:** Los resultados demostraron que la limpieza con hipoclorito de sodio junto con ácido cítrico tiene mejores resultados en la remoción de medicación.

**Conclusión:** La limpieza en vista proximal y ortogonal fue mejor cuando se aplicó el hipoclorito de sodio junto con el ácido cítrico, que usando el hipoclorito solo en los tercios cervical, medio y apical; de igual forma en los conductos laterales mesiales y distales.

#### 4. HIPÓTESIS

**Dado que:** la remoción completa de hidróxido de calcio de los conductos laterales mediante irrigación copiosa con métodos convencionales no es completa y compromete la obturación del conducto y por lo tanto el éxito en el tratamiento

**Es probable:** que la irrigación pasiva ultrasónica logre mayor remoción de medicación del conducto principal y conductos laterales que la irrigación manual convencional.





## **CAPÍTULO II**

# **PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

## II.- PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

### 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

#### 1.1. Técnica

##### a) Especificación:

La técnica que se utilizó fue la observación experimental. El procedimiento utilizado fue la medición de radiografías periapicales con el software ImageJ para evaluar la remoción de la medicación de hidróxido de calcio.

##### b) Esquematización

<b>Variables investigativas</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Remoción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en el conducto principal y conductos laterales simulados.	Observación experimental.	Ficha de observación experimental.

##### c) Descripción de la técnica

Se conformaron 2 grupos: 1 grupo experimental y 1 grupo control.

Grupo 1: grupo control, con irrigación de hipoclorito de sodio al 4% más EDTA al 17%

Grupo 2: grupo experimental, con irrigación de hipoclorito de sodio al 4% más ácido cítrico, activados ultrasónicamente.

**d) Tamaño de grupos:**

Se está trabajando con 26 premolares inferiores divididos en 2 grupos de 13 piezas cada uno, siendo la distribución por grupo la siguiente:

- 13 piezas dentarias con irrigación de hipoclorito de sodio al 4% más EDTA al 17%, adicionalmente se agregó suero fisiológico entre irrigación con EDTA e NaOCl y al final del protocolo.
- 13 piezas dentarias con irrigación de hipoclorito de sodio más EDTA al 17%, ambos activados ultrasónicamente, adicionalmente se agregó suero fisiológico entre irrigación con EDTA e NaOCl y al final del protocolo.

**e) Recolección de información:**

Instrumento documental: Se realiza con la ficha de observación experimental estructurado en base a los indicadores de la variable, para posteriormente ser registrados en la matriz de datos.

**f) Técnica de experimentación:****Selección de las muestras:**

Para la presente investigación se trabajó con 26 piezas premolares inferiores con la raíz totalmente formada y de un solo conducto. Luego se procedió a radiografiarlos para descartar la presencia de 2 conductos o más.

**Procedimiento:****1. Preparación dentaria:**

Una vez obtenidas las muestras se procede a realizar la remoción de placa dura de las piezas, para posteriormente almacenarlos en una solución de hipoclorito de sodio al 4% por 1 día. Luego se continuo con la decoronación de las piezas con la ayuda de un disco de carborundum, de tal forma que todas las piezas tengan una

longitud de 15mm. Previamente se consiguieron 26 frascos codificando cada uno de ellos, una vez decoronadas las piezas se colocaron en tapas de goma de cada frasco.

## **2. Instrumentación del conducto radicular.**

Seguidamente se procede a establecer la longitud real de trabajo de todas las muestras con la ayuda de una lima K #10, la cual se introdujo en el conducto hasta lograr ver la punta de la lima fuera del foramen con la ayuda de una lupa de aumento, se descontó 1 mm a esa longitud para poder establecer la longitud real de trabajo.

Se empleó la lima K #15 para mantener la patencia apical, posteriormente se realizó la instrumentación con instrumentos recíprocos (R25/0.08 y R40/0.06).

A cada pieza se le irrigó mediante el uso de una jeringa descartable de 5ml y una aguja navitip con el tope a 13 mm, con solución de NaOCl al 4% se usó un total de 5 ml para la instrumentación, la aspiración e irrigación fue simultánea.

## **3. Preparación de los conductos laterales:**

Con la ayuda de una sonda endodóntica calibrada se procedió a delimitar con un marcador los puntos donde se realizarán conductos laterales en una de las caras libres de las piezas, se realizaron a 2.5mm y 7.5mm del ápice.

Se procede a preparar los conductos laterales simulados utilizando una fresa de carburo de tungsteno de ¼ montado a una pieza de mano de alta velocidad. Se realizaron dos perforaciones a los 2.5 mm de 7.5 mm del ápice, las cuales representaran los conductos laterales simulados del tercio medio y apical respectivamente. Estas perforaciones se realizan hasta sentir la sensación de “caer en el vacío” que vendría a ser el espacio del conducto radicular. Posteriormente se realizó la permeabilización con una lima K#10.

Al finalizar la conformación de los conductos laterales se irrigó con 3 ml de NaOCl para poder retirar el detritus formado a causa de la realización de los conductos laterales. Finalmente se procede a secar con conos de papel #40.

#### **4. Medicación con hidróxido de calcio.**

Posteriormente, una vez realizada la preparación biomecánica del conducto principal y la conformación de los conductos laterales, se coloca la medicación de hidróxido de calcio en todo el conducto principal y laterales con la ayuda de un espiral lentulo. La medicación de hidróxido de calcio se mezcló con yodoformo para darle radiopacidad a la medicación y así poder observarlo radiográficamente. en una relación de 2:1/2 más 0.2ml de suero fisiológico.

Posteriormente se espatulo hasta obtener una consistencia adecuada para luego ser llevada a las muestras con la ayuda de un espiral lentulo, el cual se insertará en el conducto con movimientos de vaivén, el procedimiento se repitió hasta visualizar la salida de medicación a través del foramen apical, salidas de conductos laterales y embocadura del conducto principal. Seguidamente se coloca una bolita de algodón y se obtura temporalmente con colotosol. Finalizado esto se coloca cera amarilla en el ápice de la pieza para poder sellar la porción apical. Luego se procede a tomar radiografías periapicales en sentido proximal a las muestras para verificar el relleno de los conductos.

En caso de no lograr un llene completo, se vuelve a repetir el procedimiento hasta obtener un llene completo con medicación.

Una vez verificado el llene completo de todos los conductos, se procede a incubar las muestras a 37 C° con 100% de humedad por 7 días.

## 5. Protocolo de irrigación manual convencional e irrigación pasiva ultrasónica.

Transcurrido los 7 días en que las muestras permanecieron en la incubadora, se procede a desobturarlas con la ayuda de una fresa de carburo redonda #3, luego con el conducto inundado (EDTA) se procedió a remover con R40 hasta la longitud de trabajo para ambos grupos. Se procede a irrigar con 1ml de EDTA al 17% para lograr mayor remoción de la parte inorgánica del “smear layer” (medicación remanente)

En el grupo 1: Después de aplicar el EDTA al 17% se irriga con 1.5 ml de suero fisiológico, seguidamente se procede a irrigar con 10ml NaOCl al 4%, se vuelve a irrigar con 1.5ml de suero fisiológico, seguidamente se irriga con 4ml de EDTA al 17%, finalmente se termina de irrigar con 1ml de suero fisiológico. Por último, se seca el conducto con un cono de papel #40.

En el grupo 2: Después de aplicar el EDTA al 17%, se irriga con 1.5ml de suero fisiológico, seguidamente se procede a irrigar con 10ml de NaOCl al 4% activado ultrasónicamente con la punta irrisonic (Helse) con el tope de goma a 13 mm del borde de referencia. La activación consta de 3 ciclos de 20 segundos de activación cada uno a potencia 6. Después se irriga con 1.5 ml de suero fisiológico, seguidamente se procede a irrigar con 5 ml de EDTA al 17% activado ultrasónicamente con la punta irrisonic (Helse) con el tope de goma a 13 mm del borde de referencia. La activación consta de 3 ciclos de 20 segundos de activación cada uno a potencia 6. Finalmente se termina de irrigar con 1 ml de suero fisiológico. Por último, se seca el conducto con un cono de papel #40.

### **Método de evaluación:**

#### **1. Estudio radiográfico proximal y ortoradial.**

Al finalizar la irrigación manual convencional y la irrigación pasiva ultrasónica, se procede a retirar las piezas dentarias de los frascos para poder tomarles una radiografía proximal y ortogonal para poder verificar la remoción de hidróxido de calcio de los conductos principales y conductos laterales simulados. Se colocó dos piezas por película radiográfica.

#### **2. Análisis de la remoción de conductos principales y conductos laterales simulados.**

Una vez terminado el proceso de revelado de las películas, se procedió a colocarlas en un negatoscopio bien iluminado para poder evaluarlas individualmente con la ayuda de una cámara de 16.1 megapíxeles, para luego poder llevarlos a una computadora en formato PNG.

La remoción de hidróxido de calcio se evaluó mediante el software de procesamiento de imagen digital "ImageJ" (National Institutes of Health), calculando el área de las zonas recubiertas con medicación remanente y el área total de la zona a evaluar de conductos laterales y conducto principal por tercios, para posteriormente pasarlos a la matriz de datos y realizar el análisis estadístico de ambos grupos de estudio.

## g) Diseño investigativo.

### 1. Tipo:

Cuasi experimental, aleatorio, sin pre test y con post test único

Grupo experimental: O1 x O2

Grupo control: O1 O2

O1: Sin pre test

X: Variable estímulo

O2: Con Post test.

### 1.2. Instrumentos.

#### Equipos:

- Incubadora.
- Cámara digital de 16.1 megapíxeles.
- Negatoscopio.
- Computadora.
- Ultrasonido NSK varios 570
- Motor vdw silver RECIPROC®.
- Lupa de aumento 6X 420mm.
- Equipo de radiografías.

#### Instrumental:

- Pinza.
- Sonda endodóntica.
- Limas K # 10 Y 15.
- Instrumentos reciprocantes R25 Y R40 RECIPROC®.
- Regla endodóntica.
- Agujas navitip.
- Jeringas de 5ml y 1ml.
- Pieza de mano.

- Micromotor, pieza recta y contraángulo.
- Discos de carborundum.
- Fresa redonda de carburo de tungsteno #1/4 y 3.
- Lentulo #35.
- Hipoclorito de sodio al 4%.
- Hidróxido de calcio en polvo.
- Yodoformo.
- Suero fisiológico.
- EDTA al 17%.
- Cánula aspiradora endodóntica.
- Platina de vidrio.
- Espátula.
- Conos de papel #40.

**Otros:**

- Algodón.
- Barbijo.
- Guantes.
- Gorra.
- Lentes.
- Frascos.
- Taper hermético.

## 2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

### 2.1. Ubicación Espacial

#### 2.1.1. Ámbito general.

La investigación se realizó en los ambientes privados del investigador, laboratorio privado y centro radiográfico privado.

## 2.2. Ubicación Temporal

La investigación se realizó en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre del 2017.

## 2.3. Unidades de estudio

### 2.3.1. Identificación de los grupos

**Grupo 1:** Grupo de piezas que recibieron la irrigación manual convencional.

**Grupo 2:** Grupo de piezas que recibieron la irrigación pasiva ultrasónica.

### 2.3.2. Control o igualación de grupos

#### Igualación cualitativa

##### a. Criterios incluyentes.

- Piezas dentarias que presenten integridad en la porción radicular.
- Piezas dentarias con una curvatura leve o recta.
- Piezas dentarias sin tratamiento endodóntico previo.

##### b. Criterios excluyentes.

- Piezas dentarias con fisuras o fracturas en la porción radicular.
- Piezas dentarias con alguna aberración anatómica que impida la instrumentación.
- Piezas dentarias con curvatura moderada o severa.
- Piezas dentarias con lesiones cariosas radiculares.
- Piezas dentarias con tratamiento endodóntico.

**2.3.3. Asignación de sujetos a cada grupo:** En la presente investigación la conformación fue aleatoria.

**2.3.4. Tamaño de los grupos:** Se determinó mediante la siguiente

$$\text{fórmula: } n = \frac{Z^2 * S^2}{E^2}$$

### 3. ESTRATEGIAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.1. Organización.

**3.1.1. Servicios de Salud Pizarro.** Uso de equipo radiográfico acordado con el Dr. Christian Montoya.

**3.1.2. Laboratorio de análisis San Antonio.** Uso de incubadora acordado con el jefe de laboratorio.

**3.1.3. Unidad dental de la UCSM.** Permiso acordado con el coordinador de la segunda especialidad de carielogia y endodoncia Dr. Herbert Gallegos.

#### 3.2. Recursos.

##### 3.2.1. Recursos humanos

- **Investigador.** Sr. Jairo Jhoel Molina Quispe
- **Asesor:** Mgter. Gallegos Misad Pedro Pablo

##### 3.2.2. Recursos físicos.

- Todos los recursos físicos constan de ambientes privados, y clínica dental de la UCSM

##### 3.2.3. Recursos económicos.

- Fueron financiados por el investigador.

## 4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS

### 4.1. En el ámbito de sistematización.

#### 4.1.1. Tipo de procesamiento.

Computarizado: programa SPSS

#### 4.1.2. Operaciones de Procesamiento.

- a. **Clasificación:** Los datos obtenidos se clasifican mediante una matriz de registro.
- b. **Codificación:** Se codificaron las muestras, asignándoles un número a cada una de ellas.
- c. **Recuentos:** El conteo es manual y requiere matrices de recuento.
- d. **Plan de tabulación:** Se utilizó tablas de doble entrada
- e. **Graficación:** Se utilizó gráficos de barras y gráficos de anillos.

### 4.2. Plan de análisis.

#### 4.2.1. Metodología de la interpretación

- Comparación de datos.
- Apreciación crítica.

#### 4.2.2. Modalidades interpretativas

Se optó por la descripción e interpretación de cada cuadro y discusión final.

#### 4.2.3. Operación para interpretar los datos

Se utilizó el análisis – síntesis, comparación e inducción – deducción.

#### 4.2.4. Niveles de interpretación

Descripción de acuerdo a la variable.

#### 4.2.5. Plan de análisis de datos.

Cuantitativo, cualitativo, bifactorial, univariado.

#### 4.2.6. Tratamiento estadístico.

Variables investigativas	Dimensión	Naturaleza	Escala	Estadística	Prueba
Remoción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ del conducto principal y conductos laterales	Grados de remoción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$	Cualitativo ordinal	Ordinal	Distribución de Frecuencias.	Test ji cuadrado de homogeneidad
	Eficacia en la reducción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$	Cuantitativo continuo	De razón	Media. Desviación estándar.	Test T de student para muestras independientes.

#### 4.3. En el ámbito de las conclusiones

Las conclusiones fueron formuladas en base a las interrogantes, objetivos e hipótesis del plan de investigación.

#### 4.4. En el ámbito de las recomendaciones

Se obtuvieron las recomendaciones pertinentes después de obtener los resultados.



## PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**TABLA N° 1**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE Ca(OH)<sub>2</sub>**  
**EN EL TERCIO CERVICAL DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VISTA**  
**PROXIMAL**

Grado de remoción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Protocolo de irrigación				Total	
	IMC		IPU		N	%
	N	%	N	%		
Grado 0	10	76.9	12	92.3	22	84.6
Grado 1	3	23.1	1	7.7	4	15.4
Grado 2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Grado 3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Total	13	100.0	13	100.0	26	100%

$$\chi^2 = 1.182 \text{ (} \chi^2 \text{ de tabla} = 7.82 \text{) (} P = 0.277 \text{ , } P > 0.05 \text{)}$$

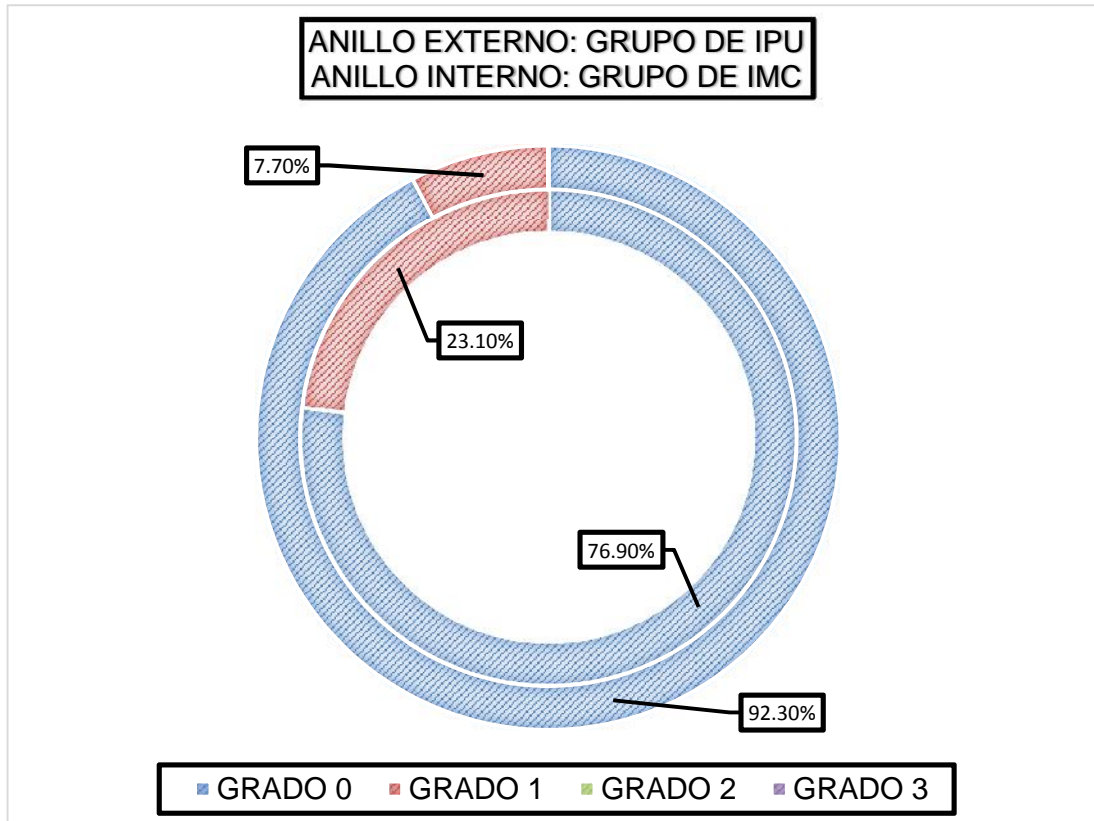
**Fuente: Matriz de datos.**

### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°1 podemos observar que, a nivel del tercio cervical del conducto principal, el grado de remoción 0 tiene mayor prevalencia en el grupo que recibió irrigación pasiva ultrasónica (92.3%) que el grupo que recibió irrigación manual convencional. El grado de remoción 1 tiene mayor prevalencia en el grupo que recibió IMC (23.1%), mientras que tiene menos prevalencia en el grupo que recibió IPU (7.7%). No se observaron frecuencias para los grados de remoción 2 y 3.

El valor del test de ji cuadrado es mayor que el valor de significación al 5%, por lo tanto, concluimos que existe homogeneidad y por lo tanto no hay diferencias significativas entre los dos protocolos de irrigación.

**GRÁFICO N° 1**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE  $\text{Ca}(\text{OH})_2$**   
**EN EL TERCIO CERVICAL DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VISTA**  
**PROXIMAL**



Fuente: Matriz de datos.

**TABLA N° 2**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE Ca(OH)<sub>2</sub>**  
**EN EL TERCIO MEDIO DEL CONDUCTO PRINCIPAL**

Grado de remoción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Protocolo de irrigación				Total	
	IMC		IPU			
	N	%	N	%	N	%
Grado 0	7	53.8	11	84.6	18	69.2
Grado 1	6	46.2	2	15.4	8	30.8
Grado 2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Grado 3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>100.0</b>	<b>13</b>	<b>100.0</b>	<b>26</b>	<b>100.0</b>

.  $\chi^2 = 2.889$  ( $\chi^2$  de tabla = 7.82) (P = 0.89, P > 0.05)

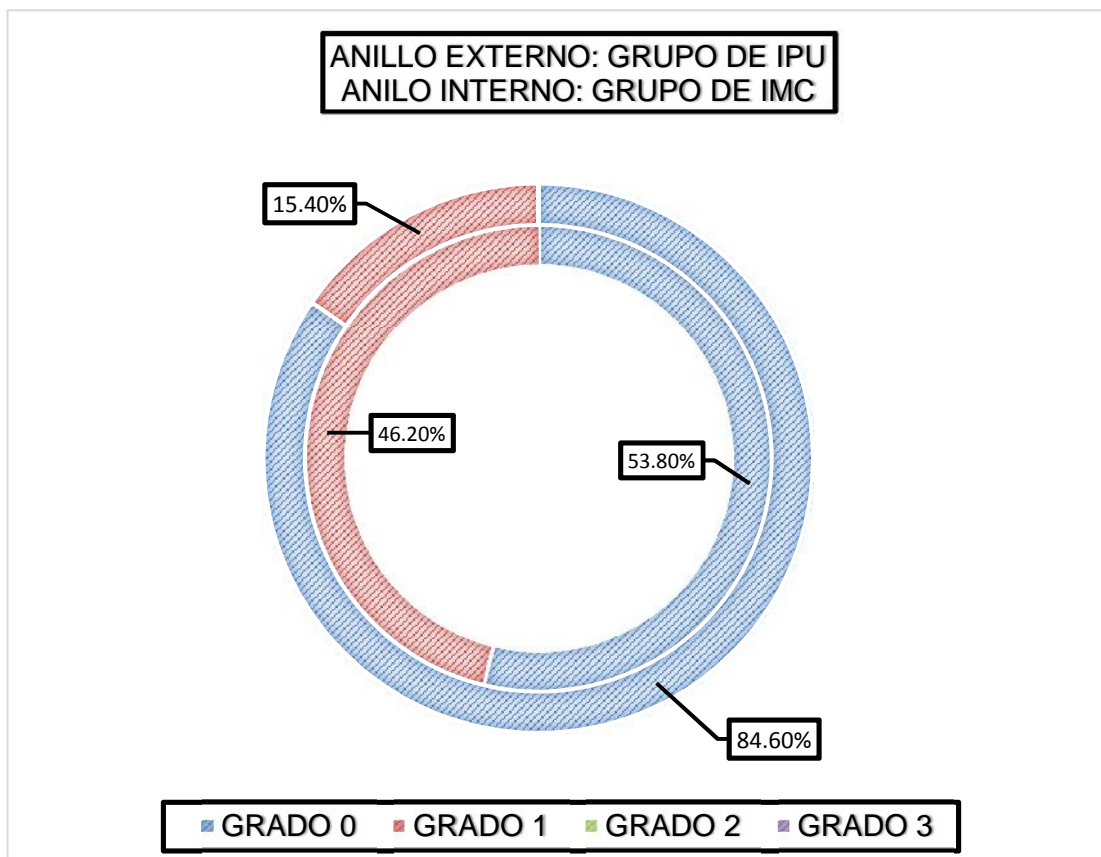
**Fuente:** Matriz de datos

### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°2 podemos observar que, a nivel del tercio medio del conducto principal, el grado de remoción 0 tiene mayor prevalencia en el grupo que recibió irrigación pasiva ultrasónica (84.6%) que el grupo que recibió irrigación manual convencional (53.8%). El grado de remoción 1 tiene mayor prevalencia en el grupo que recibió IMC (46.2%), mientras que tiene menos prevalencia en el grupo que recibió IPU (15.4%). No se observaron frecuencias para los grados de remoción 2 y 3.

El valor del test de ji cuadrado es mayor que el valor de significancia al 5%, por lo tanto, concluimos que existe homogeneidad y por lo tanto no hay diferencias significativas entre los dos protocolos de irrigación.

**GRÁFICO N° 2**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE  $\text{Ca}(\text{OH})_2$**   
**EN EL TERCIO MEDIO DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VSITA PROXIMAL**



**Fuente:** Matriz de datos.

**TABLA N° 3**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE Ca(OH)<sub>2</sub>**  
**EN EL TERCIO APICAL DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VISTA PROXIMAL**

Grado de remoción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Protocolo de irrigación				Total	
	IMC		IPU			
	N	%	N	%	N	%
Grado 0	3	23.1	6	42.6	9	34.6
Grado 1	10	76.9	7	53.8	17	65.4
Grado 2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Grado 3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>100.0</b>	<b>13</b>	<b>100.0</b>	<b>26</b>	<b>100.0</b>

$$\chi^2 = 2.889 \text{ (} \chi^2 \text{ de tabla} = 7.82 \text{) (} P = 0.216, P > 0.05 \text{)}$$

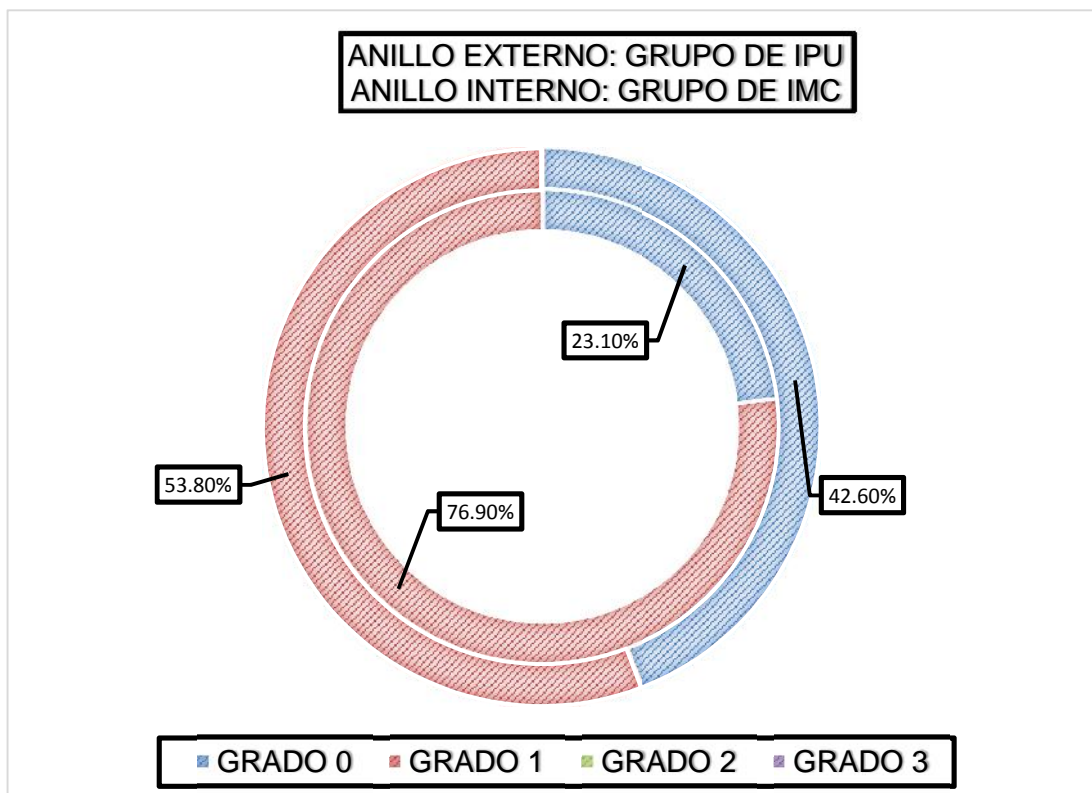
**Fuente:** Matriz de datos

### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°3 podemos observar que, a nivel del tercio apical del conducto principal, el grado de remoción 0 tiene mayor prevalencia en el grupo que recibió irrigación pasiva ultrasónica (42.6%) que el grupo que recibió irrigación manual convencional (23.1%). El grado de remoción 1 tiene mayor prevalencia en el grupo que recibió IMC (76.9%), mientras que tiene menos prevalencia en el grupo que recibió IPU (53.8%). No se observaron frecuencias para los grados de remoción 2 y 3.

El valor del test de ji cuadrado es mayor que el valor de significación al 5%, por lo tanto, concluimos que existe homogeneidad y por lo tanto no hay diferencias significativas entre los dos protocolos de irrigación.

**GRÁFICO Nº 3**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE Ca(OH)<sub>2</sub>**  
**EN EL TERCIO APICAL DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VSTA PROXIMAL**



Fuente: Matriz de datos.

TABLA N° 4

EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN EN LOS TERCIOS DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VISTA PROXIMAL

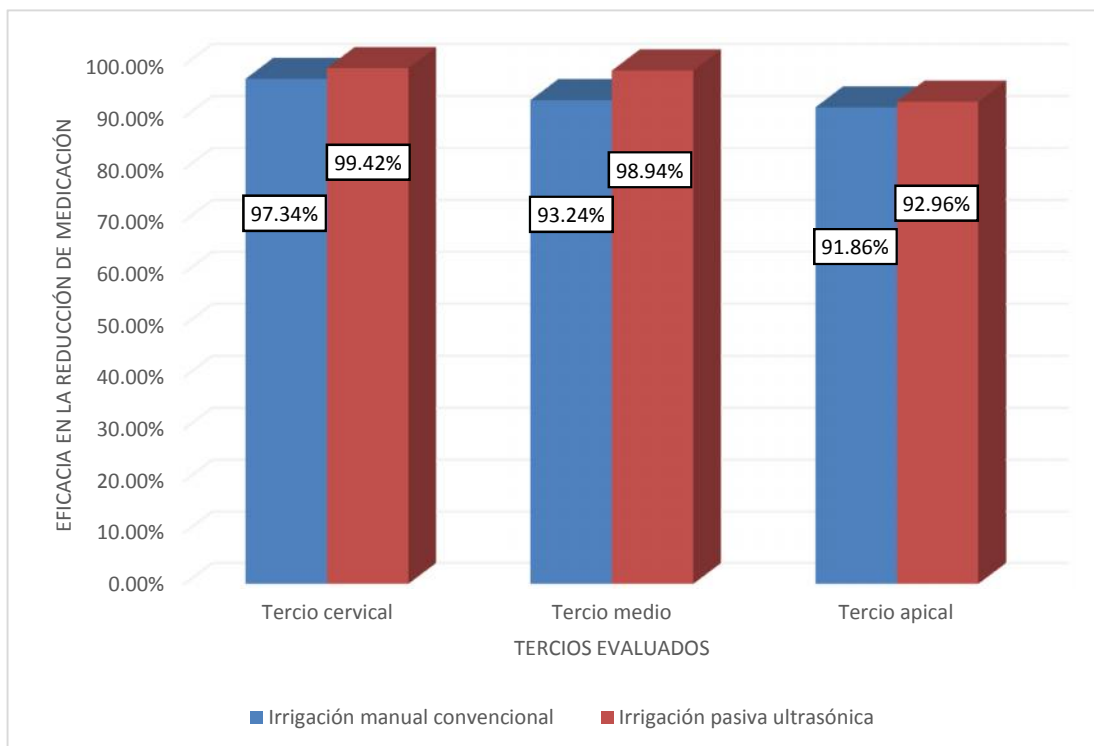
TERCIOS DEL CONDUCTO PRINCIPAL	PROMEDIOS PARA LOS PROTOCOLOS DE IRRIGACIÓN EN VISTA PROXIMAL				Porcentaje de reducción de medicación		Estadístico y valor de significancia	
	IMC		IPU		IMC	IPU	T	P
	Área total	Área libre de medicación	Área total	Área libre de medicación				
	$\bar{X} \pm S(\frac{total}{n})$	$\bar{X} \pm S(\frac{libre}{n})$	$\bar{X} \pm S(\frac{total}{n})$	$\bar{X} \pm S(\frac{libre}{n})$	$\bar{X} (\%)$	$\bar{X} (\%)$		
TERCIO CERVICAL	8.59 ± 2.13	8.36 ± 1.82	7.67 ± 1.82	7.62 ± 1.81	97.98	99.47	-1.094	0.285
TERCIO MEDIO	4.96 ± 1.28	4.62 ± 0.63	4.79 ± 0.79	4.74 ± 0.78	95.72	98.98	-1.819	0.081
TERCIO APICAL	2.42 ± 0.37	2.22 ± 0.30	2.37 ± 0.32	2.21 ± 0.34	92.31	93.35	-0.302	0.765

Fuente: Matriz de datos.  $P_{Tc} > 0.05$ ,  $P_{Tm} > 0.05$ ,  $P_{Tap} > 0.05$

INTERPRETACIÓN:

En la tabla N°4 podemos observar los promedios y desviación estándar del área total y área libre de mediación en  $mm^2$  y el respectivo porcentaje de remoción de medicación resultante de cada uno de los tercios del conducto principal. Se puede apreciar que a nivel de todos los tercios el protocolo de Irrigación pasiva ultrasónica fue ligeramente más eficaz que el protocolo de irrigación manual convencional (IMC). Se puede ver también que ambos protocolos fueron ligeramente menos eficaces a nivel del tercio apical en comparación con los otros tercios del conducto principal. Inferencialmente de acuerdo con el valor de significancia del T de Student, no se observó diferencias estadísticamente significativas al comparar los dos protocolos de irrigación en ninguno de los tercios evaluados.

**GRÁFICO N° 4**  
**EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN EN LOS TERCIOS DEL**  
**CONDUCTO PRINCIPAL.**



**Fuente:** Matriz de datos.

**TABLA N° 5**  
**EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN A NIVEL GENERAL DEL CONDUCTO PRINCIPAL EN VISTA**  
**PROXIMAL**

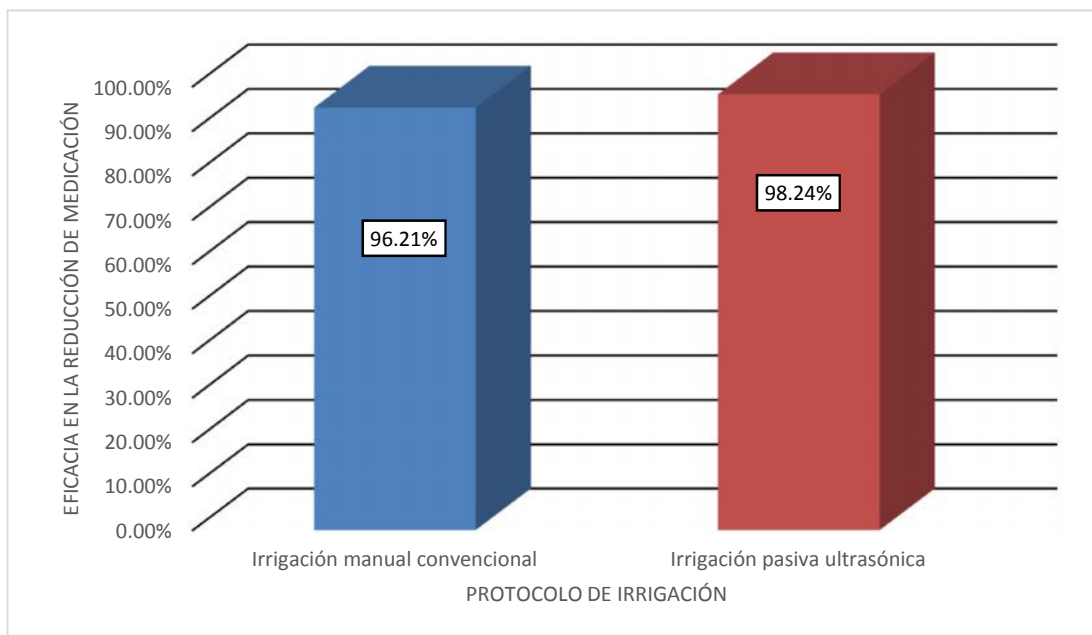
	PROMEDIOS PARA LOS PROTOCOLOS DE IRRIGACIÓN EN VISTA PROXIMAL				Porcentaje de reducción de medicación		Estadístico y valor de significancia	
	IMC		IPU		IMC	IPU	T	P
	Área total	Área libre de medicación	Área total	Área libre de medicación				
	$\bar{X} \pm S \left( \frac{\text{total}}{n} \right)$	$\bar{X} \pm S \left( \frac{\text{pre-acic}}{n} \right)$	$\bar{X} \pm S \left( \frac{\text{total}}{n} \right)$	$\bar{X} \pm S \left( \frac{\text{pre-acic}}{n} \right)$	$\bar{X}(\%)$	$\bar{X}(\%)$		
<b>CONDUCTO PRINCIPAL</b>	15.98 ± 3.33	15.30 ± 2.74	14.84 ± 2.67	14.58 ± 2.65	96.21	98.24	-1.485	0.154

Fuente: Matriz de datos. (P > 0.05)

### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°5 podemos observar, los promedios y desviación estándar de área total y libre de medicación en  $mm^2$  para los dos protocolos de irrigación en vista proximal, podemos apreciar por el porcentaje resultante, una eficacia ligeramente mayor en la remoción de  $Ca(OH)_2$  en el grupo que recibió la irrigación pasiva ultrasónica (IPU) que en el grupo que recibió la irrigación manual convencional (IMC). Inferencialmente, de acuerdo con el valor de significancia del t de student, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar la eficacia en la reducción de medicación a nivel general del conducto principal.

**GRÁFICO Nº 5**  
**EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN A NIVEL GENERAL DEL**  
**CONDUCTO PRINCIPAL EN VISTA PROXIMAL**



**Fuente:** Matriz de datos.



**TABLA N° 6**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE Ca(OH)<sub>2</sub>**  
**EN EL CONDUCTO LATERAL MEDIO EN VISTA PROXIMAL**

Grado de remoción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Protocolo de irrigación				Total	
	IMC		IPU		N	%
	N	%	N	%		
Grado 0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Grado 1	6	46.2	9	69.2	15	57.7
Grado 2	7	53.8	4	30.8	11	42.3
Grado 3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Total	13	100.0	13	100.0	26	100.0

$\chi^2 = 1.41$  ( $\chi^2$  de tabla = 7.82) (P = 0.428, P > 0.05)

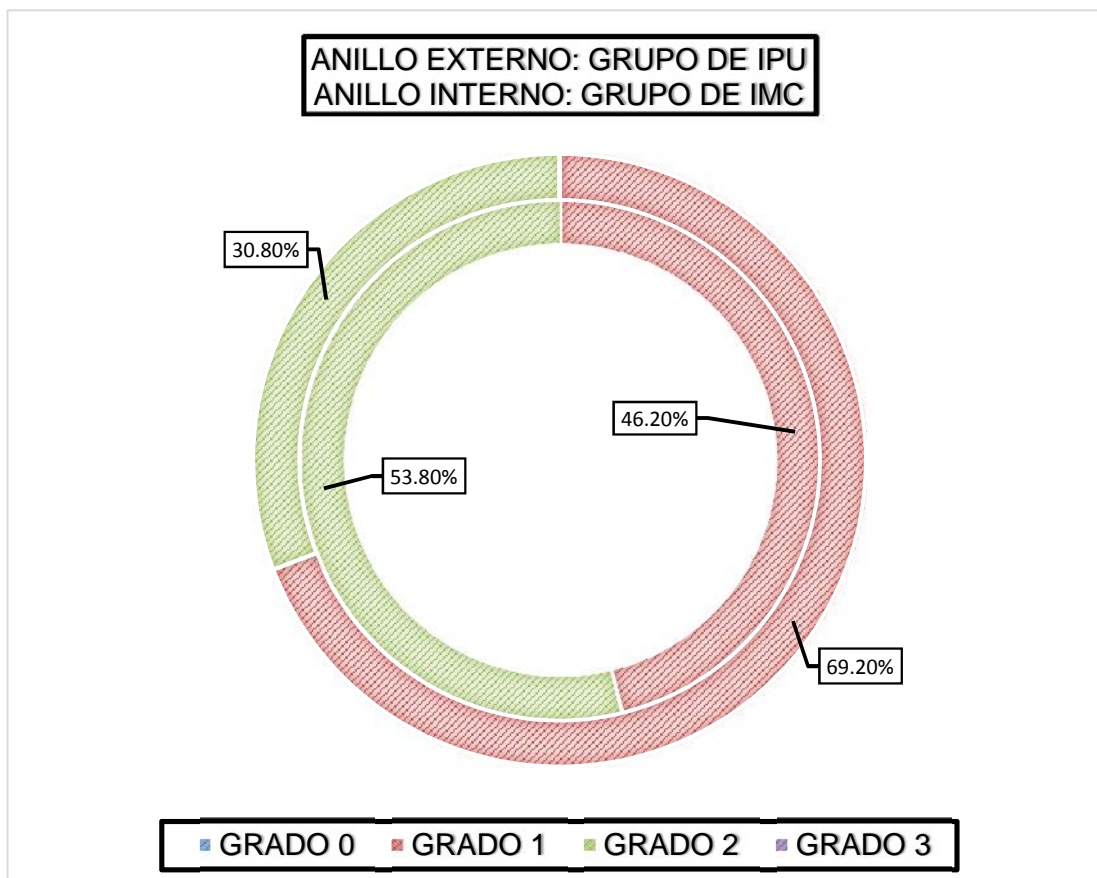
**Fuente:** Matriz de datos

### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°6 podemos observar que, en vista proximal a nivel del conducto lateral medio, el grado de remoción 1 tiene mayor prevalencia en el grupo que recibió irrigación pasiva ultrasónica (69.2%) que el grupo que recibió irrigación manual convencional (46.2%). El grado de remoción 2 tiene mayor prevalencia en el grupo que recibió IMC (53.8%), mientras que tiene menos prevalencia en el grupo que recibió IPU (30.8%). No se observaron frecuencias para los grados de remoción 0 y 3.

El valor del test de ji cuadrado es mayor que el valor de significación al 5%, por lo tanto, concluimos que existe homogeneidad y por lo tanto no hay diferencias significativas entre los dos protocolos de irrigación.

**GRÁFICO N° 6**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE  $\text{Ca}(\text{OH})_2$**   
**EN EL CONDUCTO LATERAL MEDIO EN VISTA PROXIMAL**



**Fuente:** Matriz de datos.

**TABLA N° 7**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE Ca(OH)<sub>2</sub>**  
**EN EL CONDUCTO LATERAL APICAL EN VISTA PROXIMAL**

Grado de remoción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Protocolo de irrigación				Total	
	IMC		IPU			
	N	%	N	%	N	%
Grado 0	0	0.0	7	53.8	7	26.9
Grado 1	9	69.2	6	46.2	15	57.7
Grado 2	4	30.8	0	0.0	4	15.4
Grado 3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>100.0</b>	<b>13</b>	<b>100.0</b>	<b>26</b>	<b>100.0</b>

$\chi^2 = 11.600$  ( $\chi^2$  de tabla = 7.82) (P = 0.03, P < 0.05)

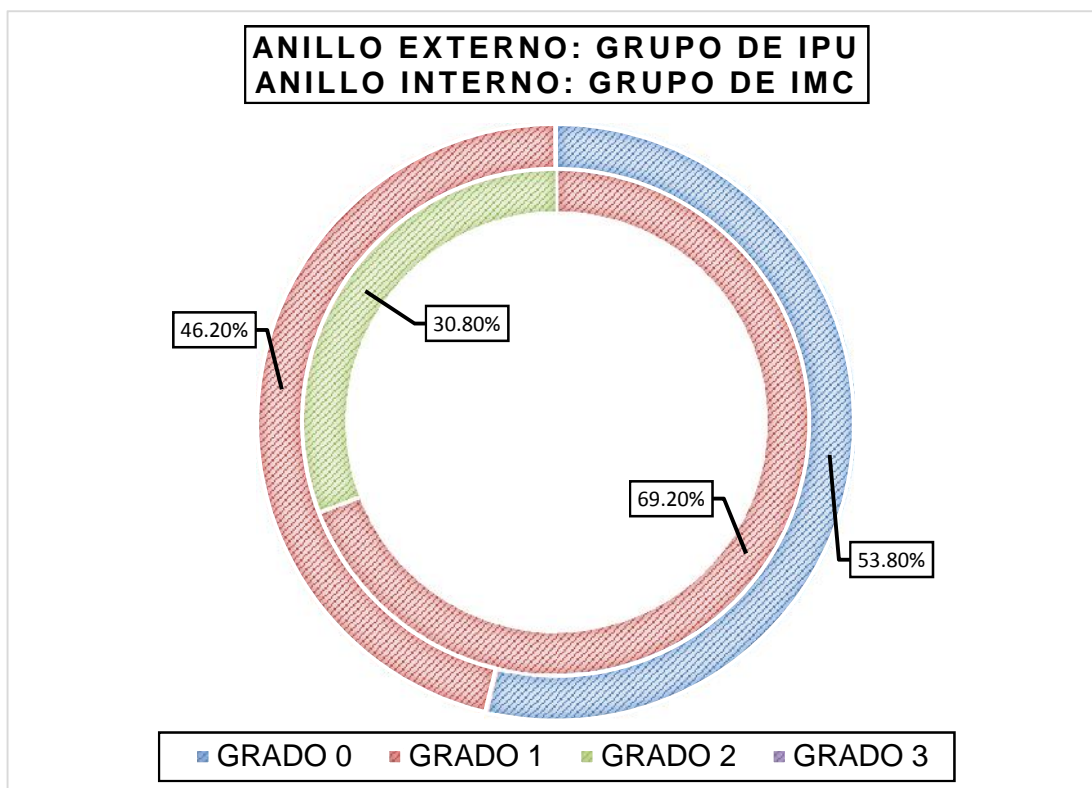
**Fuente: Matriz de datos.**

### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°7 podemos observar que, en vista proximal a nivel del conducto lateral apical, el grado de remoción 0 tiene mayor prevalencia en el grupo que recibió irrigación pasiva ultrasónica (53.8%) que el grupo que recibió irrigación manual convencional (0.0%). El grado de remoción 1 tiene mayor prevalencia en el grupo que recibió IMC (69.2%), mientras que tiene menos prevalencia en el grupo que recibió IPU (46.2%). El grado de remoción 2 tiene mayor prevalencia en el grupo de IMC (30.8%), a diferencia del grupo de IPU que no presentó frecuencia (0.0%)

El valor del test de ji cuadrado es menor que el valor de significación al 5%, por lo tanto, concluimos que no existe homogeneidad y por lo tanto hay diferencias significativas entre los dos protocolos de irrigación.

**GRÁFICO N° 7**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE Ca(OH)<sub>2</sub>**  
**EN EL CONDUCTO LATERAL APICAL EN VISTA PROXIMAL**



Fuente: Matriz de datos.

**TABLA N° 8**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE Ca(OH)<sub>2</sub>**  
**EN EL CONDUCTO LATERAL MEDIO EN VISTA ORTOGONAL**

Grado de remoción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Protocolo de irrigación				Total	
	IMC		IPU			
	N	%	N	%	N	%
Grado 0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Grado 1	1	7.7	3	23.1	4	15.4
Grado 2	12	92.3	10	76.9	22	84.6
Grado 3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>100.0</b>	<b>13</b>	<b>100.0</b>	<b>26</b>	<b>100.0</b>

$$X^2 = 1.15 \text{ (} X^2 \text{ de tabla} = 7.82 \text{) (} P = 0.469, P > 0.05 \text{)}$$

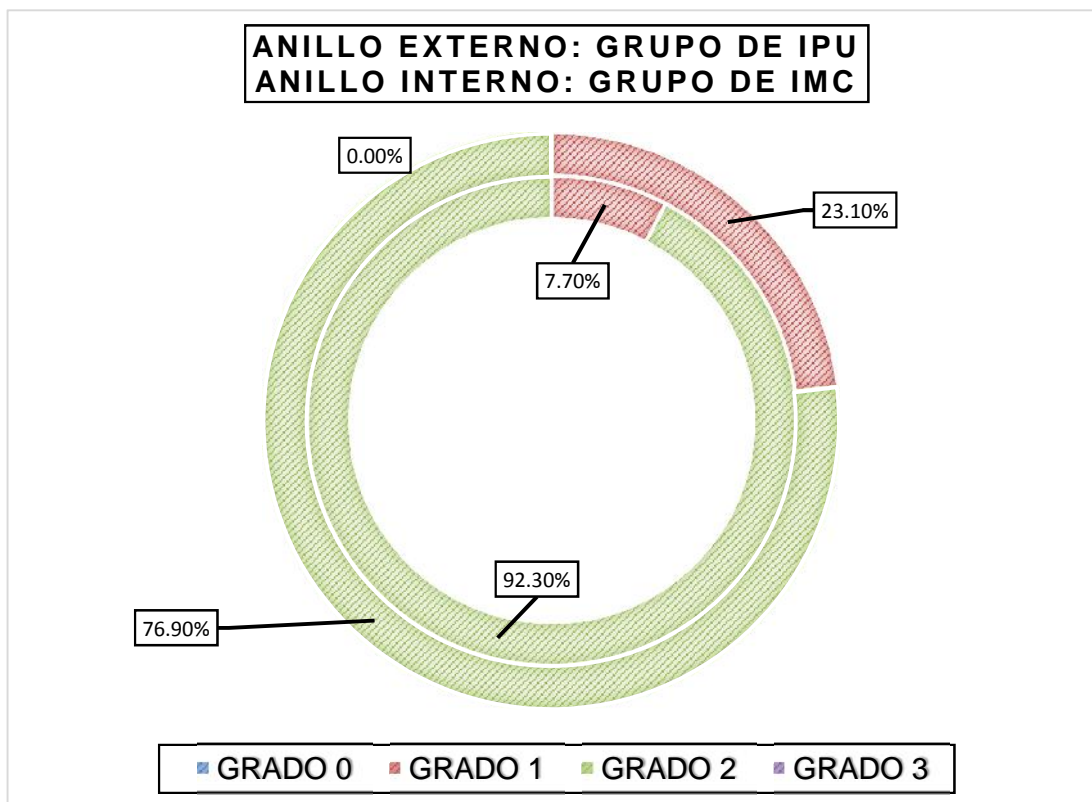
**Fuente:** Matriz de datos

### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°8 podemos observar que, en vista proximal a nivel del conducto lateral medio, el grado de remoción 1 tiene mayor prevalencia en el grupo que recibió irrigación pasiva ultrasónica (23.1%) que en el grupo que recibió irrigación manual convencional (7.7%). El grado de remoción 2 tiene mayor prevalencia en el grupo que recibió IMC (92.3%), mientras que tiene menos prevalencia en el grupo que recibió IPU (76.69%).

El valor del test de ji cuadrado es mayor que el valor de significación al 5%, por lo tanto, concluimos que existe homogeneidad y por lo tanto no hay diferencias significativas entre los dos protocolos.

**GRÁFICO N° 8**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE  $\text{Ca}(\text{OH})_2$**   
**EN EL CONDUCTO LATERAL MEDIO EN VISTA ORTOGONAL**



**Fuente:** Matriz de datos.

**TABLA N° 9**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE Ca(OH)<sub>2</sub>**  
**EN EL CONDUCTO LATERAL APICAL EN VISTA ORTOGONAL**

Grado de remoción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Protocolo de irrigación				Total	
	IMC		IPU		N	%
	N	%	N	%		
Grado 0	0	0.0	8	61.5	8	30.8
Grado 1	3	23.1	3	23.1	6	23.1
Grado 2	10	76.9	2	15.4	12	46.2
Grado 3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Total	13	100.0	13	100.0	26	100.0

$$\chi^2 = 13.333 \text{ (} \chi^2 \text{ de tabla} = 7.82 \text{) (} P = 0.001, P > 0.05 \text{)}$$

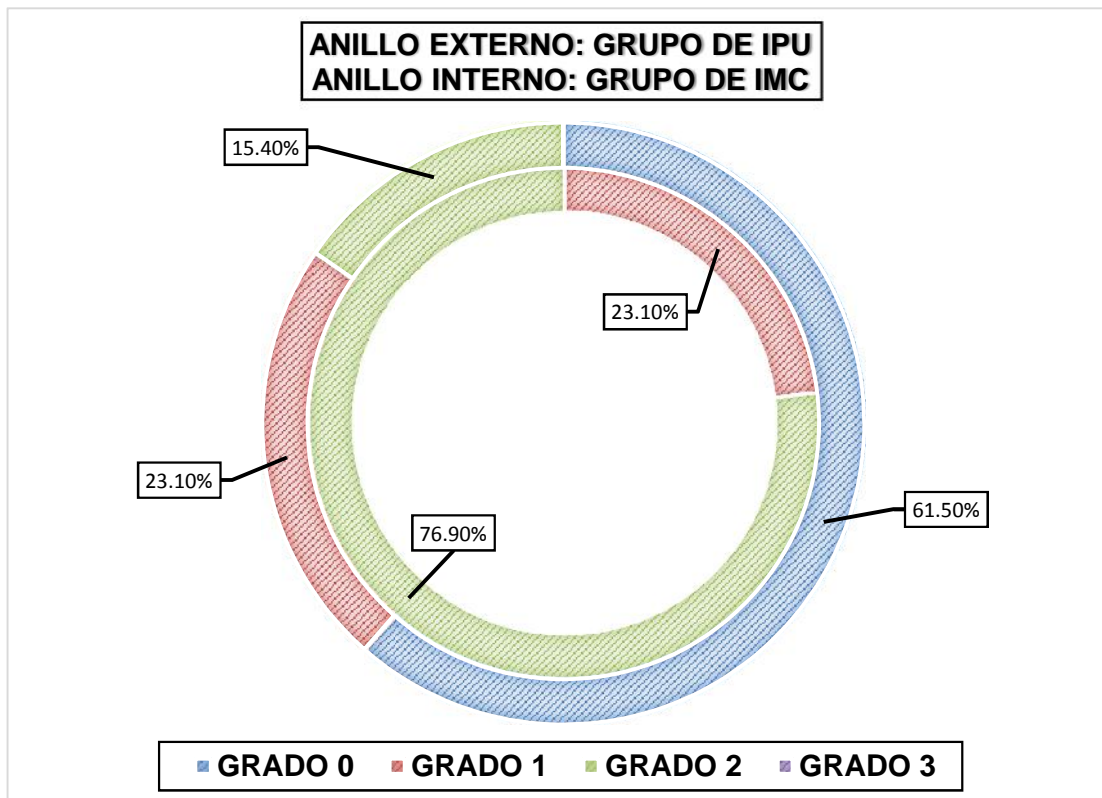
**Fuente:** Matriz de datos

### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°9 podemos observar que, en vista ortogonal a nivel del conducto lateral apical, el grado de remoción 0 tiene prevalencia en el grupo que recibió irrigación pasiva ultrasónica (61.5%), mientras que en el grupo que recibió irrigación manual convencional no presentó frecuencia (0.0%). El grado de remoción 1 tiene igual prevalencia en ambos grupos (23.1%). El grado de remoción 2 presenta mayor prevalencia en el grupo de IMC (76.9%), que en el grupo de IPU (15.4%).

El valor del test de ji cuadrado es menor que el valor de significación al 5%, por lo tanto, concluimos que no existe homogeneidad y por lo tanto hay diferencias significativas entre los dos protocolos.

**GRÁFICO Nº 9**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE REMOCIÓN DE  $\text{Ca}(\text{OH})_2$**   
**EN EL CONDUCTO LATERAL APICAL EN VISTA ORTOGONAL**



Fuente: Matriz de datos.

**TABLA N° 10**

**EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN EN LOS CONDUCTOS LATERALES EN VISTA PROXIMAL**

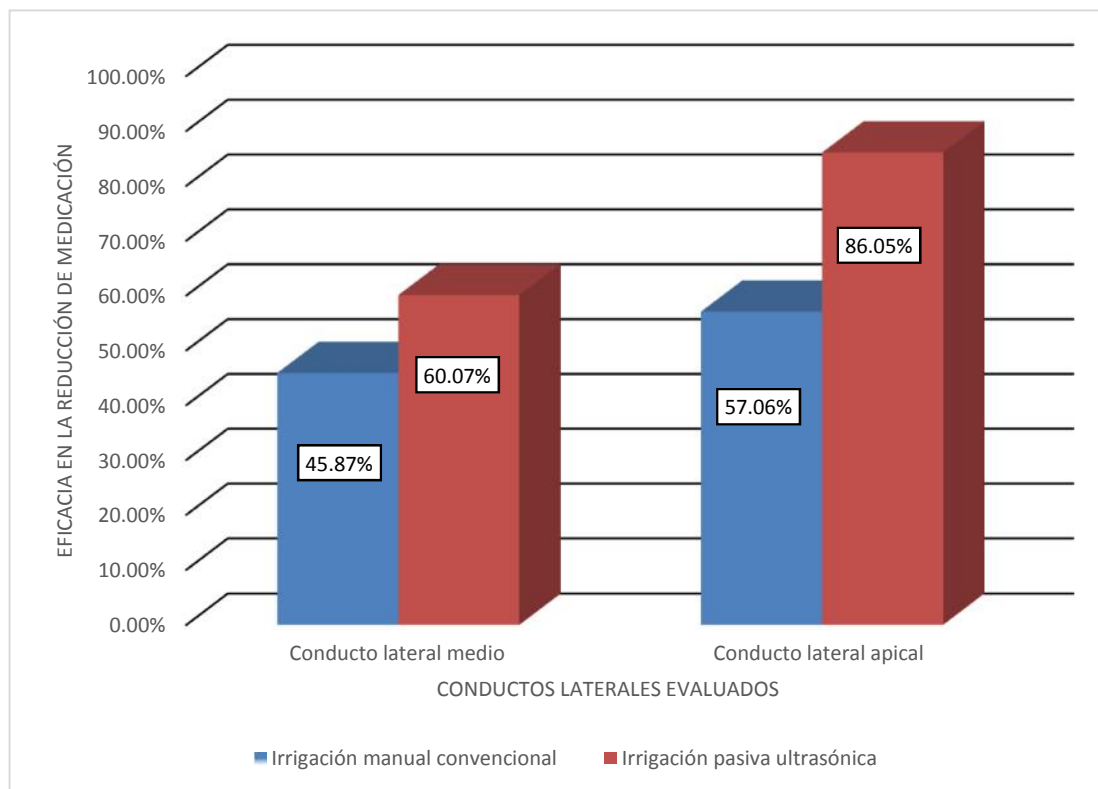
CONDUCTO LATERAL	PROMEDIOS PARA LOS PROTOCOLOS DE IRRIGACIÓN EN VISTA PROXIMAL				Porcentaje de reducción de medicación		Estadístico y valor de significancia.	
	IMC		IPU		IMC	IPU	T	P
	Área total	Área libre de medicación	Área total	Área libre de medicación				
	$\bar{X} \pm S(\text{total})$	$\bar{X} \pm S(\text{bre libre de medicación})$	$\bar{X} \pm S(\text{total})$	$\bar{X} \pm S(\text{bre libre de medicación})$	%	%		
<b>CONDUCTO LATERAL MEDIO</b>	1.18 ± 0.15	0.54 ± 0.22	1.26 ± 0.19	0.75 ± 0.22	45.87	60.07	-2.039	0.53
<b>CONDUCTO LATERAL APICAL</b>	0.78 ± 0.18	0.43 ± 0.18	0.75 ± 0.23	0.65 ± 0.28	57.06	86.05	-3.565	0.002

Fuente: Matriz de datos.  $P_{CLM} > 0.05$ ,  $P_{CLap} < 0.05$

**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N°10 se puede observar los promedios y desviación estándar en vista proximal de los conductos laterales medio y apical, y su respectivo porcentaje de reducción de medicación, la irrigación manual convencional fue ligeramente menos eficaz que la irrigación pasiva ultrasónica a nivel del conducto lateral medio, sin embargo, a nivel del conducto lateral apical, la IPU fue significativamente superior a la IMC. Inferencialmente, de acuerdo con el valor de significancia del test T de student, no se observó diferencias estadísticamente significativas al comparar la eficacia de los dos protocolos a nivel del conducto lateral medio. A nivel del conducto lateral apical, si se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

**GRÁFICO Nº 10**  
**EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN EN LOS CONDUCTOS**  
**LATERALES EN VISTA PROXIMAL**



**Fuente:** Matriz de datos

**TABLA N° 11**

**EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN EN LOS CONDUCTOS LATERALES. EN VISTA ORTOGONAL.**

CONDUCTO LATERAL	PROMEDIOS PARA LOS PROTOCOLOS DE IRRIGACIÓN EN VISTA PROXIMAL				Porcentaje de reducción de medicación		Estadístico y valor de significancia	
	IMC		IPU		IMC	IPU	T	P
	Área total	Área libre de medicación	Área total	Área libre de medicación				
	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}(\%)$	$\bar{X}(\%)$		
CONDUCTO LATERAL MEDIO	$0.42 \pm 0.1$	$0.15 \pm 0.06$	$0.37 \pm 0.07$	$0.14 \pm 0.07$	35.43	39.74	-0.773	0.447
CONDUCTO LATERAL APICAL	$0.32 \pm 0.05$	$0.15 \pm 0.05$	$0.32 \pm 0.07$	$0.27 \pm 0.10$	47.07	85.80	-5.25	0.00

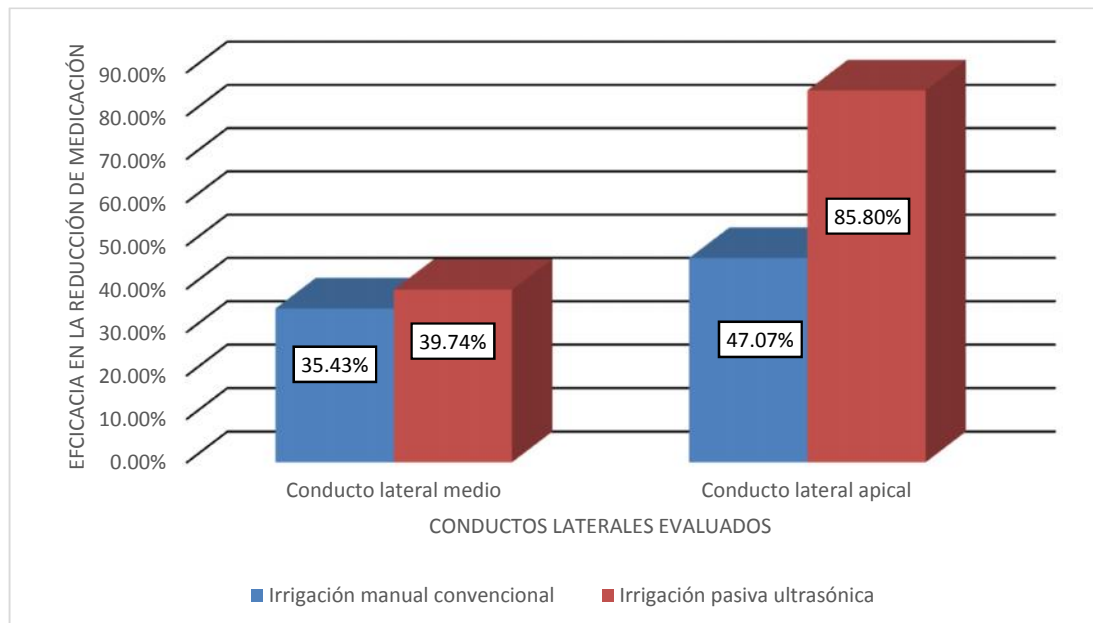
$P_{CLm} > 0.05, P_{CLap} < 0.05$

**Fuente:** Matriz de datos

**INTERPRETACIÓN**

En la tabla N°11 se puede observar los promedios y desviación estándar en vista ortogonal de los conductos laterales medio y apical, y su respectivo porcentaje de reducción de medicación. La irrigación manual convencional fue ligeramente menos eficaz que la irrigación pasiva ultrasónica a nivel del conducto lateral medio, sin embargo, a nivel del conducto lateral apical, la IPU fue significativamente superior a la IMC en la remoción de hidróxido de calcio. Inferencialmente, de acuerdo con el valor de significancia del test T de student, no se observó diferencias estadísticamente significativas al comparar la eficacia de los dos protocolos a nivel del conducto lateral medio. A nivel del conducto lateral apical, si se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

**GRÁFICO Nº 11**  
**EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA MEDICACIÓN EN LOS CONDUCTOS**  
**LATERALES. EN VISTA ORTOGONAL.**



**Fuente:** Matriz de datos.



## DISCUSIÓN

El presente trabajo, dentro de sus limitaciones, trata de demostrar la efectividad de dos protocolos de irrigación, la irrigación manual convencional que es la más usada y la irrigación pasiva ultrasónica, sobre la remoción de hidróxido de calcio del conducto principal y conductos laterales simulados. Asimismo, en lo que concierne a resultados, la irrigación pasiva ultrasónica demostró ser más eficaz en la remoción de hidróxido de calcio.

En cuanto a la comparación de resultados sobre el tema tratado, Wiseman A. et al (2011), evaluaron la eficacia de la remoción sónica y ultrasónica junto con una previa instrumentación rotatoria para remover hidróxido de calcio de conductos mesiales de molares inferiores, los investigadores encontraron que en todos los grupos experimentales se hallaron remanente de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  independientemente de la técnica de irrigación empleada. En cuanto al porcentaje de remoción de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  Los autores hallaron mayor cantidad de remoción con el protocolo de irrigación pasiva ultrasónica combinada con instrumentación previa (85.7%) que con la irrigación sónica (71.5%). Finalmente, los autores concluyeron que el uso de la instrumentación previa más irrigación pasiva ultrasónica por 3 periodos de 20 segundos logro cantidades significativamente menores de medicación en los conductos evaluados. En el presente estudio, al igual que los autores, se encontraron remanentes en los grupos de investigación. La IPU logró un porcentaje elevado de remoción de hidróxido de calcio (98.24%). Podemos observar que en ambos estudios el porcentaje de reducción de medicación es elevado cuando se aplica la activación ultrasónica del irrigante.

Capar I.D. et al. (2014), comparó 4 técnicas de irrigación (IMC, IPU, EndoVac y el sistema "Self Adjusting File") junto con 2 irrigantes (NaOCl al 2.5% y EDTA al 17%) para remover  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  de ranuras artificiales fabricadas a nivel del tercio apical en los conductos radiculares de piezas uniradulares. Los investigadores usaron las 4 técnicas con y sin EDTA y en todos los grupos se usó NaOCl al 2.5%. Los autores hallaron que usando solo NaOCl, el grupo PUI removió significativamente más  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  que las otras técnicas (80% de remoción completa, 35% para SAF, 10% para EndoVac y 0% para la técnica convencional), usando EDTA e NaOCl se removió más medicación (90% de remoción completa para IPU, 50% para SAF, 0%

para EndoVac y 10% para la técnica convencional). Los investigadores concluyeron que PUI y SAF fueron más efectivos en la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  de ranuras laterales en el tercio apical, que las otras técnicas. En el presente estudio, donde la irregularidad fabricada a nivel apical fue el conducto lateral simulado, se logró el grado de remoción 0 en 53.8% de los casos estudiados en vista proximal y 61.5% en vista ortogonal con la IPU. Con la IMC no se logró el grado de remoción 0 en proyección proximal y ortogonal

Silva L.J.M. et al (2015), investigó la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  a través de la irrigación pasiva ultrasónica con o sin un instrumento adicional, usando Micro-CT, los autores demostraron que la IPU mostró menores cantidades de  $\text{Ca(OH)}_2$  al micro-CT (2.9% para el tercio cervical, 3.3% para el tercio medio y 5.1% para el tercio apical) que aquellos grupos que no usaron IPU (4.2% para el tercio cervical, 5.7% para el tercio medio y 8.2% para el tercio apical). El uso adicional de una lima no mostró diferencia significativa en el porcentaje remanente. Los investigadores concluyeron que el volumen residual fue menor con IPU (3.7%) comparado con la irrigación manual convencional (6.4%), también hallaron cantidades más grandes de  $\text{Ca(OH)}_2$  en la región apical que en la región cervical. En el presente estudio de acuerdo con los porcentajes de reducción de  $\text{Ca(OH)}_2$ , a nivel del conducto principal, podemos observar que la IPU fue más eficaz (99.47% para el tercio cervical, 98.98% para el tercio medio, 93.35% para el tercio apical) que la IMC (97.98% para el tercio cervical, 95.72% para el tercio medio y 92.31% para el tercio apical) Se puede ver que ambos protocolos de irrigación fueron menos eficientes en el tercio apical al igual que lo encontrado por los investigadores.

Según Van der Sluis L. W. M. et al (2007) quienes evaluaron la eficacia remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  de ranuras artificiales fabricadas en la porción apical del conducto radicular de piezas premolares inferiores, utilizando NaOCl al 2% solo, activado ultrasónicamente y agua (grupo 3, grupo 1 y grupo 2), encontraron diferencia estadísticamente significativa en el remanente de  $\text{Ca(OH)}_2$ , el grupo 1 obtuvo cantidades significativamente menores que el grupo 2 y grupo 3, por lo tanto concluyen que la irrigación pasiva ultrasónica con NaOCl al 2% fue más efectiva en la remoción de hidróxido de calcio que la irrigación manual convencional con NaOCl e irrigación con agua (63.3%, 6.7% y 17.7% de reducción de medicación

para el grupo 1, 2 y 3 respectivamente). Al igual que en el presente estudio a nivel del conducto lateral simulado del tercio apical, que fue la irregularidad del conducto que se aplicó en los tercios medio y apical, al comparar la remoción de hidróxido de calcio en ambos conductos laterales apicales, se encontraron diferencias estadísticamente significativas tanto en vista proximal (57.06% y 86.05% para IMC e IPU respectivamente) como en vista ortogonal (47.07 y 85.8% para IMC e IPU respectivamente). Podemos observar que en los dos estudios existe diferencias significativas al comparar la eficacia de remoción de hidróxido de calcio de irregularidades en el tercio apical, con irrigación manual convencional e irrigación pasiva ultrasónica, demostrando que esta última logró remover significativamente más medicación.

Baveldi R.P.A. et al (2010) compararon dos técnicas (Irrigación pasiva ultrasónica e irrigación manual convencional) para la remoción de  $\text{Ca(OH)}_2$  de conductos radiculares de incisivos bovinos, los investigadores emplearon diferentes vehículos para la preparación del hidróxido de calcio (G1-  $\text{Ca(OH)}_2$  en polvo, G2-  $\text{Ca(OH)}_2$  + solución salina, G3-  $\text{Ca(OH)}_2$  + polietilenglicol, G4-  $\text{Ca(OH)}_2$  + polietilenglicol + Paramonoclofenol alcanforado. Los investigadores encontraron remanente de medicación en todos los grupos. La irrigación manual convencional dejó remanente a nivel del tercio cervical, medio y apical:  $7.5 \pm 2.8 \text{ mm}^2$  (38.7%),  $8.2 \pm 2.9 \text{ mm}^2$  (46.1%) y  $6.0 \pm 1.9 \text{ mm}^2$  (56.6%) de medicación a base de  $\text{Ca(OH)}_2$  en polvo respectivamente; la irrigación pasiva ultrasónica dejó remanente a nivel del tercio cervical, medio y apical:  $7.1 \pm 3.3 \text{ mm}^2$  (26.6%)  $8.3 \pm 2.1 \text{ mm}^2$  (32.2%) y  $6.8 \pm 2.5 \text{ mm}^2$  (43.0%) respectivamente de medicación a base de  $\text{Ca(OH)}_2$  en polvo. No encontraron diferencias significativas a nivel de tercios en el resto de grupos. Los investigadores finalmente concluyeron que ni el método convencional, ni la irrigación pasiva ultrasónica fueron eficientes en la remoción de la medicación. A diferencia en nuestro estudio, se hallaron porcentajes elevados de remoción a nivel de tercios del conducto principal para los dos métodos siendo más eficiente la IPU (99.42%, 98.94%, 92.96% para los tercios cervical, medio y apical) que la IMC (97.34%, 93.24% y 91.86 para los tercios cervical, medio y apical) sin embargo, no se logró una remoción completa de la medicación. Podemos observar que en el estudio de los investigadores se encontraron porcentajes de remanente de medicación más elevados a nivel del tercio apical, al igual que en la presente

investigación donde se halló que el porcentaje de reducción de medicación fue menos eficiente en el tercio apical del conducto principal (92.96 y 91.86% con IPU e IMC respectivamente).

En cuanto a la remoción de la medicación del hipoclorito de sodio junto con un agente quelante, Samira Gallegos (2008), con el protocolo de irrigación manual convencional demostró que el hipoclorito de sodio junto con el ácido cítrico, logró una elevada frecuencia de remoción completa tanto en tercios cervical, medio y apical del conducto principal en vista proximal (66.7%, 83.3%, 41.7% respectivamente), una frecuencia de remoción de parcial (33.3%, 16.7%, 50.0% respectivamente) y una frecuencia de remoción nula solo de 8.3% para el tercio apical. En cuanto a los conductos laterales, el que más se aproximó al tercio medio fue el conducto mesial que tuvo con los siguientes resultados: en vista ortogonal logró una frecuencia de remoción completa, parcial y nula (83.4%, 8.3% y 8.3% de los casos estudiados), en una vista proximal (91.7%, 0% y 8.3%). A diferencia de nuestro estudio donde se observó una frecuencia de remoción completa a nivel de los tercios del conducto principal en vista proximal (76.9%, 53.8%, 23.1% respectivamente en cervical, medio y apical), una frecuencia de remoción parcial (23.1%, 46.2% y 76.9% respectivamente en cervical, medio y apical), no se encontraron frecuencias para la remoción nula. En cuanto a las frecuencias de remoción en el conducto lateral medio, no se encontraron frecuencias de remoción completa y nula, solo se encontraron frecuencias de remoción parcial (100%) tanto en vista proximal como en vista ortogonal. Comparando los resultados de remoción de hidróxido de calcio con irrigación de NaOCl junto a un agente quelante, podemos observar que en el estudio de la investigadora la frecuencia de remoción completa más elevada se encontró a nivel del tercio medio del conducto principal, mientras que en nuestro estudio la mayor frecuencia de remoción completa se encontró en el tercio cervical. En cuanto al conducto lateral, el presente estudio solo encontró frecuencia de remoción parcial en el 100% de los casos estudiados, mientras que la investigadora encontró elevadas frecuencias de remoción completa (83.4% y 91.7% en vista ortogonal y proximal respectivamente), y no encontró frecuencias de remoción parcial (0%).

## CONCLUSIONES

### PRIMERA:

Según los resultados del presente trabajo, La irrigación pasiva ultrasónica logró mayor grado de remoción 0 (remoción completa de medicación) que la irrigación manual convencional, a nivel de los tercios cervical, medio y apical. En cuanto a los conductos laterales simulados, la IPU también logro mayores frecuencias de remoción completa que la IMC a nivel de conductos laterales apicales tanto en vista proximal como ortogonal. No se encontró grado de remoción 0 en conductos laterales medios independientemente del protocolo aplicado.

### SEGUNDA.

Los grados de remoción en los tercios del conducto principal

- En el tercio cervical: el grado de remoción 0 tuvo una frecuencia de 76.9% y 92.3% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. El grado de remoción 1 tuvo una frecuencia de 23.1% y 7.7% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. No se observaron frecuencias para el grado de remoción 2 y 3.
- En el tercio medio: el grado de remoción 0 tuvo una frecuencia de 53.8% y 84.6% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. El grado de remoción 1 tuvo una frecuencia de 46.2% y 15.4% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. No se observaron frecuencias para el grado de remoción 2 y 3.
- En el tercio apical: el grado de remoción 0 tuvo una frecuencia de 23.1% y 42.6% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. El grado de remoción 1 tuvo una frecuencia de 76.9% y 53.8% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. No se observaron frecuencias para el grado de remoción 2 y 3.

### TERCERA

**Los grados de remoción en los conductos laterales simulados en vista proximal:**

- En el conducto lateral medio: el grado de remoción 1 tuvo una frecuencia de 46.2% y 69.2% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. El grado de remoción 2 tuvo una frecuencia de 53.8% y 30.8% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. No se observaron frecuencias para el grado de remoción 0 y 3
- En el conducto lateral apical: el grado de remoción 0 tuvo una frecuencia de 0.0% y 53.7% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. El grado de remoción 1 tuvo una frecuencia de 69.2% y 46.2% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. El grado de remoción 2 tuvo una frecuencia de 30.8% y 0.0% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. No se observó frecuencias para el grado de remoción 3.

**Los grados de remoción en los conductos laterales simulados en vista ortogonal:**

- En el conducto lateral medio: el grado de remoción 1 tuvo una frecuencia de 7.7% y 23.1% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. El grado de remoción 2 tuvo una frecuencia de 92.3% y 76.9% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. No se observaron frecuencias para el grado de remoción 0 y 3.
- En el conducto lateral apical: el grado de remoción 0 tuvo una frecuencia de 0.0% y 61.5% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. El grado de remoción 1 tuvo una frecuencia de 23.1% para ambos protocolos de irrigación. El grado de remoción 2 tuvo una frecuencia de 76.9% y 15.4% para los protocolos de IMC e IPU respectivamente. No se observó frecuencias para el grado de remoción 3.

**CUARTA**

Según los resultados del presente trabajo, el protocolo de irrigación pasiva ultrasónica fue ligeramente más eficaz al protocolo de IMC a nivel de los tercios del conducto principal, a nivel general del conducto principal y a nivel del conducto lateral simulado medio, sin embargo, a nivel del conducto lateral simulado apical, el protocolo de IPU fue significativamente más superior que la IMC en ambas vistas.

## QUINTA

El porcentaje de reducción de medicación, en los tercios del conducto principal:

- En el tercio cervical: La IMC logró 97.98% y la IPU logró 99.47% de eficacia en la reducción de  $\text{Ca(OH)}_2$
- En el tercio medio: La IMC logró 95.72% y la IPU logró 98.98% de eficacia en la reducción de  $\text{Ca(OH)}_2$
- En el tercio apical: la IMC logró 92.31% y la IPU logró 93.35% de eficacia en la reducción de  $\text{Ca(OH)}_2$

El porcentaje de reducción a nivel general del conducto principal fue 96.21% para la IMC y 98.24% para la IPU.

## SEXTA

El porcentaje de reducción de medicación, en los conductos laterales en vista proximal fueron:

- En el conducto lateral medio: La IMC logró 45.87% y la IPU logró 60.07% de eficacia en la reducción de  $\text{Ca(OH)}_2$
- En el conducto lateral apical: La IMC logró 57.06% y la IPU logró 86.05% de eficacia en la reducción de  $\text{Ca(OH)}_2$

El porcentaje de reducción de medicación, en los conductos laterales en vista ortogonal fueron:

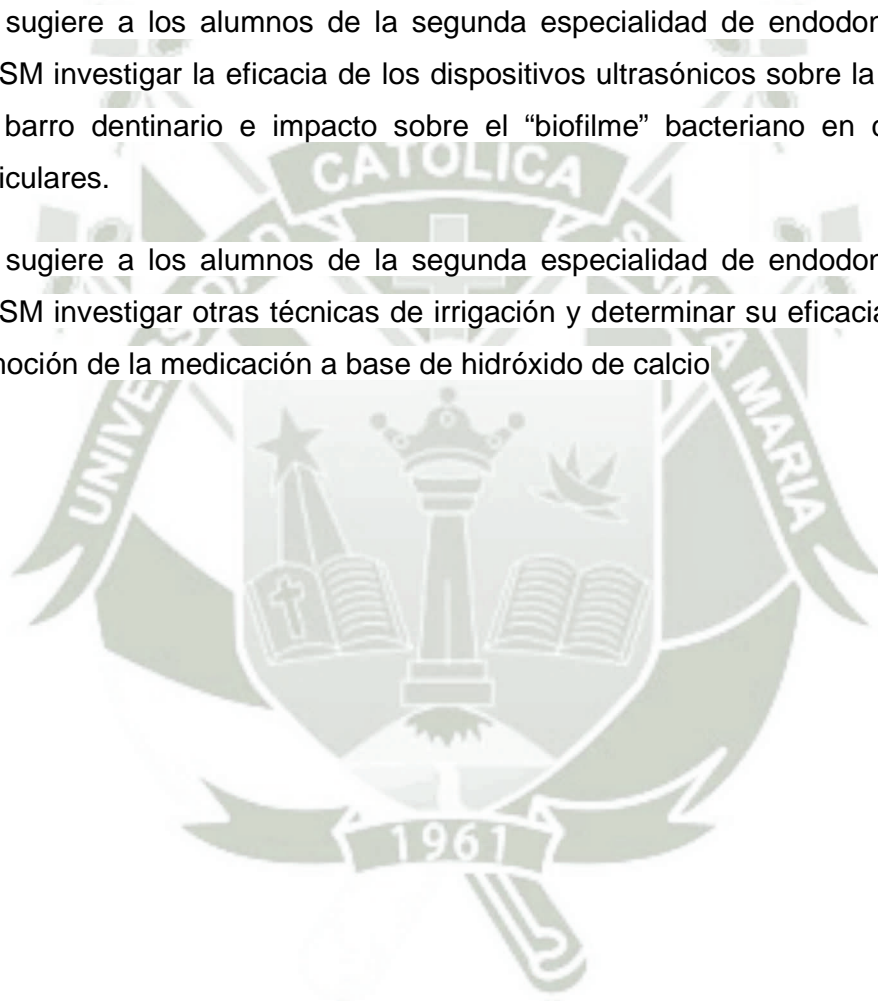
- En el conducto lateral medio: La IMC logró 35.43% y la IPU logró 39.74% de eficacia en la reducción de  $\text{Ca(OH)}_2$
- En el conducto lateral apical: La IMC logró 47.07% y la IPU logró 85.80% de eficacia en la reducción de  $\text{Ca(OH)}_2$

## SÉPTIMA:

La prueba T de Student y  $\chi^2$  (que evaluaron eficacia en la reducción de medicación y grados de remoción, respectivamente) han demostrado que no existe diferencias significativas a nivel de los tercios del conducto principal, conducto lateral simulado medio,  $p < 0.05$ , sin embargo, han demostrado que existen diferencias significativas a nivel del conducto lateral simulado apical,  $p > 0.05$ .

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere a los alumnos del pregrado de la clínica de la facultad de odontología hacer uso del ultrasonido en la práctica de endodoncia
2. Se recomienda a todos los odontólogos generales el uso de un dispositivo ultrasónica en la práctica endodóntica para mejorar los resultados de limpieza.
3. Se sugiere a los alumnos de la segunda especialidad de endodoncia de la UCSM investigar la eficacia de los dispositivos ultrasónicos sobre la remoción de barro dentinario e impacto sobre el “biofilme” bacteriano en conductos radiculares.
4. Se sugiere a los alumnos de la segunda especialidad de endodoncia de la UCSM investigar otras técnicas de irrigación y determinar su eficacia sobre la remoción de la medicación a base de hidróxido de calcio



## BIBLIOGRAFÍA

- BASRANI Bettina. Endodontic Irrigation Chemical Disinfection of the Root Canal System. 1era Edición. Editorial Springer, Switzerland, 2015.
- BERGENHOLTZ, Gunnar et al. Endodoncia. 2da Edición. Editorial Manual Moderno, México D.F. 2014.
- CANALDA S. Carlos et al. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 3era Edición. Editorial ELSEVIER MASSON, Barcelona-España, 2014
- CHAVEZ DE PAZ L. et al. The root canal biofilm. Volumen 9. Springer Editorial. New York Dordrecht London. 2015.
- COHEN Stephen et al. Vías de la pulpa. 10ma edición. Editorial ELSERVIER MOSBY. Barcelona – España, 2011.
- DE LIMA MACHADO M. E. Endodoncia de la biología a la técnica. 1era Edición. Editorial AMOLCA, ESPAÑA. 2009.
- GUTMANN James L. et al. Solución de problemas en endodoncia Prevención, identificación y tratamiento. 5ta Edición. Editorial ELSERVIER, Barcelona – España. 2012.
- LEONARDO R. Mario. Endodoncia tratamiento de conductos radiculares principios técnicos y biológicos. 2da Edición. Editorial Artes Médicas, SP – Brasil. 2005.
- LOPES P. Hélio et al. Endodontia biología e técnica. 4ta Edição. Editorial ELSERVIER, RJ- Brasil, 2015.
- SOARES I. José. Endodoncia técnica y fundamentos. 2da Edición. Editorial médica PANAMERICANA., Buenos Aires – Argentina. 2012.

## HEMEROGRAFIA.

- Ahmad M. et al. Ultrasonic debridement of root Canals: Acoustic streaming and its posible relevance. Journal of Endodontics. 1987; 13(10): 490-499.
- Ahmad M. et al. Ultrasonic debridement of root Canals: Acoustic cavitation and its relevance. Journal of Endodontics. 1988; 14(10): 486-493.
- Baveldi R. P. A. et al A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. International Endodontic Journal. 2010; 43:763-768.
- Boutsoukis C. et al. Evaluation of irrigant flow in the root canal using diferent needle types by an unsteady computational fluis dynamics model. Journal of Endodonctis. 2010; 36(5): 875 – 879).
- Cameron J. A. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochorite: A scanning electron microscope evaluaton. Journal of Endodontics. 1987; 13(11):541-545.
- Capar I.D. et al. Effect of diferent final irrigation methods on the removal of calcium hydroxide from an artificial standardized Groove in the apical third of root canals. Journal of endodontics. 2014; 40(3):451-454.
- De. Deus Q. Frequency, location and direction of the lateral, secondary, and accesory Canals. Journal of Endodontics. 1975;1(11):361-366.
- Fava L.R. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. International Endodontic Journal. 1999; 32(4):257-282.
- Haapasalo M. et al. Irrigation in Endodontics. Dental Clinics of North America 2010; 54: 291–312.
- Jiang L-M. et al. The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. Journal of endodontics. 2011; 37(5):688-692.

- Lee S.-J. et al. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *International Endodontic Journal*. 2004; 37(10): 672-678.
- Park E. Ultrasonic in endodontics. *Endodontic Topics*. 2013; 29:125-159.
- Porkaew P. Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. *Journal of Endodontics*. 1990; 16(8):369-374.
- Silva L.J. et al. Micro-CT evaluation of calcium hydroxide removal through passive ultrasonic irrigation associated with or without an additional instrument. *International Endodontic Journal*. 2014; 48(8):768-773.
- Townsend C. et al. An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *Journal of Endodontics*. 2009; 35(7):1040-1043.
- Van der Sluis L. W. M. et al. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root Canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*. 2005; 38(9):593-596.
- Van der Sluis L.W.M. et al. The influence of volumen, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentin debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*. 2006; 39(6):472-476.
- Van der Sluis L.W.M. et al. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized Groove apical root canal using different irrigation methodologies. *International Endodontic Journal*. 2007; 40:52-27.
- Vera J. et al. Effect of maintaining apical patency on irrigant penetration into the apical two millimeters of large root Canals: An in vivo study. *Journal of Endodontics*. 2012; 38(10): 1340 – 1343.
- Vertucci Frank J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surgery*. 1984; 58:589 – 599.

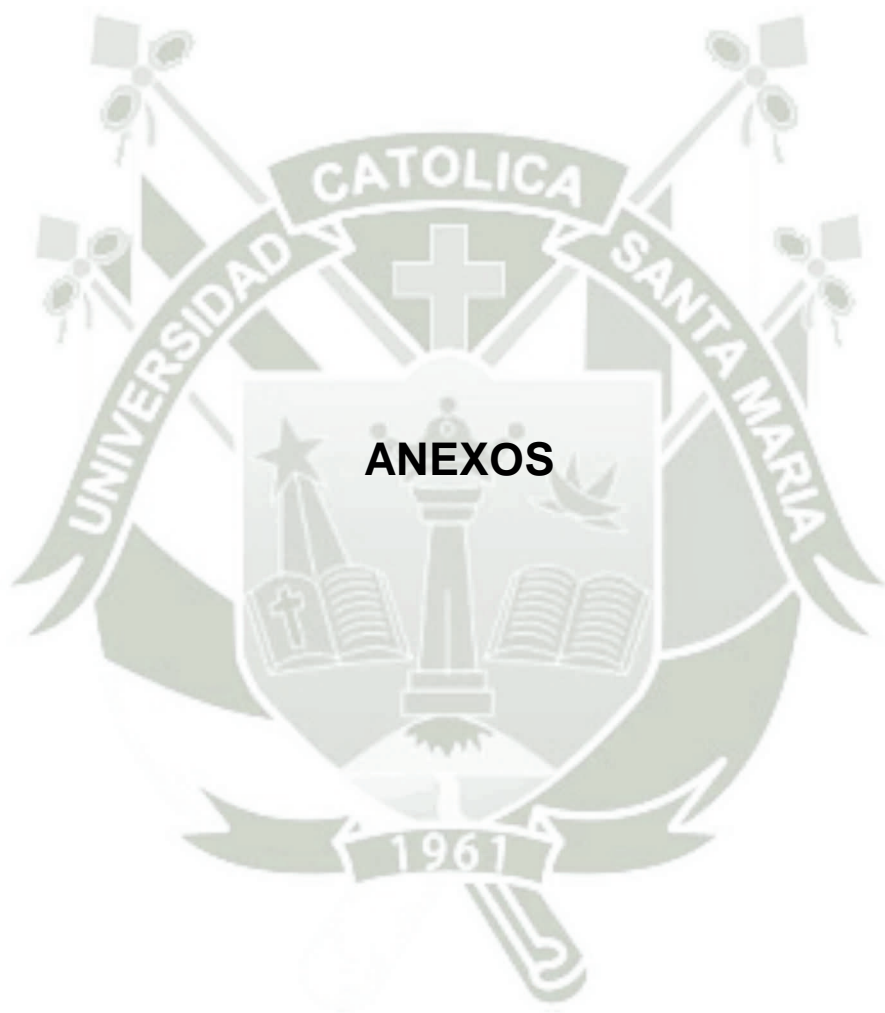
- Weine S. F. The enigma of the lateral canal. *Dental Clinics of North America*. 1984; 28(4): 833 – 852.
- Wiseman A. et al. Efficacy of Sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial Canals of mandibular molars: A microtomographic study. *Journal of Endodontics*. 2011; 37(2):235-238.
- Çalt S. et al. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*. 1999; 25(6):431-433.



## WEBGRAFIA.

- [http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_50.htm](http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm)







## FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

U.E 1	SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES.														
	CONDUCTO PRINCIPAL									CONDUCTOS LATERALES.					
	T. Cervical			T. Medio			T. Apical			T. Medio			T. Apical		
	Área total	Área con remanente de Ca(OH) <sub>2</sub>	Porcentaje de reducción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Área total	Área con remanente de Ca(OH) <sub>2</sub>	Porcentaje de reducción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Área total	Área con remanente de Ca(OH) <sub>2</sub>	Porcentaje de reducción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Área total	Área con remanente de Ca(OH) <sub>2</sub>	Porcentaje de reducción de Ca(OH) <sub>2</sub>	Área total	Área con remanente de Ca(OH) <sub>2</sub>	Porcentaje de reducción de Ca(OH) <sub>2</sub>
VISTA ORTOGONAL															
VISTA PROXIMAL															



**ANEXO 2  
MATRICES DE DATOS.**

MATRIZ DE DATOS PARA LOS TERCIOS DEL CONDUCTO PRINCIPAL												
Unidades de estudio	Tercio cervical (V.P.)				Tercio medio (V.P.)				Tercio apical (V.P.)			
	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)
U.E. 1	11.98	1.83	10.15	84.72	8.23	1.29	6.94	84.32	3.2	0.4	2.8	87.5
U.E. 2	7.92	0.0	7.92	100	5.43	0.21	5.22	96.13	2.69	0.2	2.49	92.56
U.E. 3	5.14	0.0	5.14	100	3.08	0.24	2.84	92.20	2.88	0.46	2.42	84.02
U.E.4	8.8	0.0	8.8	100	5.95	0.43	5.52	92.77	2.6	0.22	2.38	91.53
U.E.5	5.54	0.0	5.54	100	3.85	0.0	3.85	100	1.77	0.05	1.72	97.17
U.E.6	10.35	0.69	9.66	93.33	5.67	0.88	4.79	84.47	2.21	0.13	2.08	94.11
U.E.7	7.93	0.0	7.93	100	4.75	0.0	4.75	100	2.02	0.13	1.89	93.56
U.E.8	6.46	0.0	6.46	100	3.67	0.2	3.47	94.55	2.33	0.22	2.11	90.55
U.E.9	12.17	0.51	11.66	95.80	4.5	0.0	4.5	100	2.21	0.0	2.21	100
U.E.10	9.1	0.0	9.1	100	5.41	0.0	5.41	100	2.6	0.0	2.6	100
U.E.11	8.25	0.0	8.25	100	5.07	0.0	5.07	100	2.33	0.21	2.12	90.98
U.E.12	8.98	0.0	8.98	100	4.35	0.0	4.35	100	2.47	0.54	1.93	78.13
U.E.13	9.11	0.0	9.11	100	4.58	0.0	4.58	100	2.16	0.0	2.16	100

MATRIZ DE DATOS PARA LOS TERCIOS DEL CONDUCTO PRINCIPAL												
Unidades de estudio	Tercio cervical (V.P.)				Tercio medio (V.P.)				Tercio apical (V.P.)			
	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)
U.E. 14	8.48	0.0	8.48	100	4.86	0.17	4.69	96.50	2.41	0.0	2.41	100
U.E. 15	5.87	0.0	5.87	100	4.37	0.0	4.37	100	2.67	0.13	2.54	95.13
U.E. 16	6.27	0.0	6.27	100	4.48	0.0	4.48	100	2.1	0.0	2.1	100
U.E.17	8.44	0.58	7.86	93.12	5.05	0.46	4.56	90.29	2.28	0.0	2.28	100
U.E.18	5.2	0.0	5.2	100	3.43	0.0	3.43	100	2.39	0.0	2.39	100
U.E.19	11.18	0.0	11.18	100	6.51	0.0	6.51	100	2.32	0.17	2.15	92.67
U.E.20	10.09	0.0	10.09	100	5.82	0.0	5.82	100	2.69	0.13	2.56	95.16
U.E.21	6.65	0.0	6.65	100	4.26	0.0	4.26	100	1.64	0.0	1.64	100
U.E.22	6.67	0.0	6.67	100	4.29	0.0	4.29	100	2.84	0.31	2.53	89.08
U.E.23	6.96	0.0	6.96	100	4.38	0.0	4.38	100	2.26	0.27	1.99	88.05
U.E.24	10.07	0.0	10.07	100	5.38	0.0	5.38	100	2.75	0.21	2.54	92.36
U.E.25	6.97	0.0	6.97	100	5.09	0.0	5.09	100	2.07	0.0	2.07	100
U.E.26	6.89	0.0	6.89	100	4.4	0.0	4.4	100	2.5	0.97	1.53	61.2

GRUPO 2 IRRIGACIÓN PASIVA ULTRASONICA

**MATRIZ DE DATOS PARA CONDUCTOS LATERALES CON IRRIGACIÓN MANUAL CONVENCIONAL**

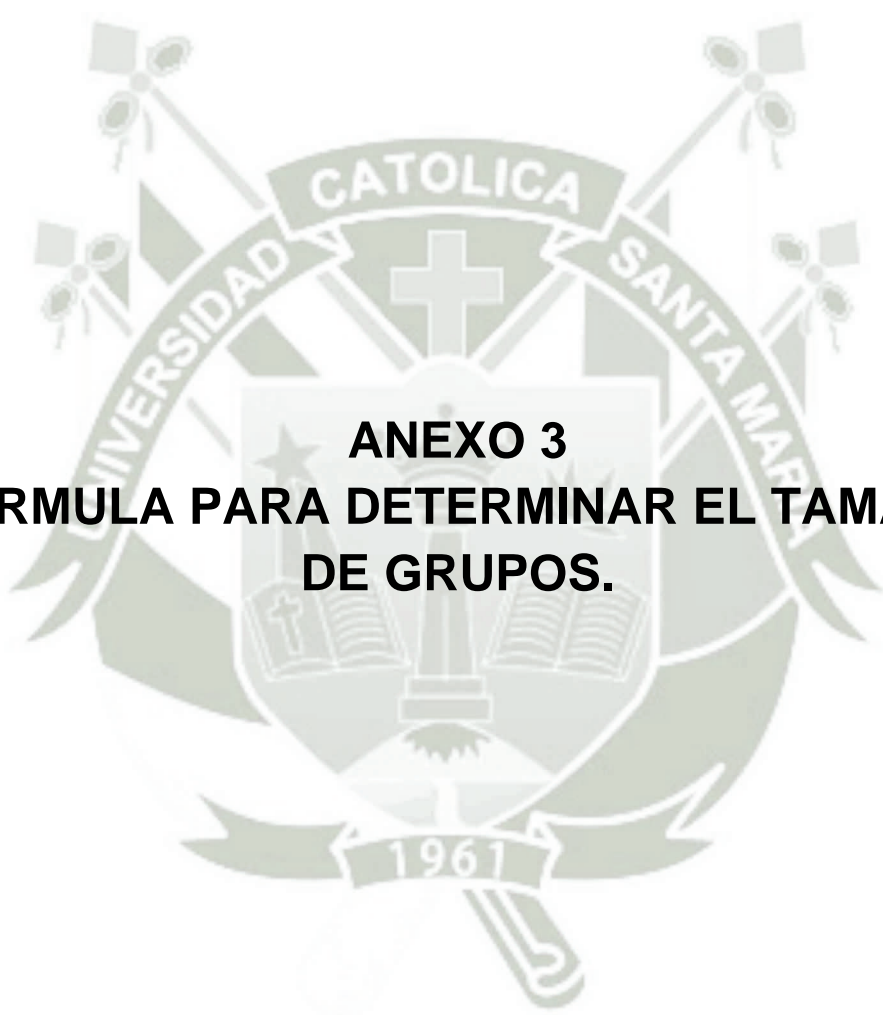
UE	Conducto lateral medio en vista proximal				Conducto lateral apical en vista proximal				Conducto lateral medio en vista ortogonal				Conducto lateral apical en vista ortogonal			
	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)
1	1.39	0.62	0.77	55.39	0.76	0.2	0.56	73.68	0.57	0.32	0.15	26.31	0.32	0.18	0.14	43.75
2	1.41	0.7	0.71	50.35	1.06	0.33	0.73	68.86	0.46	0.28	0.18	39.13	0.36	0.15	0.21	58.33
3	1.25	0.93	0.32	25.6	0.93	0.57	0.36	38.70	0.5	0.3	0.2	40	0.39	0.14	0.25	64.10
4	1.04	0.7	0.34	32.69	0.76	0.28	0.48	63.15	0.41	0.3	0.15	36.58	0.29	0.18	0.11	37.93
5	0.91	0.48	0.43	47.25	0.48	0.15	0.33	68.75	0.29	0.2	0.09	31.03	0.26	0.08	0.18	69.23
6	1.08	0.65	0.43	39.81	0.64	0.26	0.38	59.37	0.42	0.33	0.09	21.42	0.27	0.23	0.04	14.81
7	1.02	0.41	0.61	59.80	0.61	0.17	0.44	72.13	0.33	0.23	0.1	30.30	0.27	0.15	0.12	44.44
8	1.07	0.06	1.01	94.39	0.77	0.07	0.7	90.90	0.27	0.18	0.09	33.33	0.29	0.11	0.18	62.06
9	1.38	0.57	0.81	58.69	1.15	0.56	0.58	50.43	0.32	0.19	0.13	40.62	0.33	0.19	0.14	42.42
10	1.31	0.8	0.51	38.93	0.65	0.14	0.51	78.46	0.42	0.25	0.17	40.47	0.34	0.17	0.17	50
11	1.23	1	0.23	18.69	0.93	0.77	0.16	17.20	0.57	0.24	0.33	57.89	0.39	0.21	0.18	46.15
12	1.15	0.80	0.35	30.43	0.7	0.54	0.16	22.85	0.53	0.37	0.16	30.18	0.46	0.32	0.14	30.43
13	1.15	0.64	0.51	44.34	0.71	0.41	0.3	42.25	0.42	0.28	0.14	33.33	0.29	0.15	0.14	48.27

**MATRIZ DE DATOS PARA CONDUCTOS LATERALES CON IRRIGACIÓN PASIVA ULTRASÓNICA**

UE	Conducto lateral medio en vista proximal				Conducto lateral apical en vista proximal				Conducto lateral medio en vista ortogonal				Conducto lateral apical en vista ortogonal			
	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área con Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área libre de Ca(OH) <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Eficacia en la remoción (%)
14	1.29	0.37	0.92	71.31	0.59	0.29	0.3	50.84	0.39	0.3	0.09	23.07	0.31	0.18	0.13	41.93
15	0.96	0.42	0.54	56.25	0.7	0.0	0.7	100	0.37	0.2	0.17	45.94	0.38	0.0	0.38	100
16	1.12	0.62	0.5	44.64	0.62	0.11	0.51	82.25	0.38	0.1	0.28	73.68	0.31	0.0	0.31	100
17	1.26	0.49	0.77	61.11	0.65	0.32	0.33	50.76	0.3	0.17	0.13	43.33	0.23	0.12	0.11	47.82
18	1.19	0.29	0.9	75.63	0.74	0.15	0.59	79.72	0.29	0.18	0.09	31.03	0.39	0.11	0.28	71.79
19	1.4	0.34	1.06	75.71	0.48	0.0	0.48	100	0.35	0.2	0.15	42.85	0.2	0.0	0.2	100
20	1.65	0.95	0.7	42.42	0.85	0.28	0.57	67.05	0.35	0.26	0.09	25.71	0.3	0.12	0.18	60
21	1.42	0.52	0.9	63.38	1.42	0.0	1.42	100	0.32	0.24	0.08	25	0.31	0.0	0.31	100
22	1.29	0.9	0.39	30.23	0.86	0.0	0.86	100	0.53	0.37	0.16	30.18	0.35	0.0	0.35	100
23	1.21	0.18	1.03	85.12	0.88	0.0	0.88	100	0.52	0.25	0.27	51.92	0.49	0.03	0.46	93.87
24	1.18	0.67	0.51	43.22	0.59	0.0	0.59	100	0.36	0.24	0.12	33.33	0.25	0.0	0.25	100
25	0.98	0.37	0.61	62.24	0.57	0.0	0.57	100	0.35	0.29	0.06	17.14	0.28	0.0	0.28	100
26	1.45	0.44	1.01	69.65	0.84	0.1	0.74	88.09	0.34	0.09	0.25	73.52	0.36	0.0	0.36	100

MATRIZ DE DATOS								
GRUPO DE IRRIGACIÓN MANUAL CONVENCIONAL IRRIGACIÓN PASIVA ULTRASONICA	Unidades de estudio	Conducto principal general						
		Área total (mm <sup>2</sup> )	Área libre e hidróxido de calcio. (mm <sup>2</sup> )	Eficiencia (%)	Unidades de estudio	Área total (mm <sup>2</sup> )	Área libre e hidróxido de calcio. (mm <sup>2</sup> )	Eficiencia (%)
	1	23.41	19.89	84.96	14	15.75	15.58	98.92
	2	16.04	15.63	97.44	15	12.91	12.78	98.99
	3	11.1	10.4	93.69	16	12.85	12.85	100
	4	17.35	16.7	96.25	17	15.77	14.7	93.21
	5	11.16	11.11	99.55	18	11.02	11.02	100
	6	18.23	16.53	90.67	19	20.01	19.84	99.15
	7	14.7	14.57	99.11	20	18.6	18.47	99.30
	8	12.46	12.04	96.62	21	12.55	12.55	100
	9	18.88	18.37	97.29	22	13.8	13.49	97.75
	10	17.11	17.11	100	23	13.6	13.33	98.01
	11	15.65	15.44	98.65	24	18.2	17.99	98.84
12	15.8	15.26	96.58	25	14.13	14.13	100	
13	15.85	15.85	100	26	13.79	12.82	92.96	

MATRIZ PARA LOS GRADOS DE REMOCIÓN								
	Unidades de estudio	Conducto principal			Conductos laterales			
		Tercio cervical (P.P.)	Tercio medio (P.P.)	Tercio apical (P.P.)	Tercio medio (P.P.)	Tercio apical (P.P.)	Tercio medio (P.O.)	Tercio apical. (P.O.)
GRUPO 1 IRRIGACIÓN MANUAL 12CONVENCIONAL	U.E. 1	1	1	1	1	1	2	2
	U.E. 2	0	1	1	1	1	2	1
	U.E. 3	0	1	1	2	2	2	1
	U.E.4	0	1	1	2	1	2	2
	U.E.5	0	0	1	2	1	2	1
	U.E.6	1	1	1	2	1	2	2
	U.E.7	0	0	1	1	1	2	2
	U.E.8	0	1	1	1	1	2	1
	U.E.9	1	0	0	1	1	2	2
	U.E.10	0	0	0	2	1	2	2
	U.E.11	0	0	1	2	2	1	2
	U.E.12	0	0	1	2	2	2	2
	U.E.13	0	0	0	2	2	2	2
GRUPO 2 IRRIGACIÓN PASIVA ULTRASÓNICA	U.E.14	0	1	0	1	1	2	2
	U.E.15	0	0	1	1	0	2	0
	U.E.16	0	0	0	2	1	1	0
	U.E.17	1	1	0	1	1	2	2
	U.E.18	0	0	0	1	1	2	1
	U.E.19	0	0	1	1	0	2	0
	U.E.20	0	0	1	2	1	2	1
	U.E.21	0	0	0	1	0	2	0
	U.E.22	0	0	1	2	0	2	0
	U.E.23	0	0	1	1	0	1	1
	U.E.24	0	0	1	2	0	2	0
	U.E.25	0	0	0	1	0	2	0
	U.E.26	0	0	1	1	1	1	0



**ANEXO 3**  
**FORMULA PARA DETERMINAR EL TAMAÑO**  
**DE GRUPOS.**

**FORMULA PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE GRUPOS.**

**Tamaño de los grupos:** Se determinó mediante la siguiente

fórmula:  $n = \frac{Z^2 * S^2}{E^2}$

$Z = 1.96$

$S^2 = 36.7^2$

$E^2 = 19.94^2$

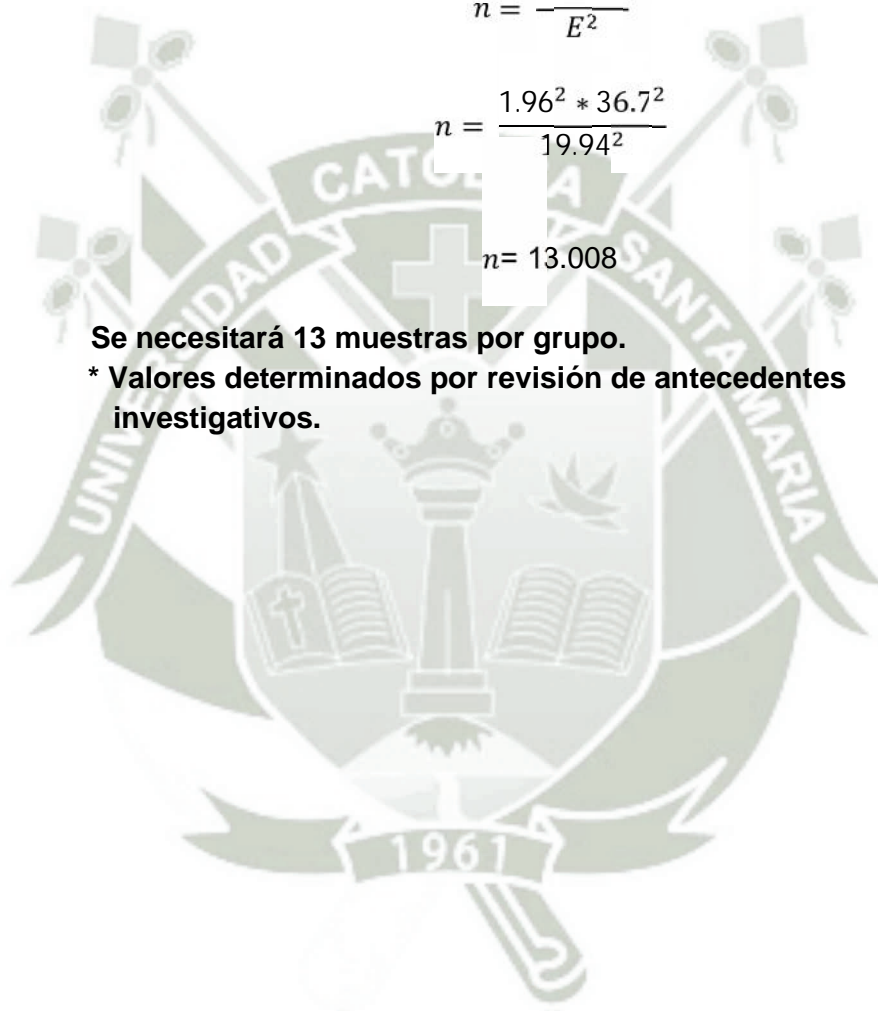
$$n = \frac{Z^2 * S^2}{E^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 36.7^2}{19.94^2}$$

$$n = 13.008$$

**Se necesitará 13 muestras por grupo.**

**\* Valores determinados por revisión de antecedentes  
investigativos.**



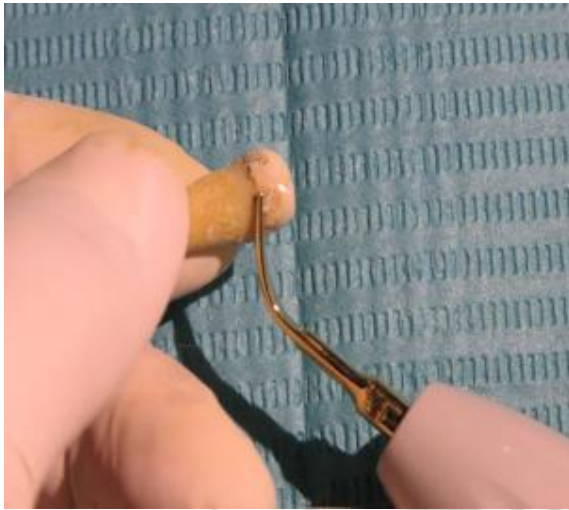


## SECUENCIA FOTOGRÁFICA

### RECOLECCIÓN DE LAS UNIDADES DE ESTUDIO

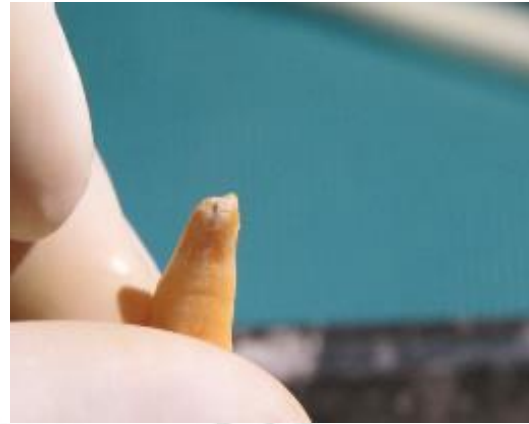


## DECORONACIÓN DE LAS PIEZAS

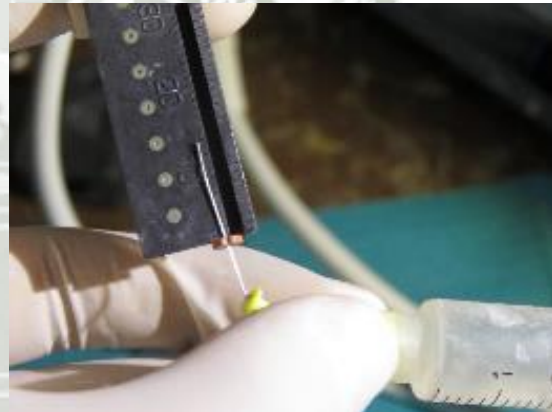


1961

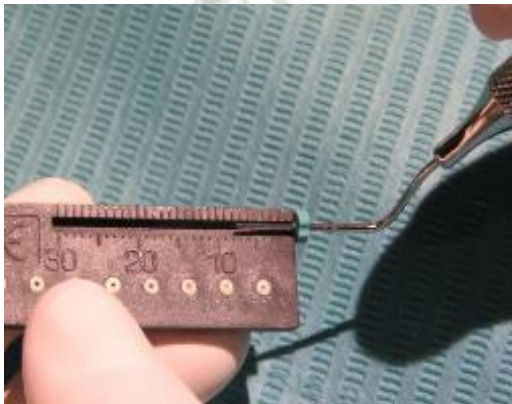
## ESTABLECIMIENTO DE LA LONGITUD DE TRABAJO E INSTRUMENTACIÓN



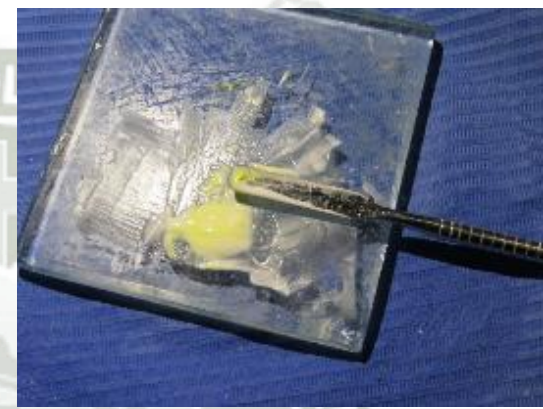
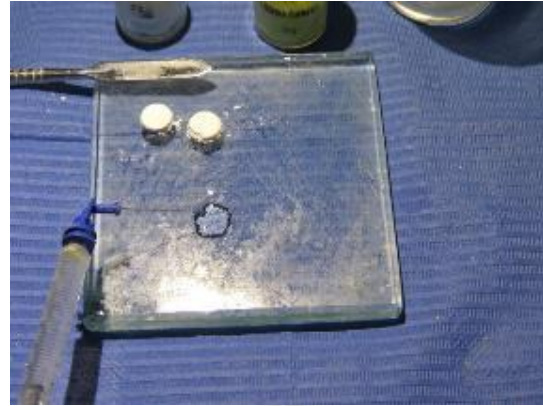
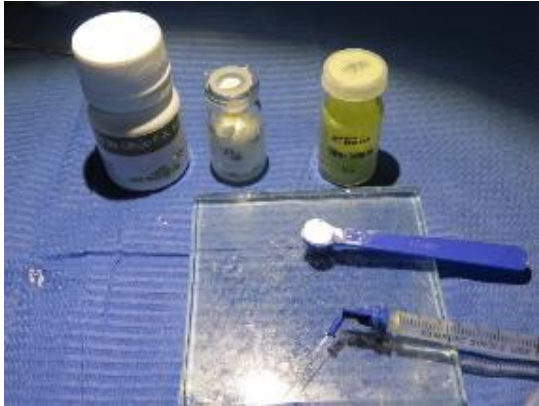
## INSTRUMENTACIÓN DE LOS CONDUCTOS



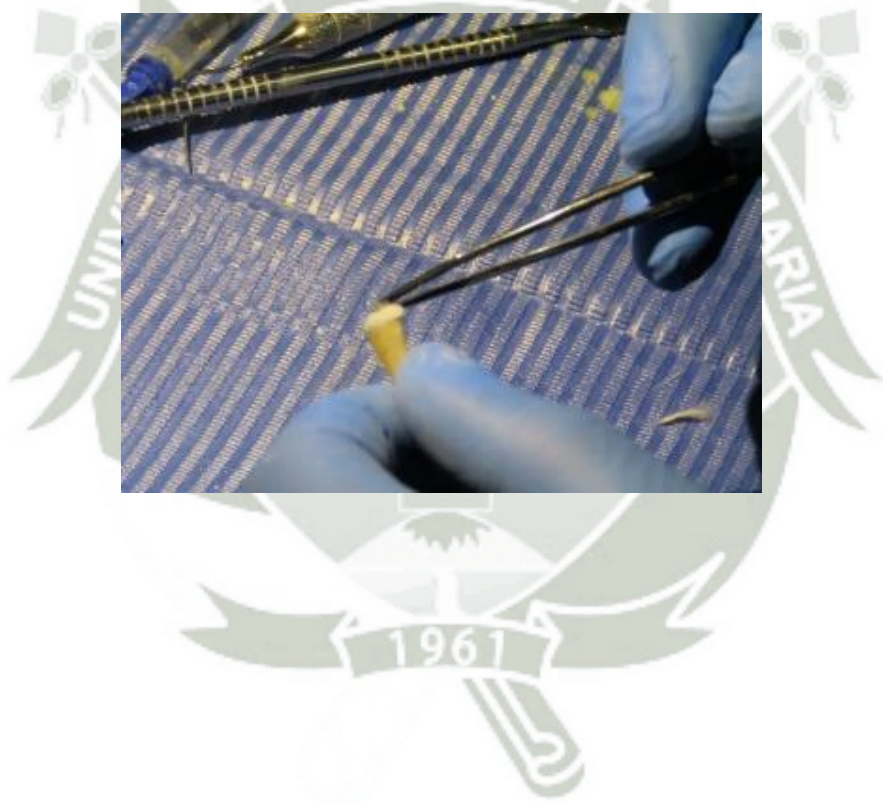
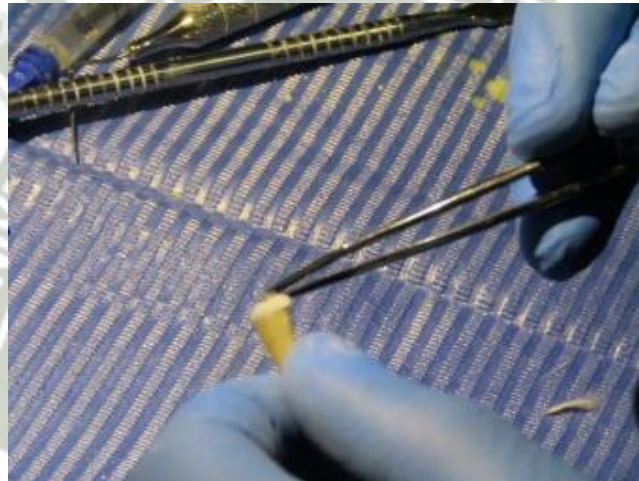
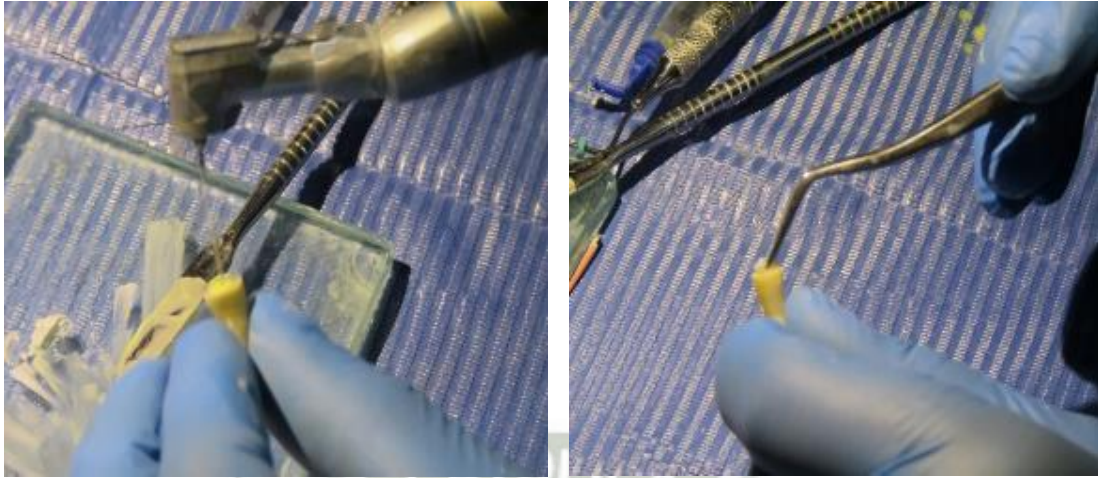
## ELABORACIÓN DE LOS CONDUCTO LATERALES SIMULADOS



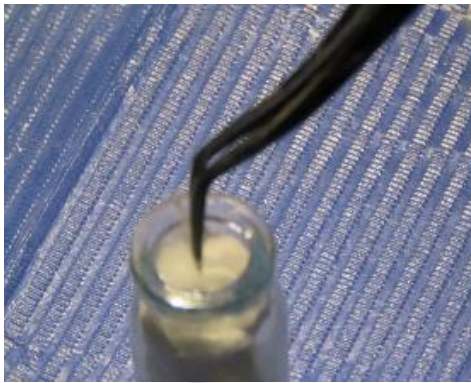
## PREPARACIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO



## LLENADO DE LOS CONDUCTOS CON HIDÓXIDO DE CALCIO



## EMPAQUETAMIENTO DE LAS UNIDADES DE ESTUDIO



## ALMACENAMIENTO DE LAS MUESTRAS



### TOMA DE RADIOGRAFIAS



### EVALUACION RADIOGRAFICA

