



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE
CHIAPAS.**

FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y
SALUD PÚBLICA.
POSGRADO DE ENDODONCIA.

TESIS

**“COMPARACIÓN DE LA
PENETRACIÓN DE DOS CEMENTOS
SELLADORES EN LOS TÚBULOS
DENTINARIOS”**

PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

PRESENTA

ANDREA CAROLINA PÉREZ ZAMBRANO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Septiembre, 2025.



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS.

POSGRADO EN ENDODONCIA.

FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y SALUD PÚBLICA.

TESIS

**COMPARACIÓN DE LA PENETRACIÓN DE DOS CEMENTOS
SELLADORES EN LOS TÚBULOS DENTINARIOS.**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA**

**PRESENTA
ANDREA CAROLINA PÉREZ ZAMBRANO.**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Septiembre, 2025.

COMITÉ TUTORAL



C.D.E.E. Martha Genive Isse Terroso.

Asesor clínico

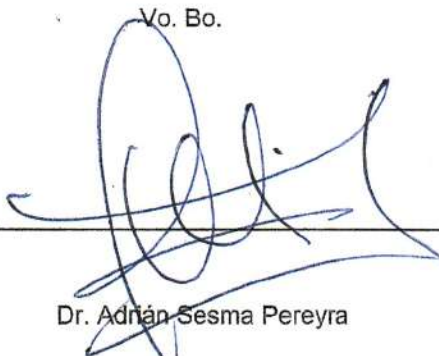
Vo. Bo.



C.D.E.E. Adrián Sesma Pereyra.

Asesor(a) Metodológico(a)

Vo. Bo.



Dr. Adrián Sesma Pereyra

Coordinador del Posgrado de Endodoncia

Facultad de Odontología

Vo. Bo.



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

SECRETARÍA ACADÉMICA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 1º. de septiembre de 2025

Oficio No. SA/DIP/0977/2025

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

C. Andrea Carolina Pérez Zambrano

CVU: 1330866

Candidata al Grado de Especialista en Endodoncia

Facultad de Ciencias Odontológicas y Salud Pública

UNICACH

Presente

Con fundamento en la **opinión favorable** emitida por escrito por la Comisión Revisora que analizó el trabajo terminal presentado por usted, denominado **Comparación de la penetración de dos cementos selladores en los túbulos dentinarios** y como Director de tesis el Dr. Adrián Sesma Pereyra (CVU: 270835) quien avala el cumplimiento de los criterios metodológicos y de contenido; esta Dirección a mi cargo **autoriza** la impresión del documento en cita, para la defensa oral del mismo, en el examen que habrá de sustentar para obtener el **Grado de Especialista en Endodoncia**.

Es imprescindible observar las características normativas que debe guardar el documento, así como entregar en esta Dirección una copia de la *Constancia de Entrega de Documento Recepcional* que expide el Centro Universitario de Información y Documentación (CUID) de esta Casa de estudios, en sustitución al ejemplar empastado.

Atentamente
"Por la Cultura de mi Raza"

Dra. Dulce Karol Ramírez López
DIRECTORA



C.c.p. Dr. Adrián Sesma Pereyra, Director de la Facultad de Ciencias Odontológicas y Salud Pública, UNICACH. Para su conocimiento.
Archivo/minutario.

EPL/DKRL/igp/gtr



Ilustración: Noé Zenteno

2025, Año de la mujer indígena
Año de Rosario Castellanos



Ciudad Universitaria, libramiento norte
poniente 1150, col. Lajas Maciel C.P. 29039.
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México
investigacionposgrado@unicach.mx

AGRADECIMIENTOS.

Quiero agradecerle a Dios la oportunidad de vivir esta maravillosa vida, por guiarme en cada uno de mis pasos. Gracias por siempre ser amoroso, protector y generoso conmigo.

A mis padres por el inmenso amor que me han regalado, por todo el apoyo cuando ni yo creía en mí misma, por todo el sacrificio que han hecho para darme el privilegio de estudiar. Una vida no es suficiente para devolverles todo lo que me han dado. Los amo con todo lo que soy.

A mi hermana, por todo su amor, su apoyo incondicional en todas las formas posibles, por toda la complicidad, por todas las risas, los regaños y las porras que siempre me has regalado.

A mis niños: los que están, los que físicamente ya no están y los que vendrán.

A mis maestros, asesores, mentores, amigos y colegas que siempre me han regalado lo mejor de ellos. Todo el conocimiento adquirido gracias a ustedes es invaluable.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

RESUMEN.	12
1.-MARCO TEÓRICO.....	13
CAPÍTULO 1.....	13
LIMPIEZA QUÍMICA DEL CONDUCTO RADICULAR	13
1.1 Tipos de irrigantes de acuerdo a su método de acción.....	16
2 TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA.....	22
2.1 Irrigación pasiva.	22
2.2 Irrigación activa.	22
3 Dispositivos para la activación de irrigantes.....	25
4 Protocolo final de irrigación.....	26
CAPÍTULO 2.....	27
OBTURACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS.....	27
2.1 Objetivo técnico.	28
2.2 Objetivo biológico.....	28
2.3 Materiales de obturación.....	29
2.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	37
3.-PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.	38
4.-JUSTIFICACIÓN.	39
5.-OBJETIVO GENERAL.	40
5.1 Objetivos específicos.	40
6.-HIPÓTESIS.	41
7.-DISEÑO DE ESTUDIO.	42
8.-METODOLOGÍA.	43
8.1 Lugar y duración.	43

8.2 Universo.	43
8.3 Unidades de observación.	43
8.4 Métodos de muestreo.	43
8.5 Tamaño de la muestra.	43
8.6 Criterios de inclusión y exclusión.	43
9.-RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
10.- PRUEBA PILOTO.	46
11.-PLAN DE ANÁLISIS.....	57
12.-ASPECTOS ÉTICOS.....	58
13.-TRABAJO DE CAMPO.....	59
13.1 Preparación de las muestras.	59
14.-RESULTADOS.....	75
15.-DISCUSIÓN.	78
16.-CONCLUSIONES.....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	84

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Datos de los cementos selladores y su penetración en milímetros dentro de los túbulos dentinarios.....	75
Tabla 2. Estadísticos descriptivos sobre valores de media, mínimos y máximos en relación a la penetración en milímetros.....	76
Tabla 3. Prueba Kruskal Wallis	77

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. Histograma.	77
-----------------------------	----

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen 1. Estandarización con regla digital vernier.	47
Imagen 2. Decoronación de piezas dentales con disco de diamante.	48
Imagen 3. Instrumentación mecanizada con Glide Path.	48
Imagen 4. Endomotor Eighteeth®, sistema de limas ProTaper Next®.	49
Imagen 5. Irrigación de conductos.	49
Imagen 6. Protocolo de irrigación final.	50
Imagen 7. Conos maestros Hygenic® y calibrador Angelus®.	50
Imagen 8.. Calibración de gutapercha.	51
Imagen 9. Cementos selladores.	51
Imagen 10. Polvos de azul de metileno.	52
Imagen 11. Sealapex® con polvos de azul de metileno.	52
Imagen 12. Cemento Sealapex® mezclado con azul de metileno.	53
Imagen 13. Cemento sellador Ah-Plus® mezclado con polvos de azul de metileno.	53
Imagen 14. Órganos dentarios obturados.	54
Imagen 15. Medición de ápices a 3 mm.	54
Imagen 16. Medición de ápices a 5 mm.	55
Imagen 17. Corte a 3 mm.	55
Imagen 18. Corte a 5 mm.	56
Imagen 19. Estandarización con regla digital vernier.	59
Imagen 20. Decoronación de piezas dentales con disco de diamante.	60
Imagen 21. Permeabilización de todos los órganos dentarios.	60
Imagen 22. División de los órganos dentarios en 2 grupos de forma aleatoria. ...	61
Imagen 23. Identificación de los órganos dentarios por medio de pintura desde tercio medio hacia apical.	61
Imagen 24. Instrumentación mecanizada con Glide Path.	62
Imagen 25. Endomotor Eighteeth®, sistema de limas ProTaper Next®.	62
Imagen 26. Irrigación de conductos.	63
Imagen 27. Activación ultrasónica de NaOCl.	63
Imagen 28. Lavado con solución fisiológica.	64
Imagen 29. Secado con puntas de papel.	64
Imagen 30. Activación de EDTA.	65

Imagen 31. EDTA actuando durante 2 minutos.	65
Imagen 32. Lavado con solución fisiológica.	65
Imagen 33. Conos maestros Hygenic® y calibrador Angelus®.	66
Imagen 34. Calibración de gutapercha.	67
Imagen 35. Cementos selladores.	67
Imagen 36. Polvo de azul de metileno.	68
Imagen 37. Cemento Sealapex® mezclado con azul de metileno.	68
Imagen 38. Cemento sellador Ah-Plus® mezclado con polvos de azul de metileno.	69
Imagen 39. Medición de ápices a 3 mm.	70
Imagen 40. Medición de ápices a 5 mm.	70
Imagen 41. Corte a 3 mm.	71
Imagen 42. Corte a 5 mm.	71
Imagen 43. Corte a 3mm obturado con Sealapex®.	72
Imagen 44. Corte a 5mm obturado con Sealapex®.	72
Imagen 45. Corte a 3 mm obturado con AhPlus®.	73
Imagen 46. Corte a 5 mm obturado con AhPlus®.	73
Imagen 47. Programa ImageJ.	74

RESUMEN.

Introducción. El éxito del tratamiento de conductos es el resultado de la combinación multifactorial, dentro de las cuales la obturación y los cementos selladores deben cumplir la función de sellar tridimensionalmente el sistema de conductos; es por ello, que la penetración de los cementos selladores dentro de los túbulos dentinarios constituye un requisito inexorable para la correcta ejecución de una exitosa terapia endodóntica, ya que mejora la interfaz entre la gutapercha y la dentina, incrementando su capacidad de sellado.

Objetivo. Comparar la penetración de dos cementos selladores dentro de los túbulos dentinarios.

Metodología. Investigación de tipo experimental, analítica y transversal. Muestra n=30 premolares unirradiculares con un solo conducto y ángulo $\leq 20^\circ$, divididos en 2 grupos (n=15), estandarización a 16 mm, instrumentación rotatoria, utilizando lima Glide Path y el sistema ProTaper Next; protocolo de irrigación final, 5 ml de NaOCl al 5.25% y activación ultrasónica por 20", 10 ml de solución fisiológica, EDTA al 17% y solución fisiológica; secado con puntas de papel y calibración de puntas de gutapercha medium. Se agregó azul de metileno a los cementos selladores (Sealapex / Ah Plus); y obturación con técnica vertical. Finalizado el fraguado se procedieron a hacer cortes a los 3 y 5 mm del ápice radicular. Los cortes fueron fotografiados y analizados con el programa ImageJ para determinar el área de penetración, se realizó una base de datos en el programa SPSS versión 25.0 para su análisis, usando la prueba de Kruskal-Wallis.

Resultados. No se encontró diferencia estadísticamente significativa en la penetración a los túbulos dentinarios en tercio apical a los cortes de 3 y 6 mm entre ambos cementos selladores.

Conclusión. El cemento sellador AH Plus mostró una penetración similar a la conseguida por el cemento Sealapex.

1.-MARCO TEÓRICO.

CAPÍTULO 1.

LIMPIEZA QUÍMICA DEL CONDUCTO RADICULAR

El principal objetivo microbiológico de la preparación químico-mecánica de los conductos radiculares infectados es la eliminación completa de los microorganismos que se encuentran dentro de ellos o la disminución de éstos niveles para que exista una cicatrización del tejido perirradicular¹. La presencia de bacterias después de procedimientos intraconductos puede influir negativamente en el resultado del tratamiento endodóntico².

Una profunda desinfección del sistema de conductos es considerada el requisito indispensable para el éxito del tratamiento. Aunque esto pueda conseguirse mediante la limpieza químico-mecánica es imposible lograr la conformación y limpieza de los conductos radiculares en su totalidad, por la complicada naturaleza anatómica de los mismos. Aún con el empleo de la instrumentación rotatoria, los instrumentos disponibles actualmente sólo pueden actuar en la parte central de los conductos, dejando aletas e istmos sin haber sido limpiados posterior a la minuciosa preparación de los mismos. Es por eso que la preparación mecánica, manual y rotatoria, debe ser combinada con una adecuada técnica de irrigación, ya que permite limpiar más allá de lo que la instrumentación puede conseguir³.

La irrigación consiste en la introducción y aspiración de solución líquida al interior de los conductos radiculares que conlleva al trabajo de limpieza y desinfección de los mismos. Los irrigantes aumentan la eliminación bacteriana y facilitan la remoción de tejido necrótico y partículas dentinarias del conducto, previniendo el empaquetamiento de tejidos duros y blandos

infectados, tanto en el área apical radicular como en tejidos periapicales⁴.

Los irrigantes deben permanecer en contacto directo con las paredes del conducto radicular para una efectiva acción, en particular en la porción apical de conductos radiculares estrechos⁵.

Los objetivos de la irrigación son^{5,8}:

- Disolución de restos pulpaes vitales o necróticos.
- Limpieza de las paredes de los conductos para eliminar los residuos que las cubren y que taponan la entrada de los túbulos dentinarios y de los conductos accesorios.
- Destrucción de las bacterias y neutralización de sus subproductos y componentes antigénicos.
- Eliminar restos de cemento, gutapercha y solventes.
- Lubricar los instrumentos para facilitar su paso y su capacidad de corte.
- Así como prevenir el oscurecimiento de la corona dental por sangre y diversos productos que pueden haber penetrado por los túbulos dentinarios de la cámara pulpar.

Para conseguir todas éstas propiedades, nuestro irrigante debe cumplir con ciertos requisitos para que se le pueda considerar como ideal para su uso durante el tratamiento de conductos. Éstos requisitos son^{5,6,8}:

- Poseer la capacidad de disolver tejido orgánico.
- Ser antimicrobiano de amplio espectro.
- Efecto antimicrobiano prolongado.
- Ser eficaz contra microorganismos anaerobios y facultativos organizados en biofilms.
- Tener capacidad de inactivación endotoxinas.

- Prevenir la formación de dentritus o lodillo dentinario durante la instrumentación o poder disolverlo una vez formado.
- No debe ser tóxico para los tejidos periodontales y con un potencial bajo para ocasionar alguna reacción anafiláctica.
- Debe permanecer estable en solución.
- Estar activo en presencia de sangre, suero y derivaos proteícos de los tejidos.
- Tener una tensión superficial baja.
- No interferir en la reparación de los tejidos periapicales.
- Poder inactivarse en un medio de cultivo.
- No inducir una respuesta inmunitaria mediada por células.
- No ser antigénico, no tóxico y no carcinógeno para las células tisulares que rodean al diente.
- No interferir en las propiedades físicas de la dentina expuesta.
- No interferir en la capacidad de sellado de los materiales de obturación.
- Ser fácil de aplicar.
- Ser económico.

Hasta este momento no existe un irrigante con todas esas propiedades. Es por esta razón que, con el paso de los años, se han empleado diferentes tipos de sustancias, con el fin de aprovechar y/o combinar sus diferentes propiedades.

1.1 Tipos de irrigantes de acuerdo a su método de acción.

1.1.1 Por su acción antimicrobiana.

1.1.1.1 Hipoclorito de sodio.

El hipoclorito de sodio (NaOCl) fue producido por vez primera en Francia, en el año de 1789. Fue utilizada como antiséptico en hospitales en los que se recomendaba como solución al 0.5% para tratar heridas durante la primera guerra mundial, por un médico de nombre Dakin⁷. Desde 1936 fue utilizado como irrigante intraconductos, por la recomendación de Walker. Grossman y Meiman demostraron su habilidad química para disolver tejido pulpar en estado necrótico y en estado vital³.

Es una de las sustancias más empleadas, la cual se trata de un compuesto halogenado⁸ con un efecto antibacteriano superior comparado con otros desinfectantes que han sido usados dentro del sistema radicular⁹.

El NaOCl comercialmente se puede encontrar a concentraciones desde 0.5% hasta 6%³. Evidentemente a mayor concentración, mejores son sus propiedades solventes y antibacteriales pero también se incrementa su efecto tóxico si alcanza tejidos periapicales⁸, posee un pH alcalino de entre 12 y 13, y es hipertónico.

En 2002, Estrela indicó que el hipoclorito de sodio muestra un equilibrio dinámico¹⁰:

- Reacción de saponificación: actúa como disolvente orgánico y de grasa, transformando esos ácidos grasos (aceites y grasas) en sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol (alcohol), para reducir la tensión superficial de la solución residual.
- Reacción de neutralización: el hipoclorito de sodio neutraliza los

aminoácidos para formar agua y sal. Con la salida de iones de hidroxilo, el pH se reduce.

- Formación de ácido hipocloroso: cuando el cloro se disuelve en agua y está en contacto con materia orgánica, forma ácido hipocloroso, un ácido débil de fórmula química HOCl que actúa como oxidante. El HOCl y los iones de hipoclorito (OCl^-) producen degradación e hidrólisis de los aminoácidos.
- Acción disolvente: para liberar cloro que se combina con los grupos amino (NH) de las proteínas para formar cloraminas (reacción de cloraminación). Las cuales impiden el metabolismo celular.
- Alto pH: la eficacia antimicrobiana del hipoclorito de sodio, basada en su alto pH (acción de los iones hidroxilo), es similar al mecanismo de acción del hidróxido de calcio. El pH elevado interfiere en la integridad de la membrana citoplásmica debido a la inhibición enzimática irreversible.

De las sustancias actuales, el hipoclorito de sodio parece ser la solución ideal, ya que abarca algunos requerimientos primordiales como irrigante, entre ellos: una potente acción antibacteriana contra esporas, hongos y virus³. La concentración del 5,25% no sólo es efectivo contra formas vegetativas sino también contra esporas; además, es capaz de eliminar patógenos organizados en biofilm y en túbulos dentinarios, así como lograr la inactivación de endotoxinas propias de los organismos gram negativos¹¹.

Baumgartner y Cuenin, en 1992, evaluaron mediante el microscopio electrónico de barrido (MEB) la limpieza de las paredes instrumentadas y de las no instrumentadas empleando soluciones de hipoclorito sódico a varias concentraciones¹². Gordon y cols. 1981, demostraron que soluciones de NaOCl al 3% y 5% son igual de efectivas en cuanto la disolución de tejido vital, y superiores a las concentraciones de 1%¹³.

Roland Hand y cols. en 1981, demostraron que la dilución de NaOCl disminuye significativamente la propiedad de disolver tejido necrótico. Su concentración al 2.5% fue tan solo un tercio de efectiva en comparación con la concentración de 5.25%¹⁴.

Por su parte, se ha demostrado que la actividad antimicrobiana se encuentra estrechamente relacionada con la concentración, es decir, en altas concentraciones se necesita menos tiempo para evitar la reproducción bacteriana en comparación con las bajas concentraciones de hipoclorito. Gómez y cols. demostraron que el NaOCl al 5.25% elimina *E. Faecalis* en 30 segundos mientras que las concentraciones de 0.5% y 2.5% requieren de 10 a 30 minutos, pudiendo disolver la pulpa en un tiempo de 20 minutos a 2 horas¹⁵. Se recomienda aumentar la efectividad de las bajas concentraciones de NaOCl utilizando grandes volúmenes de irrigante, un recambio frecuente o presencia de irrigante en el conducto por períodos de más largos.

Estudios han demostrado que al aplicar calor a una sustancia se aumenta la energía cinética de las moléculas, las cuales contactarán más rápido y producirán la desintegración de las superficies que contacten en un tiempo menor. Por lo que el aumento de la temperatura ofrece un efecto positivo sobre las propiedades bactericidas y disolventes, pero que no afecta la estabilidad química de la solución, aunque se recomienda precaución al desconocerse los daños que puede causar a los tejidos periapicales¹⁶.

Pero también se tienen desventajas con este irrigante, como ^{5,6,8}:

- Alta citotoxicidad.
- Altamente irritante si se extruye a tejidos periapicales.
- No tiene capacidad de penetrar y limpiar porciones estrechas confinadas al sistema de conductos si no se activa.

- Ineficiente en la remoción de barrillo dentinario.
- Degrada el colágeno de la dentina, pudiendo afectar en la fase restauradora del órgano dentario afectado.
- Corrosivo para el instrumental si se utiliza en largos períodos de tiempo.

Es debido a las desventajas que presenta el hipoclorito que se han realizado estudios para modificar su pH y potencializarlo. Ya que todas las soluciones disponibles comercialmente son alcalinas³.

1.1.2 Por su acción quelante.

Existen agentes orgánicos, que se han propuesto para uso clínico, los cuales son relativamente no irritantes, y a su vez son capaces de desmineralizar la dentina y/o las calcificaciones en los conductos radiculares. Estos son los compuestos quelantes. El término quelante proviene del griego “*chele*” que significa pinza de cangrejo¹⁷.

1.1.2.1 EDTA.

El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) fue introducido en 1957 por Nygaard-Ostby para ayudar en la preparación de los conductos radiculares estrechos y calcificados, recomendando su uso al 15%¹⁸.

El EDTA forma complejos estables con el calcio propio de la dentina radicular estableciendo un equilibrio y deteniendo así la disolución del material inorgánico, autolimitando sus propiedades¹⁷.

Posee la capacidad de desarticular biofilms que se encuentren adheridos a las paredes del conducto radicular, por lo cual la capacidad de reducción de la microbiota es alta a pesar de que sus propiedades antisépticas son limitadas³. Calt y Serper en 2002 demostraron que después de 1 minuto de

exposición a 10 ml de EDTA fue suficiente para remover el barro dentinario¹⁸. Pero la exposición excesiva ocasiona una excesiva erosión sobre todo cuando es combinado con NaOCl más que por acción sola del EDTA³. Por lo cual es aconsejable el uso de agentes que contengan EDTA en un lapso de entre 1 y 5 minutos¹⁹. La eliminación del barrillo dentinario con EDTA mejora el efecto antibacteriano de los agentes desinfectantes de uso local en las capas más profundas de la dentina²¹.

Se pueden encontrar en el mercado en presentaciones tanto líquidas como geles, no existen estudios comparativos sobre la efectividad entre ambos tipos de productos para desmineralizar la dentina, es posible que el pequeño volumen del conducto radicular contribuya a una rápida saturación del químico y pierda su efectividad por lo que es recomendable el uso de productos líquidos y riego continuo para un recambio total¹⁹.

En el caso de la irrigación final, Hulsmann y cols¹⁷ recomiendan el uso de EDTA al 17% lo que reduce la extensión de la capa de barrillo dentinario que aún se encuentre dentro del conducto, que a su vez da como resultado paredes más limpias y una mejor adaptación del material de obturación. En el 2010 Haapasalo y cols¹⁹ demostraron que la irrigación final con NaOCl posterior a la irrigación con EDTA puede provocar una desmineralización excesiva de la dentina peritubular; dentina que libera colagenasa lo que puede afectar al sellado de la interfase entre el material de obturación y la dentina del órgano dentario.

Actualmente casi todos los fabricantes de instrumentos de níquel-titanio recomiendan su uso como lubricante durante la preparación rotatoria de los conductos radiculares.

1.1.3 Otros irrigantes.

Existen otras soluciones de irrigación que son empleadas en el tratamiento

de conductos, los cuales incluyen agua estéril, solución salina, entre otras. Estas soluciones no poseen actividad antimicrobiana al utilizarse solos y tampoco pueden disolver tejido¹.

1.1.3.1 Solución Salina.

Este tipo de solución no posee ningún tipo de efecto sobre la eliminación de barrillo dentinario²¹. Por lo que no es aconsejable su uso durante el tratamiento como irrigante solo. Además, que corre el riesgo de contaminación al ser mal manipulados una vez que su envase se ha abierto y no se almacene en las condiciones óptimas.

2. TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA.

Debido a las complejas anatomías que se presentan dentro de las raíces de los órganos dentarios es que es de vital importancia que nuestras soluciones irrigantes puedan alcanzar el tercio apical radicular, de forma rápida y eficiente debido a todas las ramificaciones que se pueden encontrar, y que, significan vías de comunicación para que las bacterias y sus productos lleguen al espacio del ligamento periodontal³.

El uso de NaOCl en sus diferentes concentraciones nos ayudan a eliminar la materia orgánica, pero también debemos tener en cuenta que se necesita eliminar la materia inorgánica, también conocido como smear layer, para obtener un mayor éxito en nuestros tratamientos. Al eliminar este barrillo dentinario se aumenta la permeabilidad de los túbulos dentinarios, mejorando la penetración del material de obturación²².

2.1 Irrigación pasiva.

También llamada técnica de irrigación convencional, consiste en llevar el irrigante al conducto radicular con ayuda de una jeringa con agujas de diversos calibres; introduciendo y retirando de forma gentil²³, y holgada, la aguja dentro del conducto para permitir el flujo de nuestro irrigante y su salida hacia coronal.

2.2 Irrigación activa.

2.2.1 Activación manual.

Se puede utilizar un cono de gutapercha adaptado al conducto, con previa instrumentación, con movimientos gentiles dentro y fuera del conducto

radicular para producir un efecto hidrodinámico y mejorar el alcance de nuestra solución irrigante hacia la región apical³.

También es útil recordar que para obtener mayor efectividad del irrigante debe estar en contacto con la superficie radicular, algo que es difícil en la zona más apical debido a la burbuja de vapor formada por la mezcla de amonio y dióxido de carbono que resulta del contacto del NaOCl con el material orgánico dentro del conducto radicular²⁴. Chow²⁵ desde el año de 1983, realizó estudios donde encontró que existe una alta probabilidad de encontrar una burbuja de aire, *vapor lock*, dentro de los conductos radiculares, la cual no puede ser rodeada o desplazada por el irrigante, dificultando su llegada a los confines del órgano dentario.

Por las razones antes expuestas es que es necesario apoyarnos de la técnica denominada “lima de pasaje” en donde se usa una lima flexible de bajo calibre (#8 o #10) con la que haremos ligeros movimientos, pero sin agrandar el diámetro apical. Llevándola 1 mm más allá de nuestra longitud de trabajo³.

2.2.2 Activación mecánica.

Richman²⁶ en 1957 comenzó con el uso de instrumentos ultrasónicos para lograr una mejoría de la limpieza de los conductos radiculares, pero fue hasta el año de 1982 cuando Cunningham y Martin²⁷ definieron a la irrigación ultrasónica como tal. Tronstat²⁸ en 1985 comenzó a utilizar elementos sónicos para la activación del irrigante.

Existen dos maneras de activar a los irrigantes: ultrasónica y sónica. En la primera la lima oscila de modo transversal con series de nodo y antinodo que avanzan en toda su longitud. En el caso de las limas sónicas, poseen un nodo junto al conductor y un gran antinodo en la punta²².

2.2.3 Irrigación Ultrasónica Pasiva.

Se han descrito dos tipos de irrigación ultrasónica: uno en donde la irrigación se combina con instrumentación sónica (IU) y otro sin la instrumentación simultánea, irrigación ultrasónica pasiva (IUP)⁶. Induciendo el flujo acústico y/o cavitación del irrigante, mejorando el efecto de lavado mecánico²⁹. Además, que eleva la temperatura del NaOCl, volviéndolo muy eficaz en la disolución de tejido orgánico, y facilitando la remoción de tejido pulpar, bacterias, barrillo dentinario y restos de dentina³⁰.

2.2.4 Irrigación sónica activada.

Trabaja a una frecuencia de 1-6 kHz²⁹; generando mayor amplitud en sus movimientos, es decir, un mayor movimiento hacia atrás y hacia delante de la punta³. Por lo que ha demostrado ser eficiente en la limpieza de los conductos radiculares gracias a su gran amplitud de desplazamiento³¹.

La generación de los movimientos oscilatorios mediante los dispositivos sónicos contemporáneos puede lograrse utilizando limas metálicas con púas, puntas de aguja convencionales con salidas laterales o puntas de polímero desechables³².

3. Dispositivos para la activación de irrigantes.

Actualmente existen en el mercado diferentes dispositivos que nos ayudan con la activación sónica de nuestros agentes irrigantes, como el sistema Waterpik.

3.1 Waterpik FLA-220.

El Waterpik Power Flosser de la casa comercial Waterpik es un dispositivo con puntas flexibles de nylon, el cual esta clínicamente probado como hilo dental que se desliza entre los dientes para limpiar la placa dental. El Waterpik Flosser genera 10,000 movimientos suaves por minuto para eliminar la placa dentobacteriana por encima y por debajo de la línea de las encías. El diseño ergonómico del mango permite un fácil uso con una sola mano³³.

Shenoy y cols³⁴ en 2013, examinaron la capacidad del Waterpik FLA-220, para activar el irrigante, en relación del *costo – beneficio* que ofrece. También encontraron que reduce, de manera significativa, la formación de colonias bacterianas. Para el año de 2018, Chaudhari y cols³⁵ realizaron un estudio in vitro en donde comprobaron su gran efectividad para la remoción de debris dentinario gracias a la activación que proporcionó el aparato.i. Y en un estudio realizado por Aalmohamed y cols³⁶ obtuvieron muy buenos resultados con el Waterpik para remover barrillo dentinario en tercio apical, esto, atribuido a su baja frecuencia oscilatoria.

4. Protocolo final de irrigación.

Aalmohamed y cols³⁶ demostraron que lavar, al término del proceso de instrumentación, con 5 ml de EDTA al 17% seguido por 5 ml de NaOCl al 5.25% y activado con WaterPik se obtienen mayores rangos de eficacia para la eliminación del barrillo dentinario.

Por su parte Yamada y cols³⁷ estudiaron la eficacia de instrumentar el conducto radicular con 1 ml de NaOCl al 5.25% entre cada instrumento y con un protocolo final con 20 ml de varias combinaciones de soluciones, obteniendo que el irrigar con 10 ml de EDTA al 17%, seguido de 10 ml de solución de NaOCl al 5.25% fue el más eficaz, observado bajo el microscopio electrónico de barrido.

En el año 2000, Calt y Serper³⁸ investigaron los efectos de la irrigación con 10 ml de EDTA al 17% durante un período de 2 minutos, seguido de una irrigación final con 10 ml de NaOCl al 5%, recomendando no excederse en tiempo de exposición para evitar la erosión excesiva de la dentina.

Un estudio realizado por Galler y cols³⁹ demostraron que la activación sónica resultó ser la que alcanzó mayores niveles de profundidad en los túbulos dentinarios de todos los tercios apicales. Recalcando la importancia de la activación de los irrigantes en el protocolo de irrigación final.

CAPÍTULO 2.

OBTURACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS.

El éxito del tratamiento de conductos está basado desde el diagnóstico y la planificación del tratamiento a realizar; el conocimiento de la anatomía y morfología de los órganos dentales; conceptos tradicionales de conformación y desinfección exhaustiva, así como la obturación tridimensional de los conductos radiculares para que posteriormente lleve un proceso de rehabilitación protésica de acuerdo a las necesidades del diente³⁹.

También es importante señalar que uno de los principales objetivos del tratamiento endodóntico es la eliminación de microorganismos que se encuentran dentro de los conductos radiculares para evitar fracasos del tratamiento y reinfecciones futuras debido a que persistan microorganismos que pueden persistir en áreas como los conductos laterales y túbulos dentinarios ya que son áreas que pueden resultar de difícil acceso para los irrigantes, medicamentos e incluso del trabajo manual-mecánico⁴⁰. Sin olvidar zonas anatómicas como istmos, ramificaciones, deltas apicales, conductos accesorios en las cuales existe una gran posibilidad de encontrar bacterias residuales, esto gracias a la comunicación con la membrana periodontal, lo que podría ocasionar una vía perio-endodóntica para la penetración bacteriana hacia y desde el periodonto⁴¹.

Ingle y colaboradores encontraron que el 58% de los fracasos se deben a una obturación incompleta, lo que está estrechamente relacionado con una mala preparación mecánica; así como, con errores de procedimiento, como pérdida de longitud, perforaciones, transporte de conductos, pérdida del sellado coronal y/o fractura radicular vertical³⁹.

Es por ello que se necesitan alcanzar los objetivos de la obturación tanto técnico como biológico⁴²:

2.1 Objetivo técnico.

Busca rellenar la totalidad del sistema intraconductos con un material estable, que se mantenga de forma permanente dentro de él para conseguir un sellado lo más hermético posible pero que no sobrepase los límites anatómicos, es decir, el periodonto. Razón por la que se pone mucho énfasis en la importancia de que la calidad de la obturación sea la misma a lo largo de toda la extensión del conducto; y en el caso del sellado coronal es importante porque muchos materiales de restauración pueden permitir un cierto grado de filtración marginal por el paso de saliva y bacterias que alcanzan el material de obturación, y en el caso del sellado apical ya que pueden existir bacterias que pueden colonizar de nuevo en un conducto mal obturado, gracias al suministro de sustrato necesario para desarrollarse⁸.

2.2 Objetivo biológico.

Busca no llevar ninguna clase de productos tóxicos al periápice, se dan las condiciones apropiadas para la reparación periapical por medio de los propios medios de defensa para la eliminación de bacterias, componentes antigénicos y restos hísticos necróticos que hayan quedado cerca del ápice y completar la reparación⁸.

Para conseguir los objetivos ideales es necesario contar con una técnica de obturación previamente seleccionada de acuerdo a las habilidades, anatomía del caso, y recursos con los que se cuenten. Todo ello para lograr la adecuada adhesión de la gutapercha a las paredes del conducto y conseguir el sellado hermético tridimensional óptimo.

2.3 Materiales de obturación.

Se ha realizado una clasificación de los materiales empleados en la obturación: materiales en estado sólido (conos de gutapercha y de plata) y materiales en estado plástico (cementos y pastas). Aunque es una clasificación muy objetiva, es necesario en los tratamientos endodónticos el lograr un binomio entre ambos materiales⁴³. Actualmente, el método de obturación más aceptado utiliza un núcleo sólido o semisólido, como la gutapercha, y un cemento sellador del conducto radicular⁴⁴.

Grossman⁴⁵ en 1988 describió las propiedades del material ideal de obturación:

- Fácil de manipular, con tiempo de trabajo amplio.
- Dimensionalmente estable, sin tendencia a contraerse después de ser insertado.
- Sellador del conducto en sentidos lateral y apical, con adaptación a su compleja anatomía interna.
- No causa irritación de los tejidos periapicales.
- Impermeable a la humedad y no poroso.
- No afectado por los fluidos tisulares; sin corrosión ni oxidación.
- Inhibidor del crecimiento bacteriano.
- Radiopaco y fácil de observar en las radiografías.
- No tiñe la estructura dental.
- Estéril.
- Fácil de extraer del interior del conducto, de ser necesario

2.3.1 Gutapercha.

Es el material más popular usado para la obturación. Está elaborada a base

un polímero natural llamado Isopreno y su uso en la odontología se remonta a hace más de 125 años.

Posee como principales ventajas: plasticidad, sencilla manipulación, mínima toxicidad, radiopacidad y fácil eliminación con calor o solventes. Y como desventajas destacan la falta de adhesión a la dentina al calentarse y su retracción al enfriarse. Los conos de gutapercha están formados por un 20% de gutapercha, 65% de óxido de zinc, 10% de sustancias radiopacas y 5% de plastificantes³⁹.

Shilder y cols⁴⁶ hablaron de las propiedades de la gutapercha y como su química molecular puede verse afectada por las temperaturas a las que sea sometida, convirtiéndola en una masa fundida en altas temperaturas, pero que se puede convertir en un sólido rígido a bajas temperaturas. Estas formas se denominan “alfa” y “beta” respectivamente. Siendo la fase cristalina “beta” la más comercial dentro de la industria odontológica.

La forma α se funde cuando se calienta por encima de 65°. Si se enfría muy lentamente, la forma α vuelve a cristalizar. El enfriamiento habitual conduce a recristalización de la forma β . A pesar de que ambas formas tienen las mismas propiedades mecánicas, cuando la gutapercha en forma α es calentada y enfriada experimenta menos contracción, ofreciendo mayor estabilidad dimensional en las técnicas termoplastificadas³⁹.

2.3.2 Cementos selladores.

Los cementos selladores son importantes durante la obturación de los conductos radiculares porque sellan el espacio entre la pared dentinaria y la gutapercha. Llenan todos los espacios y todas las irregularidades dentro del sistema de conductos radiculares, desde los conductos principales, los

laterales y los conductos accesorios, así como los espacios que resultan entre las puntas de gutapercha durante la obturación con la técnica de condensación lateral³⁹.

Grossman⁴⁷ en 1958 puntualizó las propiedades del cemento sellador ideal, actualmente ningún cemento sellador cumple todos esos criterios:

- Ser pegajoso durante la mezcla, para proporcionar una buena adherencia con la pared del conducto una vez fraguado.
- Proporcionar un buen sellado hermético.
- Ser radiopaco.
- No contraerse al fraguar.
- No teñir la estructura dental.
- Ser bacteriostático.
- Fraguar lentamente.
- Ser insoluble en los fluidos tisulares.
- Ser bien tolerado por los tejidos perirradiculares.
- Ser soluble en un disolvente común si debe eliminarse la obturación del conducto radicular.

2.3.2.1 Propiedades físicas.

Los cementos selladores se enumeran en la especificación ANSI/ADA No. 57, Endodontic Sealing Material 2000⁴⁸ (reafirmada en 2012). Esta especificación es para material usado en el sellado intraconducto durante el tratamiento endodóntico. Esta especificación es una adaptación de la ISO6876:2001. La norma ANSI/ADA No. 57 describe varios métodos de prueba para evaluar las propiedades físicas de los materiales endodónticos empleados como selladores y rellenos.

Estos se clasifican en dos categorías:

- Materiales tipo I: están destinados a ser usados con un núcleo central
 - Clase 1: Materiales en forma de polvo y líquido que fraguan a través de un proceso distinto de la polimerización.
 - Clase 2: Comprende sistemas de polímero y resina que fraguan mediante la polimerización.
- Materiales tipo II que están destinados a emplearse con o sin núcleo central o sellador.
 - Las subclases de los materiales tipo II son iguales que las de los materiales tipo I, excepto por incluir también amalgamas metálicas.

La mayoría de las normas establecidas en realidad sólo representan guías que no han tenido un efecto significativo sobre las prácticas industriales.

2.3.2.2 Propiedades biológicas.

La norma ANSI/ADA No. 41⁴⁸ recomienda varios protocolos para la evaluación biológica de los materiales odontológicos, incluyendo las normas para evaluar a los materiales de obturación. Entre estos métodos se incluyen evaluaciones de toxicidad general, evaluación de la citotoxicidad in vitro, análisis de sensibilización, análisis de mutagenicidad, pruebas de implantación y de uso. Los materiales de obturación son generalmente tóxicos, y ninguno cumple con las expectativas expresadas en la norma. No obstante, los métodos descritos en estas especificaciones se pueden emplear para poder distinguir a los que son más tóxicos.

Los materiales que son menos tóxicos producen una agresión química más corta y de menor intensidad para el tejido pulpar apical remante y en el

periodonto. Si el área de la herida de libre de bacterias cuando se produce la necrosis química inicial, por cementos selladores que contiene formaldehído, no existe razón para creer que no se lleve a cabo la reparación tisular conforme disminuya la irritación que se da al inicio. La irritación tisular puede existir debido a la fagocitosis de las partículas del material, pero el resultado no debe ser una lesión progresiva⁴⁹.

2.3.3 Tipos de cementos selladores.

Actualmente existen en el mercado una gran variedad de cementos selladores que se encuentran fácilmente disponibles en el mercado y se dividen en diferentes grupos de acuerdo a su composición química⁴⁹:

- A base de hidróxido de calcio (Sealapex).
- A base de resina Epóxica (AH Plus).
- A base de óxido de zinc y eugenol.
- A base de ionómero de vidrio.
- A base de silicato de calcio.

2.3.3.1 Cementos selladores a base de hidróxido de calcio.

Los cementos selladores elaborados a partir de hidróxido de calcio se comenzaron a fabricar con el propósito de brindar las mismas cualidades de este compuesto, pero un estado puro, con el fin de mejorar las propiedades biológicas del cemento sellador. Fueron creados con el fin de obtener el beneficio de la acción antimicrobiana y osteocementogénico del hidróxido de calcio, pero que tales bienes son discutidos en la literatura. Además, que no son lo suficientemente adhesivos al sustrato, lo que infiere a un correcto sellado del conducto radicular, al ser comparado con otros cementos. Este tipo de cementos con base de hidróxido calcio otorgan propiedades como actividad antimicrobiana por la liberación de iones de hidroxilo y poseen un

Ph alcalino, además estimula la cicatrización mediante la generación de tejido mineralizado^{39,50}.

2.3.3.1.1 Sealapex.

Sellador a base de hidróxido de calcio que se presenta en dos pastas, una base y un catalizador. Una vez mezclado tarda tres semanas en alcanzar su fraguado final en humedad al 100%. En un ambiente seco, nunca fragua. Presenta ventajas como fluidez, plasticidad y corrimientos adecuados, baja estabilidad dimensional y solubilidad elevada lo que le permite liberar hidróxido de calcio hacia los tejidos, adhesión aceptable con la dentina y actividad antimicrobiana apenas se manipula la base y el catalizador⁵¹.

2.3.3.2 Cementos selladores a base de resina.

Schröder³⁹ idealizó el cemento a base de resina plástica, que es una combinación macromolecular sintética del grupo de resinas epoxi. Los cementos a base de resina plástica se indican con frecuencia por su excelente adherencia a la dentina y hay muchos estudios que atestiguan su satisfactoria capacidad de sellado marginal, además no contienen eugenol. Existen dos grandes categorías, las resinas epoxi y las resinas de metacrilato⁵².

2.3.3.2.1 AH Plus

El cemento sellador de conductos radiculares AH Plus® está elaborado con una fórmula a base de resina que cuenta con un sistema de mezcla pasta-pasta 1:1 para una preparación rápida y fácil. Según el fabricante, se caracteriza por muy buenas propiedades mecánicas, alta porosidad, excelente estabilidad dimensional y baja solubilidad para un sellado duradero y seguro; características de flujo sobresalientes para fluir y sellar

conductos laterales, biológicamente inerte, sin plata para no decolorar dientes, compatible con cualquier técnica de obturación. Ofrece tiempo de trabajo de cuatro horas y un tiempo de secado de ocho horas⁵³.

2.3.3.3 Cementos selladores a base de óxido de zinc y eugenol.

Los cementos selladores a base de óxido de zinc y eugenol tienen una larga historia de éxito durante bastantes años. Éstos son reabsorbidos si son extruidos a los tejidos perirradiculares. Ofrecen un tiempo prolongado para su endurecimiento, cierta contracción al fraguar, solubilidad y pueden pigmentar la estructura dental. También poseen propiedades antimicrobianas.

El eugenol, componente líquido e incoloro, o color amarillo claro, es antiséptico con capacidad quelante en presencia del óxido de zinc⁵².

2.3.3.4 Cementos selladores a base de ionómero de vidrio.

Fue introducido como cemento sellador en el año de 1991, sugiriéndose inicialmente para ser utilizado como cono único sin la necesidad de condensación lateral convencional con el objetivo de disminuir la posibilidad de crear fracturas radiculares.

Entre las ventajas de este material se mencionan la adhesión a la dentina, por lo que se adapta a las paredes del conducto, buena radiopacidad, contracción mínima, excelente estabilidad dimensional, buen sellado y escasa irritación tisular. Sin embargo, su principal desventaja es la dificultad para ser retirado en caso de ser necesario un retratamiento, debido a que no existe algún solvente para el ionómero de vidrio⁵².

2.3.3.5 Cementos selladores a base de silicato de calcio.

Última generación de cementos selladores bioactivos. Son una extensión de materiales a base de MTA, que es altamente hidrófilico. Los cuales reaccionan con agua y forman una mezcla con un pH altamente alcalino (pH 12), su rango de tiempo para fraguar inicia a los 165 minutos y necesita alrededor de 6 horas para su fraguado final, lo que representa una desventaja en ciertos tratamientos, pero no en su uso como cemento sellador.

Contienen, frecuentemente, como radio-opacador óxido de bismuto pero a la pigmentación que puede ocasionar en la dentina: café ante hipoclorito de sodio, gris en presencia de clorhexidina, e incluso negro ante glutaraldehído es que se ha optado por reemplazarse por óxido de zirconia u óxido de tantalio en otras fórmulas ya que sin el radio-opacador no sería distinguible en la radiografía⁵².

2.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Durante el tratamiento de conductos el sellado apical tridimensional es la última fase, pero no por ello la menos importante, ya que de ello depende evitar la microfiltración de bacterias desde el exterior, ya sea por el acceso de la cámara pulpar, algún conducto accesorio, algún conducto lateral, así como por el ápice hacia los conductos radiculares, y logrando así su éxito a largo plazo.

La obturación debe abarcar todo el sistema de conductos radiculares, y para lograrlo necesitamos el apoyo de un excelente cemento sellador que nos facilite el acceso a todas esas zonas donde la gutapercha no pueda penetrar. Existen diversos cementos selladores en el mercado, algunos están hechos a base de hidróxido de calcio, resina epóxica, mejorando la biocompatibilidad con el organismo y sus tejidos adyacentes, logrando un sellado tridimensional mucho más óptimo. La elección de este cemento suele ser una elección personal del operador, teniendo en cuenta su accesibilidad, de acuerdo al caso que se presente y la disponibilidad económica que posea para invertir en materiales.

3.-PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Qué cemento sellador entre Sealapex (Sybron/Kerr®) y AH Plus (Dentsply Sirona®), obtendrá mejor efectividad en la penetración de túbulos dentinarios?

4.-JUSTIFICACIÓN.

Un tratamiento de conductos exitoso se basa en la correcta desinfección y conformación de los conductos radiculares, así como la eficiente obturación de los mismos. Durante la obturación se utiliza, en combinación, gutapercha y cemento sellador, los cuales los clínicos eligen dependiendo de la complejidad anatómica que aborden. Por esas complejidades es que se han ido desarrollando diferentes cementos selladores, ofreciendo mayor adhesión entre la gutapercha y el conducto radicular.

Es por eso que este estudio busca comparar dos tipos de cementos selladores: Sealapex (Sybron/Kerr®) y AH Plus (Dentsply Sirona®), con la finalidad de conocer cual ofrece una mayor capacidad de penetración hacia los túbulos dentinarios, y así poder tomar una correcta decisión al momento de elegir nuestro cemento durante la práctica.

5.-OBJETIVO GENERAL.

Observar la capacidad de penetración en los túbulos dentinarios de dos diferentes cementos selladores: Sealapex (Sybron/Kerr®) y AH Plus (Dentsply Sirona®).

5.1 Objetivos específicos.

Determinar la penetración en los túbulos dentinarios al usar Sealapex (Sybron/Kerr®).

Determinar la penetración en los túbulos dentinarios al usar AH Plus (Dentsply Sirona®).

Comparar los resultados obtenidos del sellado apical entre Sealapex (Sybron/Kerr®) y AH Plus (Dentsply Sirona®).

6.-HIPÓTESIS.

Hipótesis Nula (Ho): El cemento sellador Sealapex demostrará mayor capacidad de penetración en los túbulos dentinarios a comparación del cemento AH Plus.

7.-DISEÑO DE ESTUDIO.

Investigación de tipo experimental, analítico y transversal.

8.-METODOLOGÍA.

8.1 Lugar y duración.

Clínica de posgrado en endodoncia de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas de Febrero a Mayo 2022.

8.2 Universo.

30 premolares unirradiculares permanentes con un solo conducto.

8.3 Unidades de observación.

Fotografías analizadas en el programa ImageJ.

8.4 Métodos de muestreo.

Muestreo probabilístico aleatorio por conglomerado.

8.5 Tamaño de la muestra.

4 premolares.

8.6 Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- Premolares unirradiculares permanentes con un solo conducto.
- Premolares unirradiculares con ápices completamente maduros.
- Premolares sin hipercementosis apical.
- Dientes que no presenten fracturas o fisuras en el ápice radicular.

Criterios de exclusión:

- Premolares multirradiculares
- Premolares con dos conductos en unirradicular.
- Premolares con ápices inmaduros.
- Premolares que presenten hipercementosis apical.
- Premolares que presenten fracturas o fisuras en su porción radicular.
- Premolares que presenten caries radicular.

9.-RECOLECCIÓN DE DATOS.

La recolección de datos se realizó con la ayuda de fotografías tomadas con una cámara con lente 50 mm macro. Las fotografías fueron analizadas por el software Image J versión 1.54f, con una escala en milímetros para medir la penetración de los cementos en los túbulos dentinarios; esta información se vació en un formato en el programa Excel Microsoft Windows 11, posteriormente se utilizó el programa estadístico SPSS versión 25.0 para el análisis estadístico, la elaboración de tablas y gráficos de los resultados.

10.- PRUEBA PILOTO.

- La prueba piloto se llevó a cabo en 4 premolares unirradiculares con conductos únicos extraídos.
- Se realizó la estandarización de los órganos dentarios a una longitud de 16 mm desde el ápice anatómico utilizando regla de vernier digital (Imagen 1).
- Se realizaron los cortes con disco de diamante #9180 y pieza de mano de baja velocidad (Imagen 2).
- Posteriormente se permeabilizaron los conductos con lima K10 (Dentsply®) y se corroboraron las longitudes de trabajo.
- Se utilizó lima Glide Path® (Dentsply®) para la patentización junto al motor X-treme®, de la casa comercial Eighteeth® (Imagen 3).
- Se usaron limas del sistema ProTaper Next® (Dentsply®) para la instrumentación y conformación de los conductos hasta la lima X4 (Imagen 4).
- Se irriego con NaOCl al 5% entre cada lima, utilizando una jeringa de 10 ml y punta de irrigación Endo Eze® (Imagen 5).
- Como protocolo final se utilizaron 5 ml de NaOCl al 5.25%, seguido de 10 ml de solución fisiológica, 5 ml de EDTA al 17% (zeyco®) dejándolo actuar por 2 minutos, posteriormente se lavaron con 10 ml de solución fisiológica; secando con puntas capillary entre irrigantes (Imagen 6).
- Una vez seco el conducto, se calibraron conos maestros M, Hygienic (Imagen 7).
- Se usó un calibrador de gutapercha (Angelus®) y hoja de bisturí #5 (Imagen 8).
- Una vez ajustados los conos, se mezclaron ambos cementos selladores: Sealapex® y Ah-Plus®, según las instrucciones de los fabricantes (Imagen 9).

- Al haberse obtenido las mezclas homogéneas de los cementos, se añadieron polvos de azul de metileno en ambos selladores (Imágenes 10 -13).
- Se procedió a realizar la obturación de los conductos con técnica vertical.
- Realizadas las obturaciones se esperaron los tiempos de fraguado de cada cemento; mientras los órganos dentales fueron almacenados a 37°C para simular las condiciones corporales reales (Imagen 14).
- Fraguados los cementos, se hicieron marcas a 3 y 5 mm del ápice radicular con regla vernier digital; cortándolos con disco de diamante y pieza de baja velocidad (Imágenes 15 - 18).

Gracias a la prueba piloto pude ser más efectiva en los tiempos de trabajo durante el trabajo de campo, así como una mejor organización al momento de realizar las obturaciones.



Imagen 1. Estandarización con regla digital vernier.



Imagen 2. Decoración de piezas dentales con disco de diamante.



Imagen 3. Instrumentación mecanizada con Glide Path.



Imagen 4. Endomotor Eighteeth®, sistema de limas ProTaper Next®.

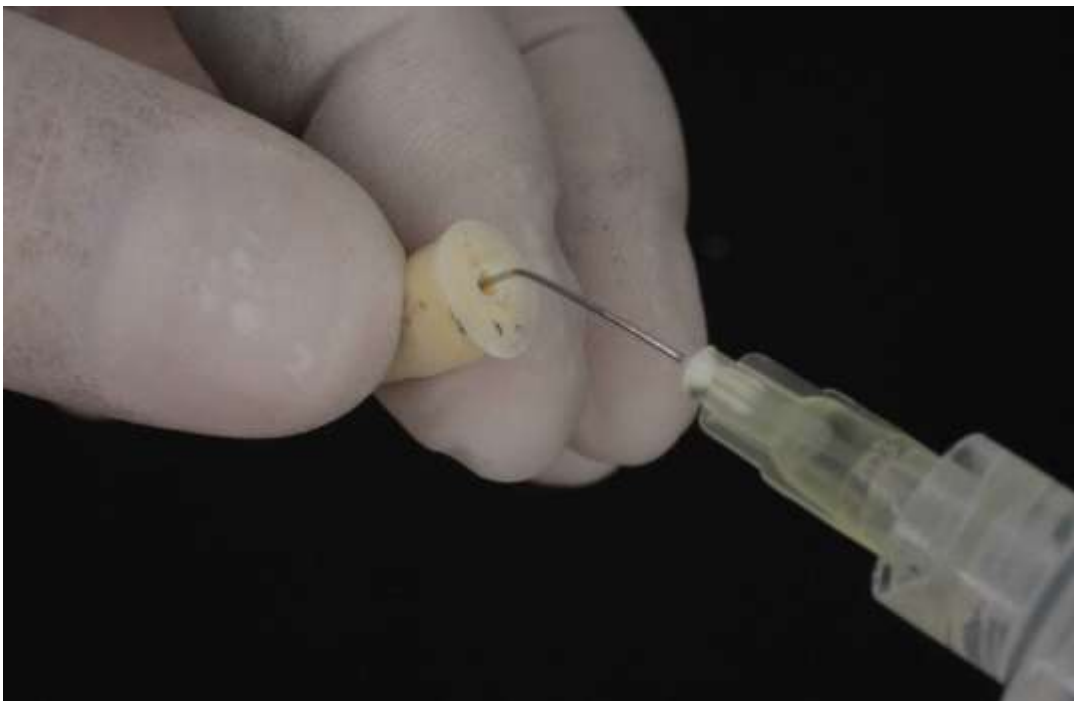


Imagen 5. Irrigación de conductos.



Imagen 6. Protocolo de irrigación final.



Imagen 7. Conos maestros Hygenic® y calibrador Angelus®.

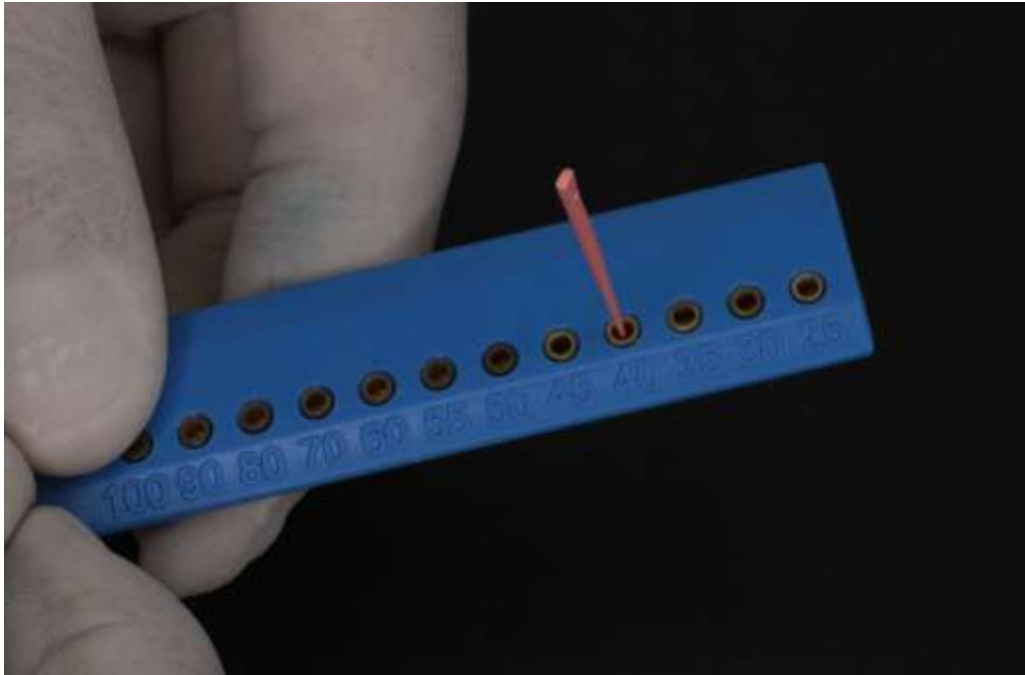


Imagen 8.. Calibración de gutapercha.



Imagen 9. Cementos selladores.



Imagen 10. Polvos de azul de metileno.

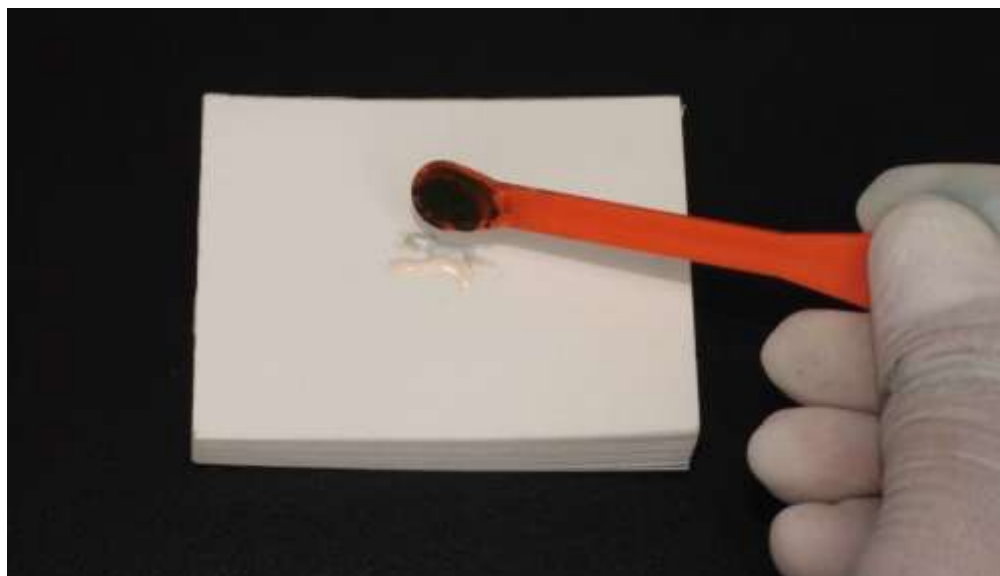


Imagen 11. Sealapex® con polvos de azul de metileno.



Imagen 12. Cemento Sealapex® mezclado con azul de metileno.



Imagen 13. Cemento sellador Ah-Plus® mezclado con polvos de azul de metileno.



Imagen 14. Órganos dentarios obturados.



Imagen 15. Medición de ápices a 3 mm.



Imagen 16. Medición de ápices a 5 mm.



Imagen 17. Corte a 3 mm.



Imagen 18. Corte a 5 mm.

11.-PLAN DE ANÁLISIS.

Hipótesis Nula (Ho):

El cemento sellador Sealapex (Syborn/Kerr®) mostrará mayor capacidad de penetración en los túbulos dentinarios a comparación del cemento AH Plus (Denstply Sriona®).

Hipótesis Altera (Ha):

Tanto el cemento sellador Sealapex (Syborn/Kerr®) como el cemento sellador AH Plus (Denstply Sriona®) presentarán igual capacidad de penetración.

Prueba estadística:

Kruskal-Wallis.

12.-ASPECTOS ÉTIOS.

Investigación sin riesgo ya que se utilizarán dientes extraídos para la elaboración del proyecto de investigación, y durante su manipulación no existe riesgo de dañar a un tercero.

13.-TRABAJO DE CAMPO.

En el período comprendido del mes de mayo de 2022, se llevó a cabo el campo de trabajo en el posgrado de Endodoncia de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas; elaborado por la Cirujana Dentista Andrea Carolina Pérez Zambrano.

13.1 Preparación de las muestras.

Para la realización del presente estudio se obtuvieron un total de 30 órganos dentales anteriores unirradiculares extraídos, con un solo conducto en su interior cuya angulación era menor a 20°.

Posteriormente se realizó la estandarización de todos los órganos dentales a una longitud de 16 mm desde el ápice anatómico con la ayuda de una regla de vernier digital (Imagen 19). Enseguida se realizaron los cortes con pieza de mano de baja velocidad (Medidental®) y disco de diamante #9180 (Imagen 19).



Imagen 19. Estandarización con regla digital vernier.



Imagen 20. Decoración de piezas dentales con disco de diamante.

Los conductos se permeabilizaron con lima K10 (Dentsply®), y se corroboraron las longitudes de trabajo mediante radiografías (Imagen 20).



Imagen 21. Permeabilización de todos los órganos dentarios.

Una vez teniendo los conductos permeables con lima 10 tipo K, se dividieron todos los órganos dentarios en 2 grupos de manera aleatoria para ser obturados con los dos diferentes cementos selladores (Imagen 21).



Imagen 22. División de los órganos dentarios en 2 grupos de forma aleatoria.

Se procedió a pintar todos y cada uno de los dientes desde los ápices radiculares hasta tercio medio de acuerdo al grupo en donde fueron asignados. Se utilizó pintura de uñas #310 (Bisú®) para el grupo de Sealapex y #017 (Bisú®) para el grupo de AH Plus (Imagen 23).



Imagen 23. Identificación de los órganos dentarios por medio de pintura desde tercio medio hacia apical.

Se utilizó lima rotatoria Glide Path® (Dentsply y el motor X-treme®, de la casa comercial Eighteeth® (Imagen 24).

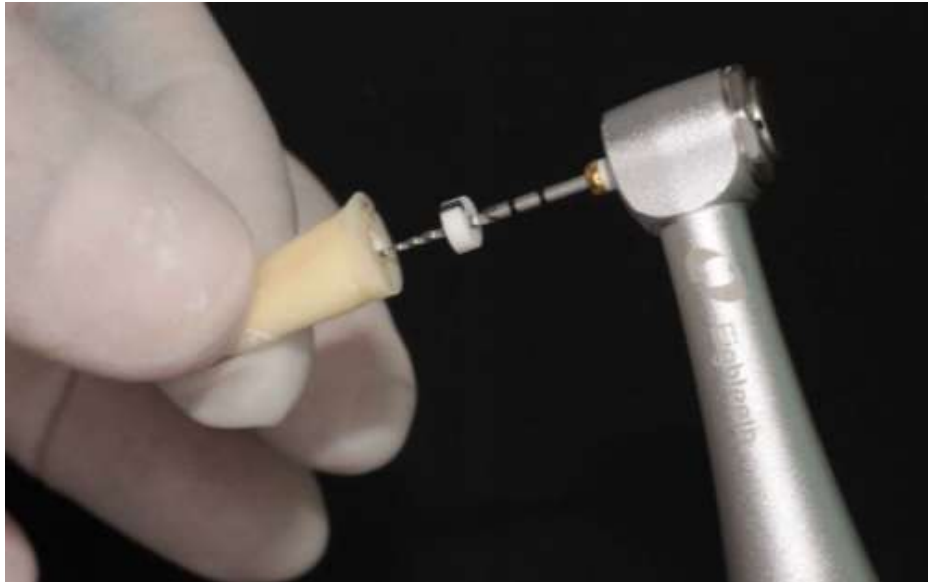


Imagen 24. Instrumentación mecanizada con Glide Path.

Enseguida se instrumentaron de forma rotatoria mecanizada utilizando limas del sistema ProTaper Next® (Dentsply®), para la instrumentación y conformación de los conductos hasta la lima X4 (Imagen 25). Se irrigó con NaOCl al 5% entre cada lima, utilizando una jeringa de 10 ml y punta de irrigación Endo easy® (Imagen 26).



Imagen 25. Endomotor Eighteeth®, sistema de limas ProTaper Next®.

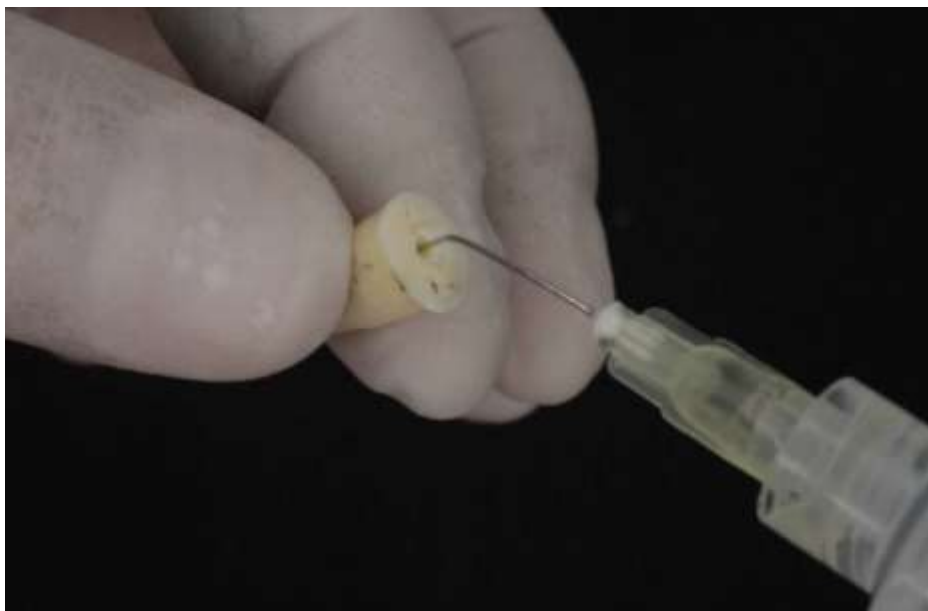


Imagen 26. Irrigación de conductos.

Como protocolo final de irrigación se utilizaron 5 ml de NaOCl al 5.25% y se utilizó el sistema de activación sónica pasiva por 20 segundos (Imagen 27), se procedió a lavar con 10 ml de solución fisiológica (Imagen 28).

Este proceso de activación y lavado se realizó 3 veces en cada órgano dentario y se secaron los conductos con puntas de papel #40 (MetaBiomedic®) (Imagen 29).



Imagen 27. Activación ultrasónica de NaOCl.

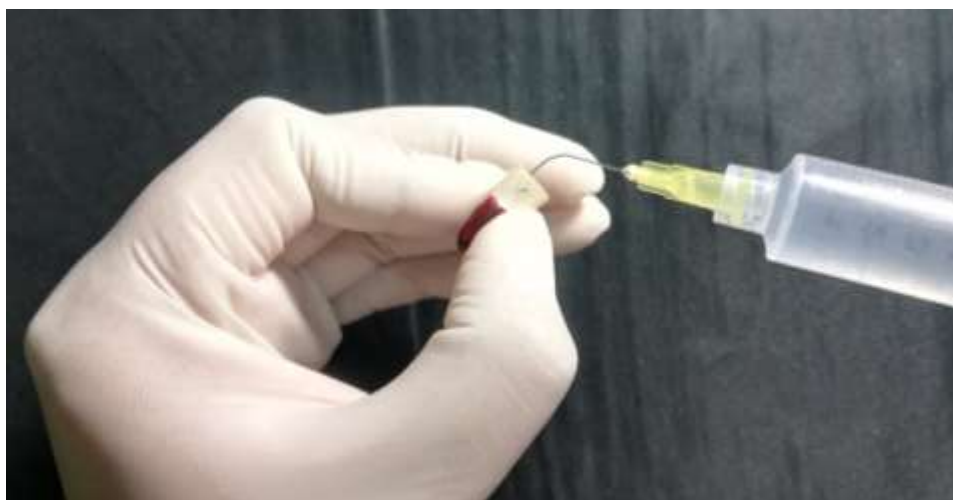


Imagen 28. Lavado con solución fisiológica.



Imagen 29. Secado con puntas de papel.

Seguidamente se introdujo 5 ml de EDTA al 17% (zeyco®) para ser activado durante un ciclo de 20 segundos (Imagen 30) y se volvió a colocar EDTA al 17% pero ésta vez dejándolo actuar por 2 minutos (Imagen 31), posteriormente se lavó con 10 ml de solución fisiológica (Imagen 32).



Imagen 30. Activación de EDTA.



Imagen 31. EDTA actuando durante 2 minutos.



Imagen 32. Lavado con solución fisiológica.

Una vez seco el conducto, se calibraron conos maestros Medium (Coltene®) (Imagen 33), se usó calibrador de gutapercha (Angelus®) y hoja de bisturí #5 (Imagen 34).



Imagen 33. Conos maestros Hygenic® y calibrador Angelus®.

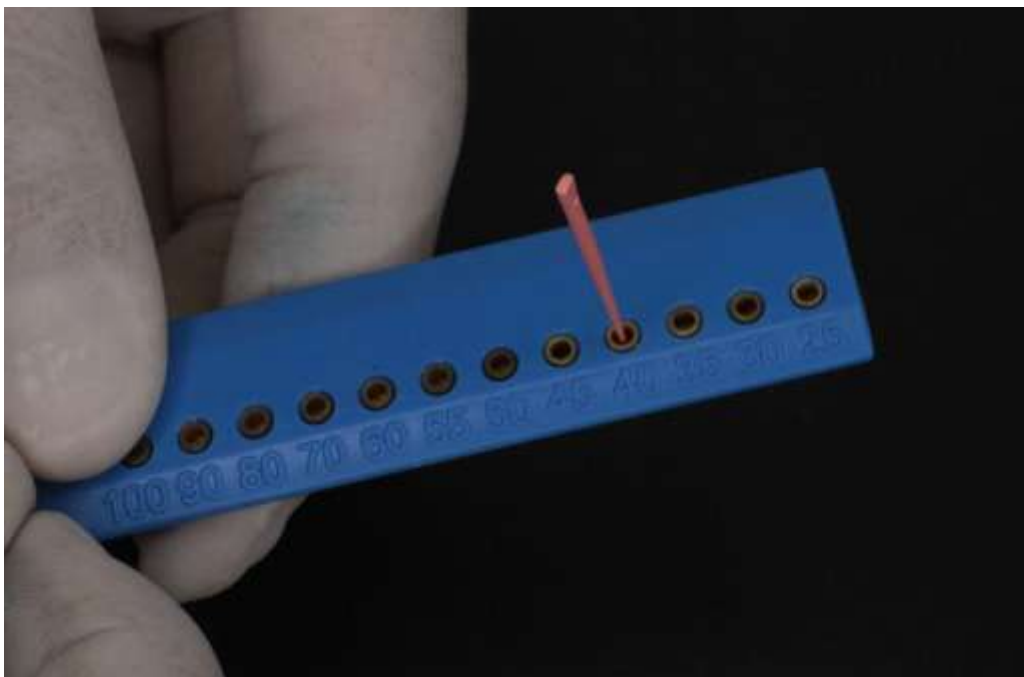


Imagen 34. Calibración de gutapercha.

Una vez ajustados los conos, se mezclaron ambos cementos selladores: Sealapex® y Ah-Plus®, según las instrucciones de los fabricantes (Imagen 35).



Imagen 35. Cementos selladores.



Imagen 36. Polvo de azul de metileno.

Al haberse obtenido las mezclas homogéneas de los cementos, se añadieron polvos de azul de metileno en ambos selladores para obtener una visualización de la penetración durante la obturación. (Imagen 36- 38).



Imagen 37. Cemento Sealapex® mezclado con azul de metileno.



Imagen 38. Cemento sellador Ah-Plus® mezclado con polvos de azul de metileno.

Se procedió a realizar la obturación de los conductos con técnica vertical. Realizadas las obturaciones se esperaron los tiempos de fraguado de cada cemento; mientras, los órganos dentales fueron almacenados a temperatura ambiente.

Fraguados los cementos, se hicieron marcas a 3 y 5 mm del ápice radicular con regla vernier digital; cortándolos con pieza de mano de baja velocidad (Medidental®) y disco de diamante #9180 (Imagen 39-42).



Imagen 39. Medición de ápices a 3 mm.



Imagen 40. Medición de ápices a 5 mm.

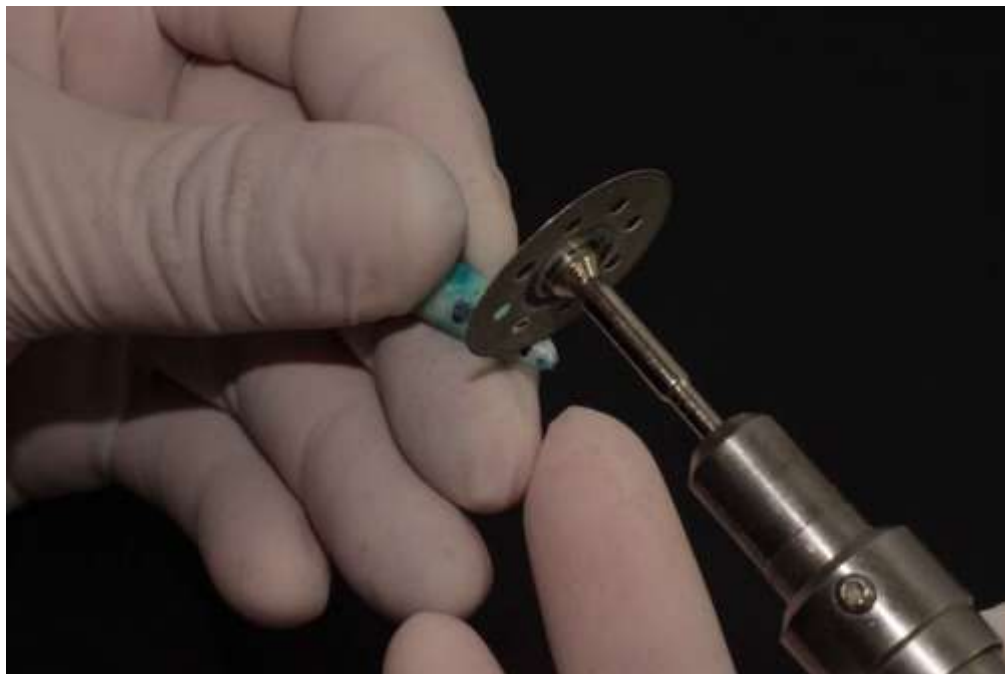


Imagen 41. Corte a 3 mm.



Imagen 42. Corte a 5 mm.

Posteriormente fueron fotografiados con cámara Cámara Canon Eos Rebel T6 y Lente 50mm Macro para ser medidas con el software ImageJ® y tener los valores de penetración entre ambos grupos (Imagen 43 -47).

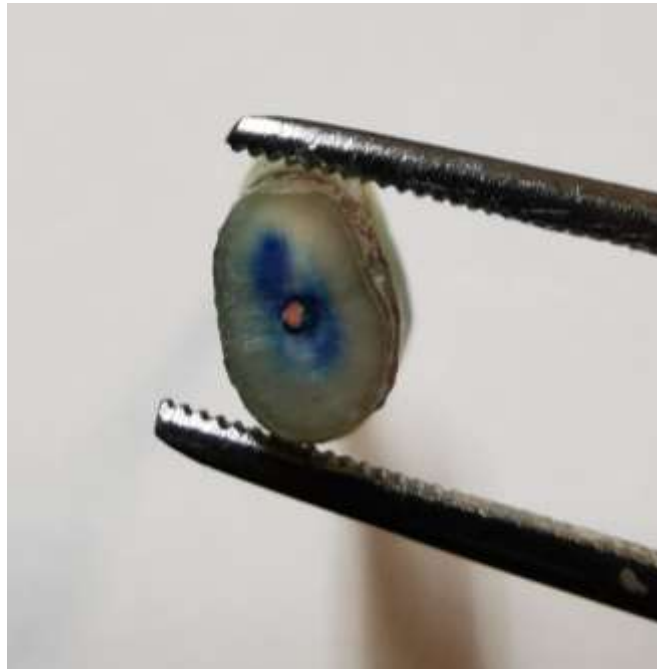


Imagen 43. Corte a 3mm obturado con Sealapex®.



Imagen 44. Corte a 5mm obturado con Sealapex®.

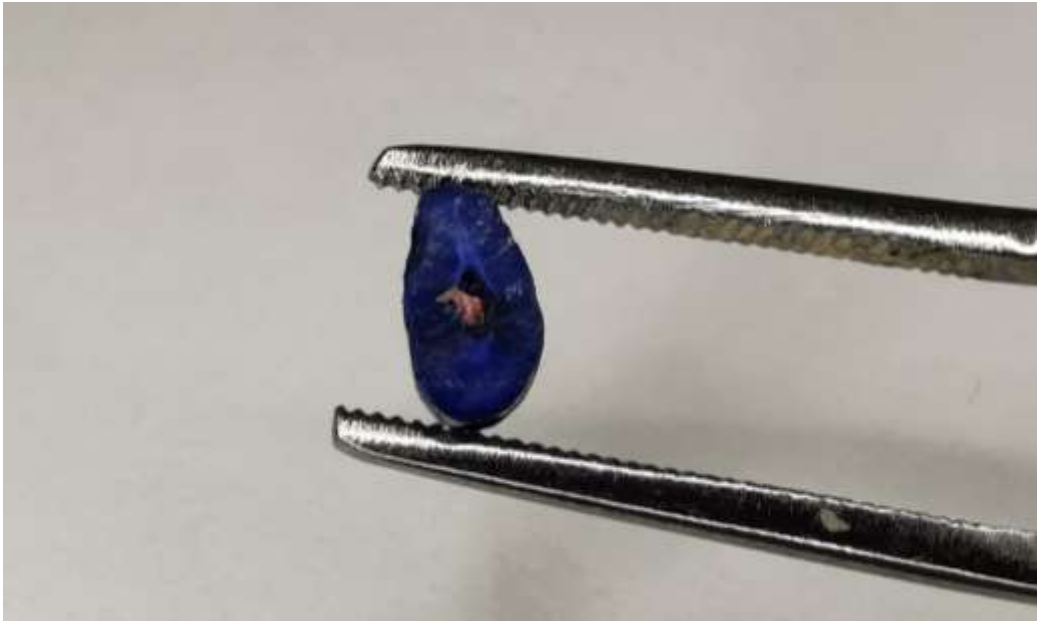


Imagen 45. Corte a 3 mm obturado con AhPlus®.



Imagen 46. Corte a 5 mm obturado con AhPlus®.

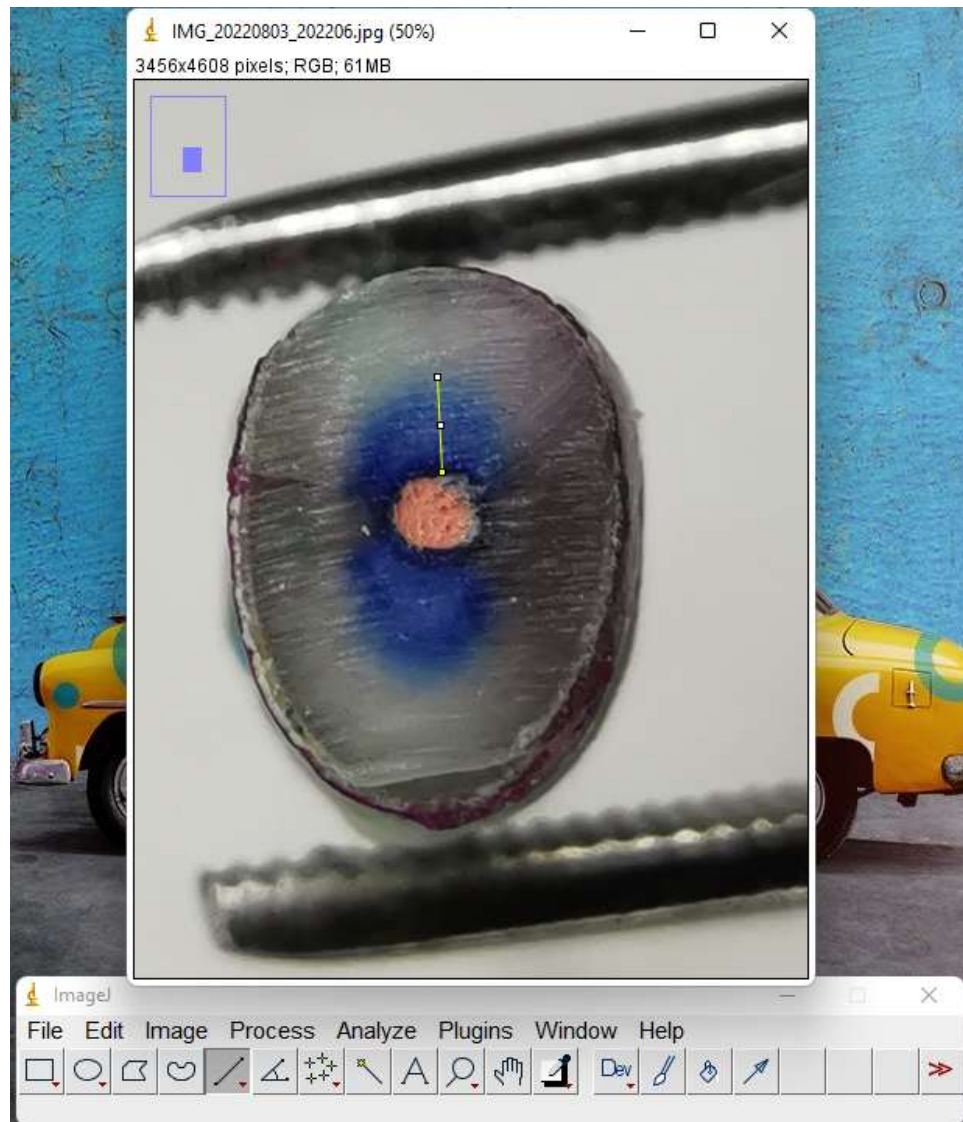


Imagen 47. Programa ImageJ.

14.-RESULTADOS.

Para conocer los resultados del estudio, se usó el programa estadístico SPSS v 25, en el cual se importaron los datos de las observaciones obtenidas sobre la penetración en los túbulos dentinarios usando Ah Plus y Sealapex, en donde se observa que hay diferencias cuantificables entre ambos cementos selladores (ver Tabla 1).

Se realizó histograma para conocer la normalidad de los datos obtenidos para realizar nuestra estadística inferencial (ver Gráfico 1).

De las 30 muestras observadas se encontraron que existió una media de 6.25 milímetros en la penetración de túbulos dentinarios, con un máximo de 12.18 mm y una mínima de 1.05 milímetros (ver Tabla 2).

Tabla 1. Datos de los cementos selladores y su penetración en milímetros dentro de los túbulos dentinarios.

	Cementos selladores Ah Plus / Sealapex	Penetración en mm
1	Sealapex	2.079
2	Sealapex	3.774
3	Sealapex	1.352
4	Sealapex	1.128
5	Sealapex	2.215
6	Sealapex	1.908
7	Sealapex	2.906
8	Sealapex	2.653
9	Sealapex	2.519
10	Sealapex	1.351
11	Sealapex	1.352
12	Sealapex	2.335
13	Sealapex	5.126

14	Sealapex	3.131
15	Sealapex	2.283
16	Ahplus	1.727
17	Ahplus	2.73
18	Ahplus	3.807
19	Ahplus	4.605
20	Ahplus	3.561
21	Ahplus	2.586
22	Ahplus	3.771
23	Ahplus	3.343
24	Ahplus	3.438
25	Ahplus	2.947
26	Ahplus	1.049
27	Ahplus	1.563
28	Ahplus	2.458
29	Ahplus	3.173
30	Ahplus	2.994

Tabla 2. Estadísticos descriptivos sobre valores de media, mínimos y máximos en relación a la penetración en milímetros.

Penetración en mm		
N	Válido	30
	Perdidos	0
Media		6.2153
Mínimo		1.05
Máximo		12.18

Estadísticos			
		Sealapex	AhPlus
N	Válido	15	15
	Perdidos	15	15
Media		5.0733	7.3573
Mínimo		1.35	1.05
Máximo		10.14	12.18

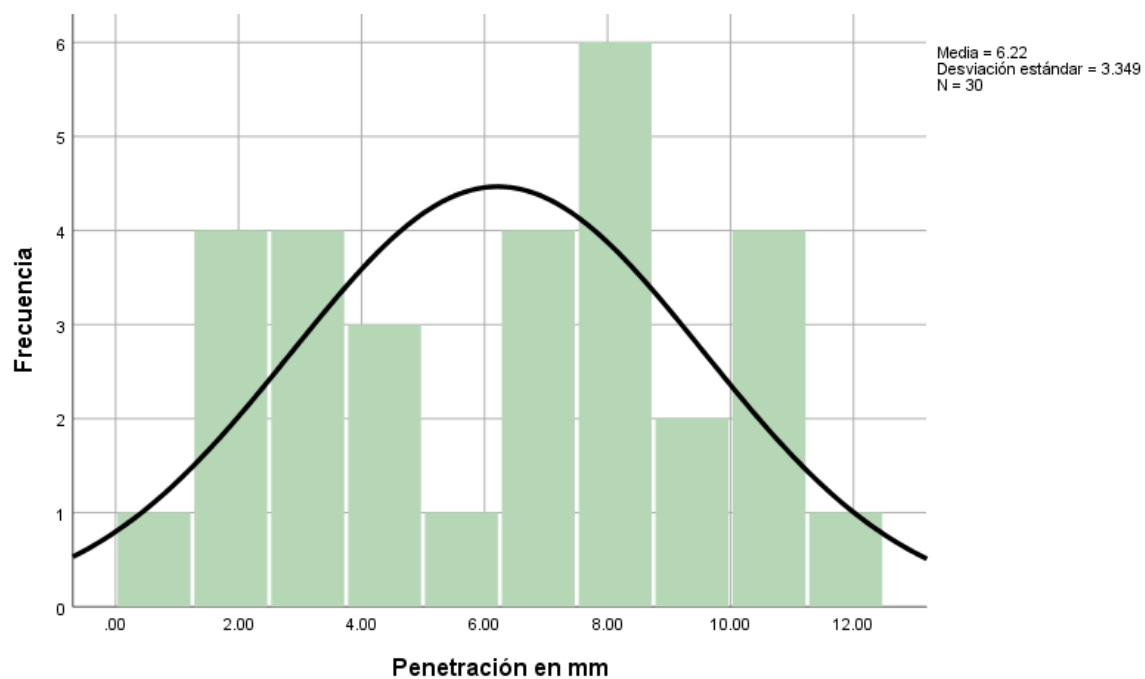


Gráfico 1. Histograma.

Tabla 3. Prueba Kruskal Wallis

	Tipos de cemento	N	Rango promedio
Penetración en mm	AhPlus	15	18.47
	Sealapex	15	12.53
	Total	30	

Estadísticos de prueba ^{a,b}	
	Penetración en mm
H de Kruskal-Wallis	3.407
gl	1
Sig. asintótica	.065
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: Tipos de cemento	

15.-DISCUSIÓN.

La penetración de cementos selladores dentro de los túbulos dentinarios es atribuida al protocolo de irrigación final utilizado, así como el tipo de instrumentación y el uso de aditamentos para la activación de los irrigantes, los cuales van a permitir que se alcancen mayores distancias de limpieza. Referente a irrigar de manera convencional con punta de irrigación y el riesgo que conlleva la extrusión del hipoclorito hacia los tejidos perirradiculares. También tenemos que tener en cuenta el fenómeno conocido como *Vaper lock*, el cual puede impedir el contacto del irrigante con las paredes del conducto radicular, especialmente en su porción más apical, restándole a nuestro irrigante alcance antibacteriano⁵⁴. Es por ello que se ha optado por buscar la eliminación completa de las bacterias y residuos dentro de los conductos radiculares con técnicas que se apoyen en el microflujo acústico y la cavitación dentro de los conductos radiculares llenos del irrigante. Cuando las burbujas de cavitación son producidas por ondas acústicas, y colapsan, su energía es liberada y transferida a la pared del conducto para remover cualquier desecho que se encuentre ahí adherido. Y con ayuda del mismo flujo es que son transportados hacia coronal para poder ser retirados del conducto⁵⁵.

La mayoría de los estudios que se han realizado sobre penetración de cementos selladores usan la estandarización de las muestras en conductos unirradiculares, así como la observación de estas a longitudes de cortes diferentes, siendo el tercio apical el de mayor relevancia debido a las lesiones y enfermedades periapicales conocidas clínicamente de origen endodóntico. Algunos estudios similares a esta investigación^{56,57} indican en su metodología la activación del irrigante en sus protocolos finales. Schmidt en su estudio “Minimal dentinal tubule penetration of endodontic sealers in warm vertical compactation by direct detection via SEM analysis”⁵⁸ indicó la activación del NaOCl en su protocolo final, esto está marcado en la

literatura como un proceso importante en los protocolos finales para potencializar las propiedades del irrigante, así como el uso subsecuente de EDTA, sin embargo este último no suele ser un irrigante que se active con regularidad puesto que existen estudios^{59,60,61,62} en los cuales se demuestran un mayor índice de erosión al realizar la activación del EDTA al 17% en diferentes intervalos de tiempo, no obstante estudios como el de, Vieira (2016)⁵⁶ indican la activación del EDTA en el protocolo de irrigación final, este estudio empleó una muestra de 40 dientes unirradiculares similar al presente estudio en donde también se emplea la activación tanto del NaOCl, así como del EDTA al 17% y 30 órganos dentarios unirradiculares. Obteniendo como resultados similares entre ambos estudios al no encontrar diferencias estadísticamente significativas entre ambos cementos selladores a los cortes más apicales, 2 mm en el estudio de Vieira y 3 mm para nuestro estudio.

En el caso del hipoclorito de sodio también observamos las diferentes concentraciones a las cuales se utiliza durante el tratamiento de conductos, en donde podemos encontrar todo un abanico de porcentajes, los cuales varían de acuerdo a los objetivos que se buscan para la limpieza de los conductos radiculares, así como para la preservación de colágeno dentro de los mismos, o bien del tiempo que se emplea durante la irrigación; así como de los daños que pueden ocasionarse si se realiza una extracción de nuestro irrigante hacia los tejidos perirradiculares. Por lo que podemos encontrar estudios en donde hacen uso de concentraciones menores a 2.5%^{63,64}, estudios en los cuales son utilizadas concentraciones entre el 3 y el 4.5%^{57,65,66} todos ellos diferentes al presente estudio donde se utiliza una concentración mayor al 5%, al igual que en los estudios realizados por otros autores^{56,67}. También podemos encontrar diferencias en los volúmenes empleados durante los protocolos de irrigación final respecto a nuestro estudio, con un volumen final menor a 5 ml^{56,57,64,65,66} pero existen, también en la literatura, aquellos estudios que se asemejan a este con un volumen de 5 ml^{63,67}.

La literatura indica que el EDTA es usado en el tratamiento de conductos radiculares para optimizar la limpieza y la conformación de los mismos, suavizando o reblandeciendo la dentina, particularmente la peritubular y especialmente en el tercio coronal y medio de los conductos radiculares. Asimismo, es efectivo en la remoción de la capa de desecho dentinario, cuya permeabilidad es muy importante en la efectiva desinfección del conducto radicular. Una de las ventajas que ofrece el EDTA es que no tiene agente corrosivo sobre los instrumentos, es fácil de usar, no es peligroso, es tolerado por los tejidos y su acción es autolimitante, alcanzado un equilibrio una vez cumplido su mecanismo de acción. Un trabajo publicado por Caleró y cols⁶⁸ previamente publicado en donde se estudió el efecto del EDTA sobre la dentina radicular bajo espectrofotometría de absorción atómica, en el cual se concluyó que, la más alta velocidad de reacción quelante y penetración del EDTA se observa en el primer minuto y que el mayor poder de descalcificación es en los primeros tres minutos. Por lo cual algunos autores^{64,65} sugieren el uso del EDTA por 2 minutos o menos, lo cual concuerda con el protocolo realizado en este estudio en donde fue de dos minutos; a diferencia de otros autores^{56,63,66,67} quienes utilizan durante sus protocolos EDTA por 3 minutos.

La irrigación con hipoclorito de sodio tiene el propósito de actuar sobre el componente orgánico: removiendo todos los restos de tejido pulpar y microorganismos presentes; así como remover la capa de desecho dentinario producto de la instrumentación. En virtud a que no existe una solución irrigante que posea la capacidad de disolver el tejido orgánico y a la vez desmineralizar la capa de desecho dentinario, es aconsejable el uso secuencial de solvente orgánicos e inorgánicos en nuestro protocolo de irrigación. Existe literatura^{56,69} que sugiere como método efectivo para la remoción de la capa de desecho el uso de EDTA al 17% como agente quelante, seguido de la irrigación con NaOCl al 5.25%, o bien que, modifican el porcentaje del hipoclorito^{57,64,66} pero que sigue siendo usado como último

agente irrigante. Lo cual no concuerda con el protocolo utilizado en este estudio en donde se utilizó solución fisiológica como último agente irrigante.

Otro factor que es de suma importancia durante la conformación de los conductos es la activación de nuestros agentes irrigantes para lograr conseguir una mejor desinfección bacteriana, así como una correcta remoción de tejido remanente y para ello es necesario regular la frecuencia y el volumen de nuestras soluciones, para conseguir un alcance mucho más profundo hacia la constricción apical. Por lo que, la efectividad mecánica y química de cualquier protocolo de irrigación dependerá de su capacidad para alcanzar todas las áreas del sistema de conductos, incluyendo aquellos de difícil acceso para los instrumentos como los conductos con curvaturas muy pronunciadas, dobles curvaturas, istmos, deltas apicales, conductos accesorios, etc. En la literatura podemos encontrar autores^{70,71} que investigaron los efectos de diferentes métodos de irrigación y llegaron a la conclusión que, cuando los tercios medio y coronario se han preparado con suficiente conicidad es posible llevar la aguja de irrigación al tercio apical de los conductos y facilitar la eliminación de detritus, por lo cual es fundamental el apoyo de una eficiente activación como lo mencionan ciertos artículos^{56,57,72} en donde se ha demostrado que la mayor penetración para la activación ultrasónica, sónica y láser ocurre en los tercios apicales. Resultados que concuerdan con los encontrados en éste estudio, en donde también se obtuvieron mayor porcentaje de penetración gracias a la activación de los irrigantes empleados.

Diferentes artículos^{56,57,65,67} que utilizan en su metodología AH Plus, indican que no existe una mayor penetración dentro de los túbulos dentinarios, en comparación con otros cementos selladores. Siendo este cemento el estándar de oro debido a sus propiedades físicas, así como la tensión superficial, la solubilidad, la viscosidad, la composición química y el tiempo de trabajo y fraguado⁷³. Se encontró un artículo que indica una mayor

penetración del cemento AH Plus⁶³ realizado en 2018, la diferencia con otros estudios radica en el número de muestra, siendo el de menor cantidad dentro de los artículos revisados por lo cual es posible que hayan obtenido esos resultados. Los cuales son diferentes a los que obtuvimos en éste estudio al no encontrar diferencias estadísticamente significativas.

16.-CONCLUSIONES.

El éxito del tratamiento de conductos radica en la capacidad de poder desinfectar de forma correcta todos los espacios dentro del sistema de conductos y evitar que las bacterias tengan el ambiente propicio para su supervivencia y recolonización. Para ello nos debemos ayudar de una correcta instrumentación, una exhaustiva desinfección y un sellado tridimensional, por lo que debemos apoyarnos de un buen cemento sellador. Por lo que es de vital importancia que pueda penetrar a profundidad dentro de los túbulos dentinarios.

Al evaluar el cemento sellador Sealapex se obtuvieron como resultados que su capacidad de penetración media es de 5.07 mm.

Por su parte la capacidad de penetración en el caso del cemento AH Plus como media es de 7.35 mm.

Pero no muestran una diferencia estadísticamente significativa entre ambos cementos selladores por lo que se descarta la hipótesis nula que se había establecido en un inicio de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Haapasalo Markus y cols. Irrigation in endodontics. *Dental Clinics*. 2010;54(2):291-312.
2. Cachovan Georg y cols. Comparative Antibacterial Efficacies of hydrodynamic and ultrasonic irrigation systems in vitro. 2013;39(9):1171-1175.
3. Vera Jorge y cols. Conceptos y técnicas actuales en la irrigación endodóntica. *Endodoncia*. 2012;30(1):31-44.
4. Haapasalo, Markus y cols. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic topics*. 2015;10(1):77-102.
5. Li-Sha Gu y cols. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of endodontics*. 2009;35(6):791-804.
6. Peters O., Peters C., Basrani B. (2016). Limpieza y conformación del Sistema de conductos radiculares. *Vías de la pulpa* (páginas). Barcelona: Elsevier.
7. Dakin Henry. On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. *BMJ*. 1915;2(2852):318-320.
8. Canalda C., Brau E. (2014). Preparación de los conductos radiculares. *Endodoncia, técnicas clínicas y bases científicas (165-204)*. Barcelona: Elsevier.
9. AlHaddad Afaf. Interfacial adaptation and thickness of bioceramic based root canal sealers. *DMJ*; 2015; 34(4):516-521.
10. Estrela Carlos y cols. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J*. 2002;13(2):113-117.
11. Senia Steve y cols. The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral surg*. 1971;31(1):96-103.
12. Baumgartner Craig y cols. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *JOE*. 1992;18(12):605-612.

13. Gordon Terence y cols. Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. JOE. 1981;7(10):466-469.
14. Hand Ronald y cols. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. JOE. 1978;4(2):60-64.
15. Gómez C. Evaluación in vitro de la eficacia antimicrobiana del Hipoclorito de Calcio al 2,5% y el Hipoclorito de Sodio al 2,5% sobre un Biofilm de *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans* [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2018.
16. Jaquez E y Marcano M. Una visión actualizada del uso del hipoclorito de sodio en endodoncia [sede web]. Odontólogo invitado: 2001.
https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_18.htm
17. Hülsmann Michael y cols. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. IJE;2003;36(12),810-830.
18. Calt, S, y Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. JOE. 2002;28(1),17-19.
19. Haapsalo M y cols. Irrigation in endodontics. Dental Clinics. 2010;54(2),291-312.
20. Ørstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. Endod Dent Traumatol. 1990;6:142-149.
21. Cengiz T., Aktender O., Piskin B. The effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. IEJ. 1990;23:163-171.
22. Borro Irene, Tomás Beatriz y Díaz-Flores Víctor. Estudio in vitro con microscopio electrónico de barrido de distintos métodos de activación de soluciones irrigantes. Cien Dent. 2010;7(1), 45-52.

23. Kahn Frederick, Rosenberg Paul y Gilksberg Jerome. An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. JOE. 1995;21(5): 277-280.
24. Mancini Manuele y cols. Smear Layer Removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac and Passive Ultrasonic Irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. JOE. 2013;39(11):1456-1460.
25. Chow T. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. JOE. 1983;9(11):475-479.
26. Richman M. The use of ultrasonic in root canal therapy and root resection. J Dent Med. 1957;12:12-18.
27. Cunningham Walter y cols. A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. 1982;53(5):527.531.
28. Tronstad L. y cols. Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. Dental Traumatology. 1985;1(2):69-76.
29. Ahmad M., Ford P., Crum L. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. JOE. 1987;13(10):490-499.
30. Van Der Sluis Lucas y cols. Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. JOE. 2010;36(4):737-740.
31. Walmsley A. y Williams A. Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. JOE. 1989;15(5):189-194.
32. Zeng, chang y cols. Antibacterial efficacy of an endodontic sonic-powered irrigation system: an in vitro study. Journal of dentistry. 2018; 75:105-112.
33. Página de waterpik.

34. Shenoy A y cols. Antibacterial efficacy of sodium hypochlorite with a novel sonic agitation device. *Indian Journal of Dental Research*. 2013;24(5):537-541.
35. Chaudhari A y cols. A comparison on the effectiveness of two different sonic agitation devices: a scanning electron microscopic study. *Int. J Oral Health Med Res*. 2018;5:6-10.
36. Aalmohamed E y cols. Effect of sonic irrigation activation at different frequencies in smear layer removal; an in vitro experimental study. *Saudi Endodontic Journal*. 2022;12(1):106-113.
37. Yamada R., Armas A., Goldman M., Lin P. A scanning electron microscopic comparison high volume final flush with several irrigating solutions: part 3. *Journal of Endodontics*. 1983;9(4):137-142
38. Calt Semra y Serper Ahmet. Time- dependent effects of EDTA on dentin structures. *JOE*. 2002;26(1):17-19.
39. Galler K., Grumbmüller V., Schlichting R y cols. Penetration depth of irrigants into root dentine after sonic, ultrasonic and photoacoustic activation. *International Endodontic Journal*. 2019;1-8.
40. Johnson W., Kulild J y Tay F. (2016). Obturación del sistema de conductos radiculares una vez limpios y conformados. *Vías de la pulpa* (páginas). Barcelona: Elsevier.
41. Chandra S y cols. Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal: a confocal microscopic study. *JOE*. 2012;38(10):1412-1416.
42. Khullar S y cols. Sealer penetration in the dentinal tubules: a confocal laser scanning microscopy study. *Endodontology*. 2021;33(2):92-96.
43. Laurichesse J., Maestroni F y Breillat J. *Endodontie clinique*. 1986.
44. Giudice A y Torres J. Obturación en endodoncia- Nuevos sistemas de obturación: revisión de literatura. *Rev Estomatol Herediana*. 2011;2(3):166-174.

45. Oguntebi B. y Shen C. Effect of different sealers on thermoplasticized gutta-percha root canal obturations. JOE. 1992;18(8):363-366.
46. Grossman L. *Endodontics*. Philadelphia: 1988.
47. Schilder Herbert, Goodman Alvin y Aldrich W. The thermomechanical properties of gutta-percha: III. Determination of phase transition temperatures for gutta-percha. Oral Surg. 1974;38(1):109-114.
48. Grossman Louis. An improved root canal cement. The journal of the American dental association. 1958;56(3):381-385.
49. No S. For endodontic sealing material. ANSI/ADA. 2000.
50. Sjörgren U, Sundqvist G y Nair P. Tissue reaction to gutta-percha particles of various sizes when implanted subcutaneously in guinea pigs. European journal of oral sciences. 1995;103(5):313-321.
51. Roldán A. y Recalde L. Evaluación in vitro del nivel de microfiltración apical utilizando cementos a base de resina Epóxica y biocerámicos. [Tesis de licenciatura]. Guayaquil: Facultad piloto de odontología, Universidad de Guayaquil; 2019.
52. Topalian M. Efecto citotóxico de los cementos selladores utilizados en endodoncia sobre el tejido periapical [sede web]. Odontólogo invitado: 2002.
https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoo/odontoinvitado_23.htm
53. Rivas R. Unidad 12: obturación de los conductos radiculares. [sede web]. México: Fes Iztacala, UNAM. 2000:
<http://www.iztacala.unam.mx/rrivas>
54. <https://www.dentsplysironachile.cl/producto/ah-plus/>
55. Generalli L y cols. Effect of different irrigation systems on sealer penetration into dentinal tubules. JOE. 2017;43(4):652-656.
56. Huffaker S, Safavi K, Spangberg L y Kaufman B. Influence of passive sonic irrigation system on the elimination of bacteria from root canal systems: a clinical study. JOE. 2010;36(8):1315-1318.

57. Vieira R y cols. Filling effectiveness and dentinal penetration of endodontic sealers: a stereo and confocal laser scanning microscopy study. *Braz Dent J*. 2015;26(5):541-546.
58. Schmidt T y cols. Effect of ultrasonic activations of irrigants on smear layer removal. *JOE*. 2015;41(8):1359-1363.
59. Schmidt S y cols. Minimal dentinal tubule penetration of endodontic sealer in warm vertical compaction by direct detection via SEM analysis. *J Clin Med*. 2021;10(19):4440.
60. Dadresanfar B y cols. Effect of ultrasonic with EDTA or MTAD on smear layer, debris and erosion scores. *Journal of Oral Science*. 2011;53(1):31-36.
61. Torabinejad M y cols. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod*. 2003;29(3):170-175.
62. Saghir M y col. A study of the relation between erosion and microhardness of root canal dentin. *OOOOE*. 2009;108(6):29-34.
63. Torabinajed M y cols. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove smear layer. *J Endod*. 2003;29:233-239.
64. González G y cols. Penetrability of a new endodontic sealer: a confocal laser scanning microscopy evaluation. *Microsc Res Tech*. 2018;1(4):1-4.
65. Ordinola-Zapata R y cols. Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. *OOOOE*. 2009;108(3):450-457.
66. Chandra S, Shankar P, Indira R. Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: a confocal microscopic study. *JOE*. 2012;38(10):1412-1416.
67. Khullar S, Aggarwal A, Chhina H, Kaur T, Sharma M, Bala D. Sealer penetration in the dentinal tubules: a confocal laser scanning microscopy study. *Endodontology*. 2021;33(2):92-96.

68. Turkylmaz A y Erdemir A. Comparison of dentin penetration ability of different root canal sealers used with different obturation methods. *Microsc Res Tech*. 2020;83(12):1544-1551.
69. Caleró F y cols. Ação química do EDTA sobre a dentina do canal radicular: análise com espectrofotometria de absorção atômica. *Rev Fac Odontol*. 1997;5:65-68.
70. Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J*. 1985;18:35-40.
71. Abou-Rass M, Piccinino M. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;54(3)323-328.
72. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endodon* 1983;9(11):475-479.
73. Galler K y cols. Penetration depth of irrigants into root dentine after sonic, ultrasonic and photoacoustic activation. *International Endodontic Journal*. 2019;52(8):1210-1217.
74. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco M, Mjor I. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent* 2000;13(5):255-260.