COMPARACIÓN DEL EFECTO DEL DIÓXIDO DE CLORO AL 5% EN LA DISOLUCIÓN DE TEJIDO PULPAR DE PIEZAS PERMANENTES EXTRAÍDAS CON RESPECTO AL HIPOCLORITO DE SODIO AL 2.5% COMO ESTÁNDAR DE ORO.

Tesis presentada por:

MILDRED GABRIELA MARROQUÍN AVENDAÑO

Ante el tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público, previo a optar al título de:

CIRUJANA DENTISTA

Guatemala, Octubre de 2024

COMPARACIÓN DEL EFECTO DEL DIÓXIDO DE CLORO AL 5% EN LA DISOLUCIÓN DE TEJIDO PULPAR DE PIEZAS PERMANENTES EXTRAÍDAS CON RESPECTO AL HIPOCLORITO DE SODIO AL 2.5% COMO ESTÁNDAR DE ORO.

Tesis presentada por:

MILDRED GABRIELA MARROQUÍN AVENDAÑO

Ante el tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público, previo a optar al título de:

CIRUJANA DENTISTA

Guatemala, Octubre de 2024.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano: Dr. Keneth Roderico Pineda Palacios

Vocal Primero: Dr. Otto Raúl Torres Bolaños

Vocal Segundo: Dr. Sergio Armando García Piloña

Vocal Tercero: Dr. Edgar Adolfo Guzmán Lemus

Vocal Quinto: Br. Oscar Alberto Orellana Aguilar

Secretario: Dr. Oscar Aníbal Taracena Monzón.

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PÚBLICO.

Decano: Dr. Keneth Roderico Pineda Palacios

Vocal Primero: Dr. Otto Raúl Torres Bolaños

Vocal Tercero: Dr. Miguel René Escobar Caballeros

Secretario: Dr. Oscar Aníbal Taracena Monzón.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Secretaría Académica

ORDEN DE IMPRESIÓN
TEXTO FINAL DE TESIS DE GRADUACIÓN

El infrascrito Secretario Académico de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de la revisión de la Tesis titulada:

"Comparación del efecto del dióxido de cloro al 5% en la disolución de tejido pulpar de piezas permanente extraídas con respecto al hipoclorito de sodio al 2.5% como estándar de oro", presentada por la estudiante:

MILDRED GABRIELA MARROQUÍN AVENDAÑO

SE AUTORIZA levantar el texto final de su tesis de graduación, para la impresión de la misma.

IMPRÍMASE.

Dr. Oscar Aníbal Taracena Monzón
SECRETARIO ACADÉMICO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FOUSAC
SECRETARÍA DE FACULTAD

Guatemala, de noviembre de 2024

FOUSAC
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

Solvencia
Comisión de Tesis

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Odontología
Comisión de Tesis

No. 002/2024
SCT-Fousac

Guatemala, 18 de noviembre del 2024

Por medio de la presente se hace constar que la estudiante:

Mildred Gabriela Marroquín Avendaño, quien se identifica con su CUI 2945 26692 0101 y carné de la Universidad de San Carlos de Guatemala número 2015 12766, ha cumplido con todo lo requerido por la Comisión de Tesis de la Facultad de Odontología, de la Usac.

El título de su tesis es: "**Comparación del efecto del dióxido de cloro al 5% en la disolución de tejido pulpar de piezas permanentes extraídas con respecto al hipoclorito de sodio al 2.5% como estándar de oro**".

Por lo anterior se agradecerá, a quien corresponda, continuar con los trámites que se requieren, previo al examen de graduación de la estudiante Marroquín Avendaño.

Dr. Víctor Hugo Lima Sagastume
Secretario, Comisión de Tesis

c.c. archivo.

Acto que Dedico:

A Dios: Por permitirme culminar esta etapa de mi vida profesional con éxito, por cuidar de mi y bendecirme con la profesión que desde pequeña soñé.

A mi querida familia: A mis padres y hermano, quienes han sido esenciales en mi vida para alcanzar esta meta académica y apoyarme en todo momento. Agradecimiento especial a mis abuelitos porque siempre oraron por mi y por mis sueños, por sus llamadas dándome palabras de ánimos que me han hecho sentir apoyada y amada.

A mis amigos y amigas: Porque algunos de ellos me han acompañado desde antes de elegir mi profesión, otros tuve la dicha de encontrarlos durante mi paso por la facultad; gracias por estar en los momentos buenos y malos, ser excelentes consejeros y siempre alegrarse conmigo en mis logros. Especialmente a Luis Urizar por estar conmigo en las etapas que hemos vivido juntos.

A mis catedráticos y asesores: Gracias porque he encontrado en ustedes no solo apoyo y sabiduría en el área profesional si no también en mi vida personal y han sido mi guía idónea para lograr terminar este camino con éxito.

Tesis que dedico:

A la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Facultad de Odontología: Por la formación que me brindaron, por apoyar e inculcar la investigación.

A mis asesores: Por dedicar tiempo y esfuerzo en este proyecto; sus valiosas sugerencias han contribuido significativamente a mi crecimiento personal y académico.

A mis compañeros: Especialmente, a mi compañero de tesis Juan Carlos Gramajo, quien siempre ha sido incondicional desde el inicio de mi paso por la facultad.

Hospital Roosevelt y CIAT: Agradezco a los Profesores, Doctores, Licenciados y personal administrativo por su contribución para la realización de esta investigación. Gracias por haberme abierto las puertas de estas instituciones donde realicé el presente proyecto.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado: "**COMPARACIÓN DEL EFECTO DEL DIÓXIDO DE CLORO AL 5% EN LA DISOLUCIÓN DE TEJIDO PULPAR DE PIEZAS PERMANENTES EXTRAÍDAS CON RESPECTO AL HIPOCLORITO DE SODIO AL 2.5% COMO ESTÁNDAR DE ORO."** conforme lo demanda los Estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de:

CIRUJANA DENTISTA

Y ustedes distinguidos miembros del Honorable Tribunal Examinador, reciban mis más altas muestras de consideración y respeto.

INDICE

1. SUMARIO 1
2. Introducción 2
3. Antecedentes 3
4. Planteamiento del Problema 8
5. Justificación 10
6. Marco teórico 11
6.1 Irrigación 13
6.2 Importancia de la Irrigación en la Terapia Endodóntica 13
6.3 Objetivos de una Correcta Irrigación 15
6.4 Propiedades de una Solución Irrigadora Ideal 16
6.5 Irrigantes en Endodoncia 18
6.5.1 Lechada de Cal 18
6.5.2 Peróxido de Hidrógeno 19
6.5.3 Solución Salina Isotónica 20
6.5.4 Gluconato de Clorhexidina. 20
6.5.5 Hipoclorito de Sodio. 21
6.5.6 Dióxido de Cloro 26
6.5.7 Quelantes 30
6.5.7.1 EDTA 30
6.5.7.2 Crema de preparación para el canal radicular (RC-PREP) 31
6.5.7.3 Ácido Cítrico 31
6.6 Componentes de la cámara pulpar 32
6.6.1 Pulpa Dental 32
6.6.2 Complejo dentino-pulpar 33
6.6.3 Proteínas 34

6.6.4 Sustancia Fundamental 34
6.7 Herramienta para medir el peso de la pulpa dental 34
6.7.1 Balanza Analítica 34
7. Objetivos 35
7.1 Objetivo General 35
7.2 Objetivos Específicos 35
8. Hipótesis 35
9. Variables 35
10. Metodología 36
11. Materiales y Recursos 39
12. Resultados 41
13. Análisis y Discusión de resultados 50
14. Conclusiones 51
15. Recomendaciones 51
16. Bibliografías 53
17. Anexos 61

1. SUMARIO

En la presente investigación se comparó la eficacia de dos irrigantes, uno siendo el Hipoclorito de Sodio considerado el estándar de oro y el otro el Dióxido de Cloro, un irrigante emergente que ha ganado gran auge en los últimos años. El objetivo de esta investigación fue comparar la eficacia del dióxido de cloro (ClO_2) al 5% con el hipoclorito de sodio (NaClO) al 2.5% en la disolución de tejido pulpar de piezas permanentes recién extraídas. De tal forma que se recolectaron 60 piezas permanentes y se separaron aleatoriamente en dos grupos de 30 piezas cada uno, se obtuvo el tejido pulpar de las piezas. Posteriormente se colocaron los tejidos pulpares en papel filtro para ser pesados en una balanza analítica de precisión, obteniendo así el peso inicial. Luego fueron sumergidos por 3 minutos en los irrigantes que se evaluaron, siendo el Grupo A el NaClO y el Grupo B el ClO_2. Después del tiempo sumergidos en la solución irrigante se volvieron a pesar y así obtener la cantidad de masa perdida. Teniendo estos datos, obtuvimos el porcentaje de pérdida por disolución de tejido pulpar. Utilizando la prueba estadística U de Mann-Whitney, se identificó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre el porcentaje de disolución de tejido pulpar usando dióxido de cloro al 5% y el hipoclorito de sodio al 2.5% ya que el valor p de ambos no es mayor que el nivel de significancia de 0.05 con un nivel de confianza del 95%. Por lo que se concluye que no existe diferencia estadísticamente significativa en la eficacia del dióxido de cloro al 5% comparándola con la del hipoclorito de sodio al 2.5% en la disolución de tejido pulpar de las piezas permanentes extraídas, además de que la media del porcentaje de disolución de tejido pulpar del NaClO al 2.5% fue de 19.45% y del ClO2 fue de 22.15%. Se recomienda la utilización de ambos irrigantes por su eficacia en la disolución de tejido pulpar, pero teniendo en cuenta que el NaClO posee una mayor citotoxicidad que el ClO_2 además de mayor riesgo de sobrepaso del irrigante al área periapical al no utilizar una técnica de irrigación activa pasiva correctamente. También se recomienda tomar en cuenta que en Guatemala existe poca asequibilidad del ClO_2 frente al NaClO.

2. Introducción

En endodoncia es vital para el éxito de cualquier tratamiento, una correcta y adecuada irrigación de los conductos radiculares; incluyendo procesos tanto mecánicos como químicos, por eso mismo se debe tener conocimientos sobre las diferentes sustancias que actúan en estos procedimientos, y que contribuyen a obtener un resultado satisfactorio. Una solución irrigadora debe tener propiedades antimicrobianas de baja tensión superficial, una baja toxicidad para los tejidos perirradiculares, lubricación, asequibilidad para el operante, fácil manipulación y la capacidad de disolución de tejidos tanto orgánicos como inorgánicos. Siendo esta última de las más importantes para tener mayor porcentaje de éxito en los tratamientos de conductos radiculares. Por años se ha tomado al hipoclorito de sodio como el estándar de oro en cuanto nos referimos a irrigantes en tratamientos endodónticos, por su capacidad de disolución de tejidos y actividad antimicrobiana. Pero presenta una cualidad no deseada entre sus propiedades y es la alta citotoxicidad a los tejidos perirradiculares e irritabilidad a los tejidos circundantes, produciendo accidentes de hipoclorito los cuales son perjudiciales y dolorosos para los pacientes. El dióxido de cloro es un irrigante emergente en endodoncia el cual ha ganado auge con la condición mundial actual debido al COVID-19, donde se ha probado cada vez más en diferentes procesos de desinfección con propiedades positivas, encontrando en el dióxido de cloro, baja toxicidad y actividad antimicrobiana. A pesar de todas estas propiedades positivas de este irrigante, existe poca investigación acerca de su capacidad de disolución de los tejidos en la terapia endodóntica.

La investigación que se realizó trata de una comparación cuantitativa entre dos sustancias utilizadas como irrigantes en endodoncia: el dióxido de cloro y el hipoclorito de sodio. Este último es el irrigante más utilizado por los odontólogos, desde estudiantes de grado, hasta los profesionales especialistas en esta área ya que cuenta con una amplia actividad antimicrobiana. Aunque esto es uno de los objetivos principales buscados en un irrigante, también posee características que lo hacen de riesgo, tomando en cuenta que es altamente citotóxico, posible alergénico,

irritante para la mucosa oral, y carcinógeno. Por lo que el objetivo de la comparación del dióxido de cloro al 5% con el hipoclorito de sodio al 2.5% es debido a las cualidades encontradas en el dióxido de cloro, por ejemplo su evaporación luego de utilizarse como irrigante, la cual nos ayuda a evitar restos de líquido dentro del conducto, la baja citotoxicidad y el evitar los accidentes comunes provocados por el hipoclorito de sodio, que lo harían una buena alternativa como irrigante, principalmente utilizándolo estudiantes que inician su práctica clínica en pacientes.

Para poder realizar la investigación de manera adecuada, se revisaron artículos en donde hablaban de las características de ambos irrigantes para utilizarlos en porcentajes donde fueran tanto estables químicamente, como equivalentes el uno con el otro, evitando así que haya sesgos en los resultados que se obtengan.

3. Antecedentes

Kakehashi en 1965 explica cómo la remoción de la pulpa y los restos dentinarios con microorganismos viables dentro del sistema de conductos es un factor importante para el éxito del tratamiento endodóntico, ya que su mantenimiento contribuye en la inflamación periapical y el no eliminar sus productos resulta en la persistencia de la irritación e impide la sanación. (18)

Schilder H. en 1974 enuncia que el tratamiento endodóntico se compone de tres pasos importantes: instrumentación, irrigación y obturación, las cuales son fundamentales para lograr la limpieza del conducto radicular. (47)

El paso más importante en el tratamiento endodóntico es la desinfección del sistema de conductos radiculares, esto se realiza con desbridamiento mediante técnicas químico-mecánicas, la parte mecánica del desbridamiento se realiza con una variedad de instrumentos que limpian y conforman el conducto. La parte química se realiza con irrigantes los cuales fluyen removiendo el debris y microbiota como lo describe Möller en su investigación en tejido pulpar de monos en 1981. (26).

Peters O. A. (2001) en su investigación sobre la geometría del conducto radicular concluye que el mayor logro endodóntico es remover la pulpa y las bacterias del conducto. Pero la compleja anatomía de los conductos hace que el 50% de las paredes queden sin instrumentar durante la preparación, resultando en el desbridamiento insuficiente (34)

La mayoría de los estudios científicos que tratan la eficacia de los sistemas manuales o rotatorios en la limpieza de los conductos radiculares, demuestran que ningún sistema consigue una limpieza completa del conducto explica Cohen en su libro “Vías de la Pulpa” publicado en 1999. (5)

Pascon F. M. en 2009 en su revisión sobre el efecto del hipoclorito de sodio en dentina describe que el mejor método para remover restos y detritus de dentina derivados de la instrumentación es la irrigación, pudiendo provocar alteraciones tanto a nivel orgánico como mineral y estructural de la dentina. (31)

Anteriormente en la investigación de Niewierowski, R. S. en 2015 se comparó la capacidad de disolución de tejido orgánico del Hipoclorito de Sodio (NaClO) y el Dióxido de Cloro (ClO_2). En este estudio, se utilizaron 5,25% de NaClO, 13,8% de ClO_2 y, como control 0,9% de NaCl. Treinta muestras de pulpa bovina se pesaron previamente y se sumergieron durante 20 minutos en cada solución de prueba (cambiando la solución cada 2 minutos), se secaron y se pesaron de nuevo. El porcentaje de pérdida de peso se calculó y se analizó estadísticamente. Tanto NaClO como ClO_2 disolvieron las piezas de tejido más eficazmente que el control de solución salina. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las propiedades de disolución del tejido con NaClO y con ClO_2. Se concluyó que el ClO_2 y el NaClO son igualmente eficientes para disolver tejidos orgánicos. (29)

La irrigación es uno de los aspectos más importantes para la preparación porque puede ayudar a limpiar áreas en las que los instrumentos no pueden llegar directamente comenta Qing en su publicación “Eficacia de limpieza y micro-dureza

de la dentina después de la irrigación intraconducto con agua electrolítica de acido fuerte.” en 2006. (37)

Estrela, C. En 2009 enumera los objetivos de la irrigación siendo: disolver los restos vitales o necróticos, limpieza de las paredes con el fin de eliminar los residuos que cubren y bloquean la entrada de los túbulos dentinarios, disolver bacterias y lubricar el canal con el fin de facilitar la instrumentación. (7)

Dornelles-Morgental, R. en 2011 habla en su investigación sobre que la mayoría de los irrigantes son bactericidas, y eliminan los residuos del interior del conducto, disminuyendo el sustrato para los microorganismos y por lo tanto disminuyendo la posibilidad de supervivencia (6)

Dentro de las soluciones irrigadoras, el NaClO es la más utilizada por su poder bactericida y capacidad de disolver materia orgánica y tejido necrótico, utilizándose en concentraciones que varían desde el 0.5% al 5.25%. Es necesario esclarecer el efecto de disolución del ClO_2 en una presentación estable que es al 5%, habiendo una temperatura media y a un pH alcalino describe Sighn, S. en 2012 en su estudio in vitro que compara la disolución de tejido pulpar. (47)

No se han reportado casos de cáncer asociado a la exposición oral con ClO_2 o sus metabolitos en humanos. Ya que estos son metabolizados a iones cloruros que terminan siendo excretados en gran parte por medio de la orina y alrededor de un 8% por las heces 72 horas posteriores a tener la exposición de la dosis como lo enuncia la Agencia de sustancias toxicas y registro de enfermedades en su “Manual toxicológico para el dióxido de cloro y clorito.” (6)

Aunque el hipoclorito de sodio sea el “gold standard” debido a su efecto antimicrobiano y su capacidad para disolver tejido, se utiliza la combinación de varios irrigantes para intentar cubrir todos los tejidos de la irrigación de los conductos radiculares comenta Grande, N. M en su investigación sobre los sistemas rotatorios de níquel-titanio. (10)

Serper, D. D. en su publicación de 2002 “Los efectos de desmineralización del EDTA en diferentes concentraciones y pH” explica que las soluciones desmineralizantes eliminan el smear layer o lodo dentinario alterando la estructura de la dentina radicular. El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) destaca entre los más utilizados, mayormente en conductos estrechos y calcificados, mejorando el efecto antibacteriano del NaClO. (45)

Zhang, K. en 2010 concluye que en la actualidad no existe ningún irrigante con capacidad de actuar tanto en materia orgánica como inorgánica. (62)

En 2005, Russell, S. propuso como irrigante el dióxido de cloro el cual ha demostrado en porcentajes de 10%-13.8% ser efectivo para eliminar el Enteroccocus fecalis de los túbulos dentinales. (40)

Singh, S. en 2012 describe que la detección reciente de citomegalovirus y virus de Epstein-Barr asociado con lesiones perirradiculares puede promover el uso de dióxido de cloro, que mata tanto a los virus envueltos como a los no envueltos. El dióxido de cloro se usa actualmente en la purificación de agua, desinfección de superficies y algunos enjuagues bucales disponibles comercialmente. Existe la posibilidad de que este agente químico se utilice como un irrigante endodóntico, pero faltan datos sobre la citotoxicidad. (47)

Antecedentes de la Irrigación en Endodoncia.

Durante la primera guerra mundial, el cirujano Alexis Carrel y el químico Henry Drysdale, divulgaron el uso de hipoclorito de sodio al 0.5% como desinfectante. (24)

En 1893, Schreier eliminaba los tejidos necróticos con el uso de potasio o sodio metálicos en los canales radiculares. (16)

En 1930, se utilizaron enzimas proteolíticas, pero no fueron muy aceptadas debido a su baja capacidad de disolver el tejido necrótico del interior de los canales radiculares. (20)

En 1936, Walker recomienda el uso de agua clorinada (agua potable) debido a su capacidad de disolver proteínas y su acción germicida, eliminando el tejido pulpar. (55)

Grossman y Meinman, experimentaron varios agentes químicos durante la preparación de los conductos radiculares, comprobando que el hipoclorito de sodio al 5% era el más eficaz en la disolución de tejido pulpar. (11)

Grossman en 1941, sugirió el empleo de peróxido de hidrogeno alternando con hipoclorito de sodio, obteniendo una mayor limpieza debido al efecto efervescente del agua oxigenada. (12)

En 1946, Seidner describió un aparato de irrigación y succión para los canales radiculares, eliminando el tejido orgánico. (43)

Ostby, en 1957 introdujo el uso de sustancias quelantes, el ácido etilendiaminotetraacético bajo la forma de una sal disódica, con capacidad de formar compuestos no iónicos y solubles con un gran número de iones de calcio. (30)

En 1957, Richman emplea por primera vez el ultrasonido, adaptándose limas de endodoncia e irrigando primeramente con hipoclorito de sodio para evitar el sobrecalentamiento. (39)

Rapela en 1958, utilizó detergentes sintéticos con vehículo de antibiótico, con el fin de obtener una mejor limpieza en las zonas inaccesibles de los conductos. (38)

Ostby y Fehr, en 1963, observando que la desmineralización del EDTA era proporcional al tiempo de aplicación, comprobando que su aplicación durante 5 minutos sobre la dentina desmineralizada alcanzaba una profundidad de 20 a 30mm bien definida y demarcada. (8)

Stewart et al, en 1969 propusieron el uso del EDTA al 15% peróxido de urea al 10% y una base de carbowax soluble en agua, conocido comercialmente como técnica telese Rc-prep. (51)

En 1980, Parson et al, utilizó la clorhexidina como irrigante en el tratamiento endodóntico, debido a sus propiedades antibacterianas durante una semana después de aplicada. (32)

Morgan et al., en 1991 estudiaron la posibilidad de utilizar el hidróxido de calcio como irrigante, pero concluyeron que no tiene efecto solvente. (23)

4. Planteamiento del Problema

Se ha sabido a lo largo de la historia de la endodoncia que el éxito de ésta va a depender en gran parte de la desinfección y conformación de los conductos radiculares; los microorganismos remanentes en el conducto o los que lo recolonizan una vez obturado este, van a determinar el éxito o fracaso en el tratamiento efectuado, siendo así que el objetivo principal del tratamiento endodóntico es la desinfección y prevención de una reinfección.

Con el objetivo de poder encontrar un balance en un irrigante que pueda lavar y desinfectar el conducto y al mismo tiempo no dañar el tejido en él, se trató de buscar un agente irrigante lo más óptimo posible donde se encontraron soluciones acuosas desde sustancias inertes como el cloruro de sodio hasta sustancias muy citotóxicas y biocidas como el formaldehído.

En la actualidad existen varios irrigantes que se pueden utilizar dependiendo de la preferencia del odontólogo, por su versatilidad y alta asequibilidad el hipoclorito de sodio ha sido el irrigante que más se utiliza en las prácticas de endodoncia, considerándolo así, como el estándar de oro para la irrigación intraconductos. Si bien el hipoclorito de sodio es un buen irrigante, existen otros irrigantes que se han estudiado recientemente y presentan propiedades que son de interés, como es el caso del dióxido de cloro, que al ser una sustancia de la que se ha estado hablando recientemente debido a la situación mundial que nos acontece debido al COVID-19 y su utilización como desinfectante en protocolos de desinfección, se han realizado estudios que indican que el dióxido de cloro es un buen irrigante para el tratamiento de conductos radiculares, teniendo propiedades menos citotóxicas y sin tener subproductos en su utilización.

Sabiendo lo anterior podremos optar por el agente irrigante ideal según el diagnóstico del diente a tratar, la habilidad de manejo del operador y tiempo que dispone para tratar el caso. Teniendo en cuenta que las piezas necróticas requieren especial dedicación en retirar por completo el tejido infectado con el irrigante ya que el hipoclorito de sodio necesita de mayor tiempo de trabajo para lograr su efectividad en dichos casos, sería de beneficio para realizar tratamientos con mejor pronóstico en manos de los estudiantes de la facultad de odontología, si logramos identificar que el dióxido de cloro tiene una ventaja sobre este.

Para poder determinar la mayor eficacia de uno de los dos agentes a utilizar en el estudio, los compararemos utilizándolos en tejido pulpar de piezas permanentes recién extraídas, llevando a cabo el proceso de irrigación de manera habitual como se realiza según el protocolo de endodoncia pudiendo así cuantificar la cantidad de

tejido residual con referente a su peso antes y después de haber sido utilizado el irrigante.

Por lo que nos preguntamos:

¿Existe diferencia en la eficacia del dióxido de cloro al 5% comparado con el hipoclorito de sodio al 2.5% en la disolución del tejido orgánico existente en el tejido pulpar de piezas permanentes extraídas?

5. Justificación

Se ha demostrado a lo largo de los años que el éxito de una endodoncia va a depender de cuatro factores indispensables como lo son limpieza y conformación, desinfección y la posterior obturación del sistema de conductos radiculares.

Han pasado varios años ya desde que se establecieron estos criterios por lo que el avance de la endodoncia y su tecnología se ha enfocado en ir cumpliendo a cabalidad cada uno de los factores involucrados en la terapia endodóntica donde la irrigación no ha sido la excepción.

El irrigante utilizado en la clínica de grado de la Facultad de Odontología, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) es el hipoclorito de sodio en distintos porcentajes, el cual es citotóxico, produce alergia en ciertos pacientes y su extrusión a los tejidos periapicales genera consecuencias serias. Por lo que fue de nuestro interés, poder investigar si el dióxido de cloro sería de utilidad para uso de los estudiantes de la Facultad como una alternativa en la irrigación en endodoncia, evitando exponer a los pacientes a accidentes que se pudieran producir conforme el estudiante adquiere mayor experiencia a través de las prácticas, pero sin arriesgar la efectividad que el irrigante provee.

Además de existir investigaciones previas en las cuales se pusieron a prueba la disolución de tejido pulpar en piezas de origen bovino sumergiéndolas en dióxido de cloro al 5% e hipoclorito de sodio al 5.25% y un control de solución salina, obteniendo resultados favorables en las dos primeras sustancias sin diferencia significativa usando estas en un porcentaje de concentración no equitativo, ya que el dióxido de cloro se utilizó en un porcentaje mínimo y el hipoclorito no. Consideramos de utilidad el poder establecer si existe diferencia en la disolución de tejido pulpar de piezas extraídas de humanos en porcentajes de concentración mínimos requeridos de las sustancias para su aplicación en la odontología.

En este estudio se comparó frente al hipoclorito de sodio al 2.5% la eficacia del dióxido de cloro al 5% el cual es un irrigante intraconducto recientemente implementado, el cual ha demostrado tener una citotoxicidad menor, acción de disolución de materia orgánica e inorgánica y poder de arrastre, además de una amplia actividad antimicrobiana. Cabe destacar que posee muchas de las características del hipoclorito de sodio con la diferencia que tiene menor citotoxicidad, lo cual es muy beneficioso.

6. Marco teórico

Hoy en día, no existe ninguna duda de que los microorganismos presentes en los conductos radiculares después del tratamiento o en una recolonización del sistema de conductos radiculares después del tratamiento, son la principal causa del fracaso endodóntico. (49) (25)

La infección del espacio del conducto radicular ocurre más frecuentemente como consecuencia de una lesión cariosa profunda (19). Otra causa frecuente son cracs en la estructura de la corona que se extienden a la cámara pulpar, pudiendo también

ser la causa de una infección endodóntica, así como traumatismos, etc. Independientemente de la penetración microbiana, se debe diferenciar entre los casos vitales y no vitales (63). La pulpitis es la reacción del huésped frente a patógenos oportunistas de la cavidad oral que entran en el espacio endodóntico (13). El tejido pulpar vital puede defenderse de los microorganismos y permanecer un período de tiempo largo no infectado hasta que finalmente, el tejido pulpar termina por necrosarse gradualmente (19). Por el contrario, el espacio pulpar de los dientes no vitales con signos radiográficos de rarefacción periapical siempre alberga microorganismos cultivables. En consecuencia, el tratamiento de los casos vitales debe centrarse en la asepsia, es decir, prevenir que la infección penetre en un ambiente principalmente estéril, como es la parte apical del conducto radicular. La antisepsia, que es el intento de eliminar todos los microorganismos, es el asunto clave en los casos no vitales. Debemos tener en cuenta que cuando evaluamos la vitalidad pulpar no siempre puede ser predecible con las pruebas de sensibilidad (44). Una vez que penetramos el espacio pulpar, durante la preparación de la cavidad de acceso el clínico puede discernir claramente entre el tejido pulpar vital y no vital (36), y de esta manera se podrán tomar las decisiones oportunas del tratamiento.

Los principios de asepsia, tales como la correcta colocación del dique de goma y la desinfección coronal del diente a ser tratado han sido ampliamente aceptadas ya desde el año 1936 (55). Es interesante conocer que la mayoría de los clínicos ignoran principios básicos como la utilización del dique de goma para el tratamiento de conductos radiculares (17). La antisepsia en dientes necróticos y en dientes donde el tratamiento endodóntico ha fracasado, es más difícil que en dientes vitales desde una perspectiva técnica como desde un punto de vista microbiológico.

6.1 Irrigación

La eliminación de restos vitales y necróticos remanentes del tejido pulpar, microorganismos y toxinas microbianas del sistema de conductos radiculares son esenciales para conseguir éxito en endodoncia (48). Es muy complicado dar forma y limpiar el conducto completamente, debido a la gran complejidad del sistema de conductos radiculares (54).

Incluso con el empleo de la instrumentación rotatoria (33), los instrumentos de níquel-titanio disponibles sólo actúan sobre el cuerpo central del conducto, abandonando istmos, deltas, conductos laterales, etc. (60). Estas áreas podrían albergar restos de tejido, microorganismos y sus bioproductos (50), que podrían impedir la correcta adaptación del material de obturación (61) y causar posteriormente una inflamación perirradicular (27) (60). De esta forma, la irrigación es una parte esencial y fundamental en la preparación del conducto radicular, ya que permite llegar a donde la instrumentación no lo consigue (52) (9).

6.2 Importancia de la Irrigación en la Terapia Endodóntica

Lasala ha definido a la irrigación como el lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara pulpar o conductos radiculares. (20).

La irrigación y aspiración en endodoncia consisten en hacer pasar un líquido a través de las paredes del conducto radicular y el muñón pulpar, con la finalidad de remover restos pulpares, limaduras de dentina como consecuencia de la instrumentación, microorganismos y otros detritos. (21).

Este procedimiento debe siempre preceder al sondaje y a la determinación de la longitud. Al irrigar se expelen los materiales fragmentados, necróticos y

contaminados antes de que, inadvertidamente puedan profundizar en el canal y en los tejidos apicales. (6).

Asimismo, la irrigación del conducto radicular juega un papel importante en la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares, y es una parte integral de los procedimientos de preparación del conducto. (15)

Los irrigantes cumplen importantes funciones físicas y biológicas en el tratamiento endodóntico (58):

• Cuando se dispone de un entorno húmedo durante la preparación de un conducto, las limaduras de dentina reflotan hacia la cámara, de donde pueden ser extraídas mediante aspiración o con la ayuda de puntas de papel; de ese modo no se apelmazan en la zona apical impidiendo la correcta obturación de los conductos.

• Las probabilidades de que se rompa una lima o un ensanchador son mucho menores cuando las paredes del conducto están lubricadas por algún irrigante.

• Los irrigantes usados habitualmente tienen además la propiedad de disolver los tejidos necróticos.

• En combinación con la instrumentación intraconducto, los irrigantes desprenden los residuos, el tejido pulpar y los microorganismos de las paredes irregulares de la dentina, facilitando su extracción del conducto.

• Dado que las limas y los ensanchadores son muy pequeños y no se ajustan bien a los conductos accesorios, son los irrigantes los que disuelven los restos tisulares que quedan en el interior de los mismos, para que posteriormente se puedan introducir o condensar los materiales de obturación en esas zonas.

• La mayoría de los irrigantes son bactericidas, y su efecto antibacteriano se ve potenciado por la eliminación de los residuos necróticos del interior de los conductos.

• Ejercen además una acción blanqueadora, reduciendo los cambios de color producidos por los traumatismos o las restauraciones extensas de amalgama de plata, y limitando el riesgo de oscurecimiento postoperatorio.

Las propiedades que debe tener una solución irrigadora ideal para cumplir con estas funciones son (56):

• Ser bactericida o bacteriostático, debe actuar contra hongos y esporas.

• Baja toxicidad, no debe ser agresiva para los tejidos perirradiculares.

• Solvente de tejidos o residuos orgánicos e inorgánicos.

• Baja tensión superficial.

• Eliminar la capa de desecho orgánico.

• Lubricante.

• Aplicación simple, tiempo de vida adecuado, fácil almacenaje, costo moderado, acción rápida y sostenida.

6.3 Objetivos de una Correcta Irrigación

Entre algunos de los objetivos de una correcta irrigación encontramos (64):

- Limpieza o Arrastre Físico de Tejido Pulpar: Sangre líquida o coagulada, virutas de dentina, polvo de cemento o Cavit, plasma, exudados, restos alimenticios, medicación anterior, etc. Deberá disolver el tejido necrótico remanente. Los sistemas de conductos radiculares infectados se llenan de materiales potencialmente inflamatorios. La acción de conformar genera detritos que también pueden provocar una respuesta inflamatoria. La irrigación por sí misma puede expulsar estos materiales y minimizar o

eliminar su efecto. La frecuencia de la irrigación debe incrementarse en la medida en que los instrumentos se aproximan a la constricción apical. Una cantidad apropiada es al menos 2 ml. cada vez que se limpia el canal o se saca la lima que se está utilizando.

- Acción Detergente y de Lavado: Por la formación de espuma y burbujas de oxígeno naciente desprendido de los medicamentos usados.

- Acción Antiséptica o Desinfectante: Propia de los fármacos empleados inactivando las endotoxinas. El hipoclorito de sodio puede matar todos los microbios de los conductos radiculares incluidos los virus y las bacterias que se forman por esporas. Este efecto microbicida se mantiene incluso con concentraciones diluidas, aunque en menor grado.

- Acción Blanqueante: Se obtiene por acción del oxígeno liberado en forma atómica. La presencia de este oxígeno naciente en el interior del conducto radicular produce el efecto blanqueante. Esta propiedad la posee el hipoclorito de sodio.

6.4 Propiedades de una Solución Irrigadora Ideal

Algunas propiedades que debe poseer una solución irrigadora ideal son (64):

- Solvente de Tejido: En las regiones inaccesibles a los instrumentos, el irrigante puede disolver o romper remanentes de tejido blando o duro para permitir su eliminación.

- Baja Toxicidad: El irrigante no debe ser agresivo para los tejidos perirradiculares.

- Baja Tensión Superficial: Esta propiedad fomenta el flujo a las áreas inaccesibles. El alcohol agregado a un irrigante disminuye la tensión superficial y aumenta su penetrabilidad; se desconoce si mejora la limpieza.

- Lubricantes: La lubricación ayuda a que los instrumentos se deslicen dentro del conducto; todos los líquidos tienen este efecto, algunos más que otros.

- Bactericida y Bacteriostático: Debe actuar contra hongos y esporas.

- Eliminación De La Capa De Residuos: La capa de residuos se constituye por microcristales y partículas orgánicas de desecho diseminadas en las paredes después de la preparación del conducto. Las soluciones quelantes y descalcificantes remueven esta capa de residuos. En el presente no se conoce si es necesario eliminar esta capa. Una ventaja es que parece inhibir la colonización bacteriana y permite una mejor adhesión de los selladores. Otros factores se relacionan con la utilidad del irrigante e incluyen disponibilidad, costo moderado, ganarse la simpatía de los consumidores, conveniencia, tiempo de vida adecuado en almacén y fácil almacenaje. Un requisito adicional importante es que el químico no debe neutralizarse con facilidad en el conducto para conservar su eficacia. (64)

6.5 Irrigantes en Endodoncia

Clasificación:

Existen diversas sustancias irrigantes que han sido probadas y utilizadas en el tratamiento endodóntico, entre estas tenemos:

• Lechada de Cal.

• Peróxido de hidrógeno.

• Solución salina isotónica

• Gluconato de Clorhexidina

• Hipoclorito de sodio

• Dióxido de Cloro

• Quelantes (7)

6.5.1 Lechada de Cal

Maisto y Amadeo, citados por Lasala (20) recomendaron como irrigador una solución saturada de hidróxido de calcio en agua, la cual denominaron lechada de cal, y que podría alternarse con el agua oxigenada, empleando como último irrigador la lechada de cal, debido a su alcalinidad incompatible con la vida bacteriana, favorece la reparación apical, por lo cual ha sido recomendada en dientes con ápices abiertos. Los efectos antimicrobianos de las preparaciones acuosas de hidróxido de calcio han quedado demostrados en los estudios de Safavi y col. (41) El hidróxido de calcio, al ser disuelto en agua, se disocia en iones de calcio y de hidróxido. La presencia de iones hidróxido en una solución, la torna antimicrobiana. El uso de vehículos no acuosos, como la glicerina, podrían impedir la efectividad del hidróxido de calcio. En los estudios de Peters y col (36) el hidróxido de calcio disuelto en solución salina limita, pero no evita totalmente el crecimiento de bacterias endodontopáticas cuando se lo utiliza como solución irrigante. Por lo cual no se recomienda utilizarlo.

6.5.2 Peróxido de Hidrógeno

El peróxido de hidrógeno se utiliza como líquido irrigante junto con el hipoclorito de sodio. Fue introducido por Grossman. Cuando se irriga en un canal lleno de hipoclorito sódico, se produce una efervescencia en la que los dos productos químicos liberan oxígeno naciente y causan una fuerte agitación de los contenidos del canal. Las burbujas de oxígeno se elevan hasta la apertura del acceso, llevando consigo los detritos sueltos. Ambos productos químicos producen la disolución de algunos tejidos y la destrucción bacteriana (bacterias anaerobias). La irrigación combinada es mecánicamente eficaz; el último irrigante siempre debe ser el hipoclorito sódico. (58) (26)

Mecanismos de acción:

Físico: Produce burbujas al entrar en contacto con los tejidos y ciertos productos químicos; estas burbujas expulsan los restos fuera del conducto. (58)

Químico: Libera oxígeno que destruye los microorganismos anaerobios estrictos. Este irrigante tiene un efecto disolvente muy inferior al del hipoclorito de sodio. Sin embargo, muchos odontólogos utilizan alternativamente ambas soluciones durante el tratamiento. Este sistema es muy recomendable para la irrigación de los conductos de aquellos dientes que han permanecido abiertos para drenar, ya que la efervescencia desprende las partículas de alimentos, así como otros restos que puedan haber quedado alojados en los conductos. Al ser un disolvente más flojo, el peróxido afecta menos a los tejidos periapicales. Por consiguiente, será el irrigante de elección cuando se produzcan perforaciones en las raíces o el suelo de la cámara durante el tratamiento o cuando destruyamos la constricción apical y se produzca una pericementitis intensa. Sin embargo, el peróxido no debe ser nunca el último irrigante utilizado en un conducto, ya que, al cerrar la preparación de acceso, puede quedar atrapado oxígeno naciente, provocando un aumento de

presión. Debemos aplicar hipoclorito para que reaccione con el peróxido y libere el resto de oxígeno. (58)

6.5.3 Solución Salina Isotónica

La solución salina isotónica ha sido recomendada por algunos pocos investigadores como un líquido irrigador que minimiza la irritación e inflamación de los tejidos. En concentración isotónica, la solución salina no produce daños conocidos en el tejido y se ha demostrado que expele los detritos de los canales con tanta eficacia como el hipoclorito de sodio. La solución salina produce gran desbridamiento y lubricación. La solución salina isotónica estéril se comercializa en envases de 1 litro de aplicación intravenosa que se puede dosificar y utilizar en tratamientos individuales. Hay que tener precaución con su almacenaje, con su carga y con su manejo. Esta solución es susceptible de contaminarse con materiales biológicos extraños por una manipulación incorrecta antes, durante y después de utilizarla. La irrigación con solución salina únicamente sacrifica la destrucción química de la materia microbiológica y la disolución de los tejidos mecánicamente inaccesibles (canales accesorios, puentes intercanaliculares). La solución salina isotónica es demasiado débil para limpiar los canales concienzudamente. (64)

6.5.4 Gluconato de Clorhexidina.

El gluconato de Clorhexidina está reconocido como un agente antimicrobiano oral efectivo y se usa de manera rutinaria en tratamientos de periodoncia y en la prevención de la caries. Se ha encontrado que la Clorhexidina tiene un amplio espectro antimicrobiano, sustantividad y una ausencia relativa de toxicidad. Estas propiedades nos hacen suponer que pueda ser un buen irrigante en endodoncia. La Clorhexidina, en forma de sal, se usa desde 1950 como antiséptico oral, en enjuagues, pasta dentífrica y chicles. Como agente irrigante en endodoncia

podemos usar concentraciones de 0.12, 0.2 o 2%. Esta última no es comercial, pero parece ser la más efectiva. (64)

Las ventajas

Las ventajas que se han descrito respecto a la clorhexidina son las siguientes:

-No es tóxica.

-Sustantividad.

-Buen desinfectante, parecido al hipoclorito sódico. (64)

Las desventajas

La desventaja principal es que tiñe el diente y además no disuelve tejidos orgánicos.

Los defensores de la clorhexidina como solución irrigante en endodoncia recomiendan su uso en dos casos:

-Alergia al hipoclorito de sodio.

-Gran foramen apical y, por tanto, posibilidad de extrusión del irrigante. (64)

6.5.5 Hipoclorito de Sodio.

El hipoclorito de sodio es el irrigante más utilizado en el tratamiento endodóntico. Productos como el Chlorox y el Purex Bleach son preparados habituales de hipoclorito de sodio (5,25%). (31)

Muchos clínicos prefieren concentraciones diluidas para reducir la irritación potencial de este producto. Suele recomendarse una solución al 2,5%, aunque también pueden utilizarse soluciones sin diluir o con una dilución al 1,25%. Hay que subrayar que el hipoclorito sódico pierde parte de su poder al diluirlo. Se trata de

una solución inorgánica que se consume en el proceso de disolución. El porcentaje y el grado de la disolución están en función de la concentración del irrigante. (64)

Con el uso de este producto podemos alcanzar los cuatro objetivos fundamentales de la irrigación en endodoncia, desafortunadamente, puede ser irritante para los tejidos periapicales y posee limitaciones para penetrar en las irregularidades del sistema del canal radicular. (48)

Propiedades:

Bystrom y Sundqvist demostraron que su uso reduce significativamente la población bacteriana, esta propiedad se debe en parte a su efecto antibacteriano y a su acción efervescente.

El pH del hipoclorito de sodio es básico y su acción principalmente se basa en la oxidación de las proteínas. (64)

Los blanqueadores caseros para la ropa contienen hipoclorito de sodio al 5.25%. En aplicaciones clínicas puede emplearse a esa concentración, o diluirse aún más con agua. Sigue siendo controversial el grado de dilución o si debe utilizarse en combinación con otras soluciones como Glyoxide, Rc-prep, file Eze o peróxido de hidrógeno. Se ha demostrado que las propiedades bactericidas y especialmente las disolventes, disminuyen con su dilución, aunque se pueden potenciar calentando la solución. (32)

Trepagnier, comunicó que el hipoclorito de sodio al 5.25 o al 2.6% tiene el mismo efecto cuando se utiliza en el espacio del conducto radicular durante un período de 5 minutos. Rubin por otra parte, demostró que el NaClO al 2.6% (o a la mitad de su potencia) solo es un solvente excelente de la predentina y del tejido. Tanto la

temperatura como la concentración del hipoclorito de sodio afectan la eficacia de la solución. (48)

Cunningham demostró que el hipoclorito de sodio al 5.25 y 2.6% era igual de eficaz a una temperatura corporal de 37º C. Sin embargo, a temperatura ambiente (21º C), la solución al 2.6% resultaba menos eficaz. No obstante, el calentamiento de la solución aumenta su efecto bactericida, si bien hay que tener precaución cuando se caliente el hipoclorito de sodio a 37º C, por cuanto se mantiene estable por no más de 4 horas antes de degradarse. Es importante la pregunta de si el NaClO tiene la misma eficacia en tejidos vivos, desvitalizados o fijados, ya que uno o todos estos tejidos pueden encontrarse en el sistema de conductos radiculares. (5)

Rosenfeld demostró que el NaClO al 5.25% disuelve el tejido viviente, además, como solvente del tejido necrótico, se observó que era significativamente mejor que al 2.6, 1 o 0.5%. (32)

En 1973 Spangberg y Cols sugirieron la dilución de hipoclorito de sodio en agua destilada, no superior al 0.5%, demostrando que era a esta concentración un disolvente eficaz para los tejidos necróticos y de bajo poder lesivo para los tejidos periapicales. Otro estudio demostró que al 3% resultaba óptimo para disolver tejidos fijados con paraclorofenol o formaldehído. (32)

Hasselgren utilizó la solución de Dankin (NaClO al 0.5%) para disolver tejido necrótico, y observó que era ineficaz en un término de 12 días. Sin embargo, al cambiar la solución cada 30 min. el tejido se disolvía en 3 horas. También observó que el tratamiento preliminar del tejido con Ca(OH)2 aumenta el efecto de disolución del tejido por el hipoclorito de sodio. (54)

En un estudio in vitro efectuado en la Universidad de Loyola se comunicó que el NaClO en toda su potencia y el Gly-oxide (peróxido de Urea, utilizados de manera alternativa, eran 100% eficaces contra bacteroides melaninogenicus considerado como un patógeno endodóntico. El uso alternado de soluciones de NaClO y peróxido de hidrógeno produce una acción espumante en el conducto, debido a la liberación del oxígeno naciente. El peróxido de hidrógeno solo (3%) también extrae con eficacia los residuos y desinfecta levemente el conducto. (58)

Harrison demostró que el empleo de cantidades iguales de peróxido de hidrógeno al 3% y NaClO al 5.25% inhibía la acción antibacteriana de las soluciones para irrigación.

Debido a la presión, el peróxido de hidrógeno siempre debe neutralizarse con el hipoclorito de sodio antes de sellar el conducto. También se han llevado a cabo estudios sobre las propiedades antimicrobianas de diferentes diluciones del NaClO. Harrison y Hand utilizaron puntas absorbentes contaminadas con Streptococcus fecalis, y demostraron que al diluir el NaClO al 5.25% se inhibían significativamente sus propiedades antimicrobianas. (14)

Es posible que el efecto bactericida que se obtiene mediante la combinación del hipoclorito de sodio con otras sustancias clínicas obedezca a la liberación de gas cloro. Este fue el caso sobre todo del ácido cítrico y en cierta medida del EDTA, pero no del peróxido.

Propiedades ventajosas para su utilización en necropulpectomias.

• PH alcalino (9 a 11): neutraliza la acidez del tejido necrótico descompuesto o infectado, transforma el medio en impropio para el desarrollo bacteriano y disminuye el mal olor de algunos conductos

• Disolvente de material orgánico: Deshidrata y solubiliza las sustancias proteicas como bacterias, toxinas, restos de alimentos. (52)

Ventajas y desventajas del hipoclorito de sodio:

- En este producto utilizado como irrigante endodóntico, se puede encontrar más ventajas que desventajas siempre y cuando hay que ser cuidadoso y recordar que su desventaja principal es causar irritabilidad a los tejidos periapicales, motivo por el cual deben seguirse ciertas pautas de prevención, en el manejo del mismo y una técnica adecuada de irrigación evitará que el líquido irrigante alcance los tejidos periapicales.

- También es necesaria una adecuada y cuidadosa técnica de aislamiento, con el fin de evitar filtraciones en la boca, pues su sabor es bastante desagradable.

- Así mismo se recomienda proteger la ropa, tanto del operador como del paciente, cuando se maneja este irrigante por el deterioro que el mismo puede producir.

- Se ha utilizado a concentraciones variables, desde 0.5 a 5.25%.

- Es un proteolítico potente. (64)

El hipoclorito de sodio para irrigar produce:

• desbridamiento tosco.

• Lubricación.

• destrucción de los microbios.

• disolución de los tejidos. (64)

6.5.6 Dióxido de Cloro

El dióxido de cloro es un gas de color verde amarillento, estable y sumamente soluble en agua hasta alcanzar concentraciones de 2%. Una de las propiedades más interesantes del dióxido de cloro es su eficacia biocida en un amplio rango de pH que va de 3 a 10 (mejor de 4 a 9). (6)

El dióxido de cloro (ClO_2) se ha utilizado como alternativa al momento de usar un desinfectante en aguas. Una de las principales características por la cual el dióxido de cloro (ClO_2) se destaca, es su gran capacidad biocida. Comparado con el cloro y sus derivados, es más eficiente. Posee cualidades que le permiten ser selectivo, dado que mejora la calidad del agua a nivel organoléptico. Por otro lado, el dióxido de cloro (ClO_2) no permite la formación de trihalometanos (THM). Su uso en plantas de tratamiento se vuelve complejo dado a su sensibilidad al momento de producirse y a su elevado costo. (6)

Usos

Entre los usos del dióxido de cloro (ClO_2) se encuentran:

• Eliminación de películas biológicas: La película biológica protege a los patógenos de biocidas que los pueden matar o inhibir sus funciones. El dióxido de cloro (ClO_2) rompe esta película eliminando dichos patógenos y no permite que vuelvan a generarse.

• Es usado en el tratamiento de aguas para consumo humano, en la remoción de manganeso, hierro, olores y sabor del agua, garantizando una excelente calidad al consumidor.

• Elimina la coloración de la lignina presente en la pulpa del papel, obteniéndose resultados óptimos en la fabricación de papel de alta calidad.

• En campos petroleros, se está evaluando su eficiencia para romper emulsiones y geles, en las fases de perforación y exploración de los pozos.

• En la industria de alimentos, el dióxido de cloro (ClO_2) se ha utilizado con mejores resultados que el cloro, evitando formación de trihalometanos y otros compuestos que puedan afectar la calidad de vida de los consumidores. Actualmente se desinfectan alimentos, utensilios y máquinas procesadoras de alimentos. (6)

El dióxido de cloro (ClO_2) es un compuesto neutro del cloro con un estado de oxidación IV+. El poder de desinfección del dióxido de cloro (ClO_2) se da por oxidación; debido a que la molécula es altamente energética, esta reacciona violentamente si se encuentra en altas concentraciones frente a agentes reductores. (6)

La Química del dióxido de cloro (ClO_2) tiene las principales características entre las cuales están: es su alta solubilidad en agua fría, dado a que éste no se hidroliza de forma importante. En comparación con el cloro el dióxido de cloro es 10 veces más soluble (2000 cm3 de gas en 100 cm3 de agua a 4°C), a mayores niveles es volátil. La descomposición del dióxido de cloro (ClO_2) es favorecida por el calor, luz, iones OH- y ciertos catalizadores. (6)

Según Ingols y Ridenour publicaron que las soluciones acuosas de dióxido de cloro tienen a descomponerse extensivamente a un pH> 6.5. El desdoblamiento en sus aniones correspondientes ocurre rápidamente en solución acusa. (29)

Los métodos de generación del dióxido de cloro (ClO_2) debido a las propiedades químicas y fiscas, no se puede comprimir ni almacenar, razón por la cual se debe

generar el sitio donde se va a utilizar. Las industrias han desarrollado diferentes métodos para su generación, usualmente se requiere de clorito de sodio ($NaClO_2$), un donante de cloro, un álcali y agua. (6)

A nivel comercial, el primer método es el más indicado (Solución de grado técnico de dióxido de cloro (ClO_2), teniendo en cuenta que quedan pequeñas trazas de cloro libre; el segundo método (Solución de Grado Reactivo de Dióxido de cloro (ClO_2) produce dióxido de cloro (ClO_2) a nivel reactivo y es más utilizado para estudios y normas donde el cloro libre podrá generar interferencia. Dada a la reactividad del dióxido de cloro (ClO_2), después de generado se debe almacenar en botellas ámbar con el fin de evitar la exposición a la luz solar, se deben tapar de modo que no exista volatilización y se debe mantener refrigerado. De acuerdo con el tiempo de almacenamiento, la probabilidad de descomposición y volatilización del dióxido de cloro (ClO_2) es más alta. (6)

La ClO_2 se ha considerado recientemente como un posible irrigante del conducto radicular debido a su actividad antibacteriana informada y su compatibilidad con el tejido vivo. Además, la detección reciente del citomegalovirus y el virus de Epstein-Barr asociado con lesiones perirradiculares podría promover el uso de ClO_2, que mata tanto a los virus envueltos como a los no envueltos. En la actualidad, sin embargo, faltan datos sobre su capacidad de disolución de tejido orgánico como un irrigante endodóntico. (33)

Ventajas y Desventajas

Entre las ventajas encontramos que con la invención de una solución acuosa de ClO_2 puro y estable, se eliminan todos los inconvenientes encontrados en las tecnologías tradicionales. (40)

Los resultados extraídos de los ensayos de desinfección orgánica realizados corroboran que el dióxido de cloro posee un potencial de desinfección de entre 5 a 10 veces mayor que los productos basados en cloro (7.5 veces mayor según la media de los ensayos realizados). Sin embargo, no solo se analiza un mayor potencial de desinfección. La utilización de dióxido de cloro puro y estable conlleva a la ausencia de subproductos de la desinfección durante el proceso, marcando la diferencia con las técnicas tradicionales descritas donde la impureza del ClO_2 ocasiona problemas en el proceso. (33)

A diferencia del cloro y el hipoclorito, el ClO_2 no forma hidrocarburos clorados cuando entra en contacto con materia orgánica ni se agrega fácilmente a los dobles enlaces. Esta es una preocupación primordial porque se sabe que muchos hidrocarburos clorados son carcinógenos. De los aminoácidos, los componentes básicos de las proteínas, solo los aminoácidos aromáticos y los que contienen azufre, reaccionan con el ClO_2. (48)

Cuando se aplica hipoclorito a la piel, se forma tricloruro de nitrógeno, un compuesto que aparece en cantidades mínimas, pero es tóxico e irritante. El dióxido de cloro se usa actualmente en el procesamiento de alimentos, el tratamiento de agua, el cuidado veterinario, la desinfección de superficies, el tratamiento del sistema de mangueras de la unidad dental y algunos enjuagues bucales disponibles comercialmente. (40)

Según el fabricante, este producto es tuberculocida, bactericida, virucida y fungicida. Sus potentes propiedades oxidantes le permiten matar bacterias al interrumpir el transporte de nutrientes a través de la pared celular. (48)

Las desventajas: El dióxido de cloro (ClO_2) es un compuesto inestable, por ello debe generarse In Situ, lo que puede generar complejidad y riesgos en su manejo. Es

posible que se descomponga por acción de fricción o sacudida, es explosivo si se expone a un calentamiento intenso, es por ello que debe mantenerse alejado de fuentes de calor. Igualmente, al ser transportado, se deben maximizar las medidas de seguridad dada su inestabilidad. Por otro lado, el dióxido de cloro se descompone al entrar en contacto con la radiación solar (32). Los subproductos que genera el dióxido de cloro (ClO_2) son el clorito, que no tiene efectos adversos en dosis menores de 0.21mg/L (32) y cloratos que en altas concentraciones puede generar anemia y problemas renales en pacientes con diálisis. (64)

6.5.7 Quelantes

Por definición, las sustancias quelantes eliminan iones metálicos (como el calcio) al unirse a ellos de manera química. Estos agentes se han promovido como productos comerciales, por lo regular en combinación con lubricantes o agentes de burbujas (liberadores de oxígeno). Los dos quelantes más frecuentes son el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y el ácido cítrico diluido (10%). (64)

6.5.7.1 Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA)

Se utiliza a una concentración del 15-17%. Existen preparados comerciales donde lo combinan con otras sustancias (peróxido de urea, lubricantes). Trabaja muy lentamente, quizá más lento que la acción de corte de la lima. Esto se aplica en particular a conductos pequeños, donde la cantidad de agente quelante que se pueda introducir es mínima. La combinación del EDTA y los agentes de burbujas tampoco parece aumentar el volumen de tejido eliminado o ayudar en la limpieza. (42)

No hay prueba de que los quelantes ablanden o eliminen las obstrucciones de conductos lo suficiente para permitir el paso de instrumentos. De hecho, los agentes ablandadores para este propósito están contraindicados debido a que alteran un

poco las paredes, y por tanto limitan la capacidad de los instrumentos para ser guiados a lo largo de la dentina dura. Si se utilizan estos químicos, se deben colocar en conductos solo después de utilizar instrumentos hasta la longitud de trabajo y empezar la preparación del conducto. Para mayor precaución, estos químicos no deben estar en el conducto por un periodo largo sin instrumentación. (43) (51)

6.5.7.2 Crema de preparación para el canal radicular (RC-PREP)

Desarrollado por Stewart, combina los efectos quelantes e irrigantes del EDTA y el peróxido de urea. La solución espumosa tiene una efervescencia natural que aumenta con la irrigación de hipoclorito sódico, potenciando la eliminación de residuos. Este producto puede introducirse en los conductos con las estrías de una lima o con una jeringa de plástico para irrigación. (64)

6.5.7.3 Ácido Cítrico

Tidmarsh consideró que el ácido cítrico al 50% dejó las paredes de dentina más limpias y eliminó la capa residual. Wayman y col. También obtuvieron excelentes resultados en obturaciones luego de su preparación con ácido cítrico al 20%, asociado con hipoclorito de sodio al 2,6% y una irrigación final con ácido cítrico al 10%. (52) (57)

Nicholaus y col. pusieron a prueba el ácido cítrico y el hipoclorito contra bacterias anaerobias, comunicando que en un término de 5 a 15 minutos ambos tuvieron la misma eficacia que un bactericida. Se han empleado otros ácidos orgánicos para retirar la capa residual, ácido poliacrílico para Durelón y líquidos Fuji II, en ambos a una concentración al 40%. (6) (28)

Yamaguchi y col. propusieron al ácido cítrico como un irrigante sustituto del EDTA. Ellos observaron que uno de los principales problemas de esta solución es su bajo

pH, lo que lo hace más ácido y biológicamente menos aceptable, comparado con el EDTA tiene un pH neutro. Ellos concluyeron que todas las concentraciones de ácido cítrico (0.5, 1 y 2 Mol/L.) mostraron buenos efectos antibacterianos y capacidad de quelación o eliminación de la capa de desechos, y sugirieron que éste podría ser usado como una solución irrigante para los conductos alternándose con el hipoclorito de sodio. (61)

Sceiza y col. determinaron que el EDTA-T (ácido etilendiaminotetraacético y texapon) y el ácido cítrico al 10% usados como irrigantes endodónticos hacían más visibles los túbulos dentinarios que el hipoclorito de sodio al 5% asociado al peróxido de hidrógeno al 3%, y, asimismo, que el ácido cítrico fue más biocompatible con los tejidos periodontales apicales que el EDTA-T. (42)

Di Lenarda y col. concluyeron que la acción del ácido cítrico es comparable a la acción del EDTA, y sugirieron que este irrigante es conveniente por su bajo costo, buena estabilidad química si es usado correctamente alternándose con hipoclorito, y es efectivo aún luego de una aplicación breve (20 segundos). (5) (5)

6.6 Componentes de la cámara pulpar

6.6.1 Pulpa Dental

La pulpa dental es el único tejido blando que conforma al diente, se clasifica como un tejido conectivo ricamente vascularizado e inervado, que se encuentra alojado en la cámara pulpar y en los conductos radiculares, como todo tejido conectivo está formado por células y matriz extracelular. Consta básicamente de los mismos componentes que el tejido conjuntivo laxo de cualquier otra parte del cuerpo.

Está formada por un 75% de agua y por un 25% de materia orgánica. Esta última está constituida por células y matriz extracelular (MEC) representada por fibras y sustancia fundamental. La población celular normal está constituida por los odontoblastos, los fibroblastos, las células pulpares de reserva, los macrófagos, las células dendríticas y algunas células inflamatorias (linfocitos, plasmocitos, entre otras). La matriz extracelular esta formada por fibras colágenas, elásticas, reticulares y la sustancia fundamental rica en proteoglicanos. Estos elementos se distribuyen distintivamente en las siguientes zonas topográficas de la pulpa dental: odontoblastica, acelular u oligocelular de Weil, rica en células y la pulpa propiamente dicha. (8)

El peso de las pulpas humanas se encuentra entre 2 y 6 mg. El tamaño de la pulpa disminuye con la edad del diente debido a la disminución del contenido proteico y al desarrollo de la dentina. (5)

6.6.2 Complejo dentino-pulpar

Es importante destacar que la dentina y la pulpa dental forman el complejo dentino-pulpar, no solo por la proximidad de un tejido a otro, sino también porque ambos derivan de la papila dental, la dentina está atravesada en todo su espesor por túbulos dentinarios que contienen la prolongación de los odontoblastos que se encuentran en la pulpa dental, la cual es capaz de responder ante la acción de estímulos que puedan causar daño con la formación de la dentina terciaria y muerta; es decir ambos tejidos forman una unidad estructural y funcional que tienen capacidad de regeneración y reparación, sin embargo cuando el daño es extenso e irreversible es necesario la realización de tratamientos restauradores que sustituyan a la dentina pérdida por caries dental y de tratamientos de conducto que eliminen a la pulpa dental afectada.(8)

6.6.3 Proteínas

Contiene mayor proporción de colágeno tipo I y tipo III en pulpa (y dentina), el tipo III es constante en cada estadio, 45% del total se considera que el contenido de colágeno en la pulpa se distribuye de la siguiente manera:

Tipo III: 41%, tipo I: 46% y tipo V: 56%. (5)

6.6.4 Sustancia Fundamental

La sustancia fundamental o matriz extracelular amorfa, está constituido principalmente por proteoglicanos y agua. Es de consistencia similar a un gel y constituye la mayor parte del órgano pulpar. La sustancia fundamental rodea y da apoyo a las estructuras. Se comporta como un verdadero medio interno, a través del cual las células reciben los nutrientes provenientes de la sangre arterial; igualmente los productos de desechos son eliminados en él para ser transportados hacia la circulación eferente. (5)

6.7 Herramienta para medir el peso de la pulpa dental

6.7.1 Balanza Analítica

Es una pesa de laboratorio diseñada para medir pequeñas masas en un rango menor del gramo de error, llamada balanza analítica de precisión. Las balanzas analíticas tienen una capacidad de 200 gramos. En el caso de los modelos digitales, su sensibilidad alcanza hasta la diezmilésima de gramo (0,0001 gramos, o 0,1 miligramos).

Al obtener el dato del peso del tejido pulpar, se utiliza como referencia el peso inicial anterior a pasar por el procedimiento de los irrigantes para restar ambos datos y así

obtener el porcentaje de pérdida de peso del tejido orgánico, donde se determina que, a mayor porcentaje de pérdida de peso, mayor efectividad del irrigante. (27)

7. Objetivos

7.1 Objetivo General

- Comparar la eficacia del dióxido de cloro al 5% con el hipoclorito de sodio al 2.5% en la disolución de tejido pulpar de piezas permanentes extraídas.

7.2 Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de disolución de tejido pulpar de piezas permanentes extraídas con dióxido de cloro al 5% mediante el peso en miligramos con balanza analítica de precisión.
- Determinar el porcentaje de disolución de tejido pulpar en piezas permanentes extraídas con hipoclorito de sodio al 2.5% mediante el peso en miligramos con balanza analítica de precisión.

8. Hipótesis

Hipótesis nula: El dióxido de cloro al 5% disuelve significativamente más tejido pulpar de piezas permanentes extraídas comparado con el hipoclorito de sodio al 2.5%.

Hipótesis alternativa: No hay diferencia estadísticamente significativa en la eficacia del dióxido de cloro al 5% comparado con el hipoclorito de sodio al 2.5% en la disolución de tejido pulpar de piezas permanentes.

9. Variables

Variable Independiente:

- Irrigante utilizado:
    - Dióxido de Cloro al 5%
    - Hipoclorito de Sodio al 2.5%
- Definición**:** Agente con actividad antimicrobiana y capacidad de disolver tejido pulpar.
- Clasificación**:** Cualitativa

Variable Dependiente:

- Disolución de tejido pulpar de piezas permanentes extraídas
- Definición**:** Porcentaje de disolución de tejido pulpar
- Clasificación: Cuantitativa
- Valores**:**

- Porcentaje de 1-100% con referente al peso perdido entre la masa inicial y la final.

10. Metodología

Diseño del estudio

Experimental (monta un experimento) analítico (busca una comparación).

Población

60 muestras de tejido pulpar de piezas permanentes extraídas a las cuales se les retiró para este estudio, dividiéndose de la siguiente manera:

- Grupo A: Tejido pulpar de 30 piezas permanentes extraídas sumergidos en dióxido de cloro al 5% por 20 minutos.

- Grupo B: Tejido pulpar de 30 piezas permanentes extraídas sumergidos en hipoclorito de sodio al 2.5% por 20 minutos.

Criterios de Inclusión

- Tejidos pulpares de piezas permanentes indicadas para extracción por ortodoncia
- Tejidos pulpares de piezas permanentes indicadas para extracción por cirugía de terceras molares.

Criterios De Exclusión

- Tejidos pulpares de piezas con caries profunda y diagnóstico de necrosis pulpar.

Preparación de La Muestra

Se envió una solicitud al Hospital Roosevelt donde se tomaron premolares y molares permanentes extraídos mediante exodoncias simples y cirugías menores realizadas por los residentes del posgrado de cirugía oral y maxilofacial en la unidad de cirugía menor, recolectando 60 piezas permanentes que cumplen con los criterios de inclusión. Estos se lavaron con agua destilada para limpiar cualquier resto de sangre y se utilizó hipoclorito de sodio al 5% para desinfectarlos. Posteriormente se almacenaron en solución de lactato para poder preservarlos el mayor tiempo posible antes de extraer la pulpa dental el cual no altera su pH, y evita la contaminación bacteriana, contribuye a la nutrición de las células y las mantiene vitales durante un tiempo máximo de tres días. Por último, se refrigeraron por 12 horas para facilitar la obtención del tejido pulpar.

Al tener almacenadas las piezas, se dividieron en dos grupos, los cuales corresponden a cada solución irrigante que se examinó para este estudio, 10 premolares y 20 terceras molares en el grupo A el cual utilizó el hipoclorito de sodio al 2.5% y 10 premolares y 20 terceras molares en el grupo B que utilizó dióxido de cloro al 5%. Se decidió utilizar el hipoclorito de sodio al 2.5% debido a que puede

mantener una función adecuada para eliminar un número significativo de bacterias y presentar un mínimo efecto irritante que usualmente se da por el uso de concentraciones altas. Y el dióxido de cloro al 5% debido a que está en una concentración mínima estable, al igual que el porcentaje utilizado en el hipoclorito de sodio.

En cada pieza se realizó un acceso cameral con una fresa redonda #2 (Dentsply Maillefer), el acceso se definió con una endo Z que permite un acceso en línea recta hacia los conductos radiculares, eliminando lo que pudiera quedar de techo de la cámara pulpar para así tener una mejor visión al utilizar una lima #10 k-file de acero inoxidable (Maillefer, Ballaigues, Switzerland) o una Sonda Barbada los cuales se introdujeron en el o los conductos radiculares las veces necesarias para obtener el tejido pulpar de la pieza. Al obtenerlo, se lavó con agua destilada para limpiar los restos de sangre y se secaron con papel filtro para que un solo evaluador tomara únicamente el peso del tejido pulpar en miligramos. Se tomó el grupo A y por medio de una balanza analítica de precisión en el Centro de Información y Asesoría Toxicológica, del Departamento de Toxicología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, se pesó el tejido pulpar para tener un peso inicial y luego se colocó en tubos de ensayo de vidrio de 10 ml con 5 ml de la solución de hipoclorito de sodio al 2.5% durante 3 minutos; luego se lavó y secó el tejido residual para que no existiera precipitado y se volvió a pesar para poder obtener el peso final. Nuevamente con el grupo B se hizo lo mismo, pero utilizando solución de dióxido de cloro 5% por tres minutos.

Al obtener los datos correspondientes según el peso en miligramos de la muestra por grupos, se registraron en las hojas de recolección de datos y se determinó el porcentaje de pérdida de tejido pulpar de ambos grupos, esto se hizo restándole al peso inicial el peso final para obtener el peso perdido en miligramos de tejido pulpar, a este peso perdido de miligramos se le multiplicó por 100 y luego se le dividió por el peso inicial para así poder determinar el porcentaje de peso perdido de tejido pulpar. Posteriormente se realizaron las pruebas estadísticas en la cuales se puede evaluar si existe una diferencia significativa en la disolución de tejido orgánico al

sumergir el tejido pulpar en hipoclorito de sodio al 2.5% y dióxido de cloro al 5%. Mediante la tabulación de datos se realizaron cuadros para la interpretación, discusión y análisis de resultados y así redactar las conclusiones del estudio.

11. Materiales y Recursos

Tabla 1. *Materiales y Recursos utilizados para realizar la investigación sobre la comparación de la eficacia entre el NaClO y el ClO_2.*

Material	Precio Estimado
60 piezas dentales	-
20 pares de guantes de látex	40Q
250 ml de agua destilada	25Q
200 ml de hipoclorito de sodio al 2.5%	16Q
250 ml de dióxido de cloro al 5%	400Q
500 ml de suero fisiológico	25Q
1 hielera	-
2 recipientes de plástico	40Q
Papel filtro	15Q
1 pieza de alta y baja velocidad	-

1 compresor de aire	-
1 caja de controles	-
4 fresas de alta velocidad #2	45Q
2 fresas endo Z	180Q
5 limas #10, #8 y #15.	120Q
5 tiranervios	100Q
1 balanza analítica de precisión	-
60 tubos de ensayo de plástico	60Q
2 pinzas de algodón	20Q
2 lapiceros	10Q
20 hojas de papel	5Q
Total:	1,101Q

- Tiempo de recolección de muestra: 80 horas
- Tiempo de preparación de la muestra: 15 horas
- Tiempo de experimentación de la muestra: 6 horas
- Tiempo de análisis de resultados: 5 horas

12. Resultados

Cuadro 1.

Peso inicial en miligramos del Grupo A de tejidos pulpares de piezas permanentes medidos en balanza analítica de precisión digital en el Centro de Información y Asesoría Toxicológica en el mes de noviembre de 2022.

Peso inicial Grupo A	f	fr	%
1.0 – 1.9	1	0.03	3.3
2.0 – 2.9	7	0.23	23.3
3.0 – 3.9	5	0.17	16.7
4.0 – 4.9	4	0.13	13.3
5.0 – 5.9	6	0.20	20
6.0 – 6.9	3	0.10	10
7.0 – 7.9	3	0.10	10
8.0 – 8.9	1	0.03	3.3
Totales	30	1	100

Fuente: Trabajo de campo del estudio
*f = frecuencia, fr = frecuencia relativa, % = tanto por ciento.

En el grupo A, conformado por 30 tejidos pulpares de piezas permanentes, de los cuales 10 fueron de premolares y 20 fueron de terceras molares, el menor peso inicial de tejido pulpar recolectado fue de 1.2 mg y el mayor peso inicial fue de 8.8 mg. La media fue de 4.55 mg con una dispersión de 1.91 mg.

Cuadro 2.

Peso inicial en miligramos del Grupo B de tejidos pulpares de piezas permanentes medidos en balanza analítica de precisión digital en el Centro de Información y Asesoría Toxicológica en el mes de noviembre de 2022.

Peso Inicial Grupo B	f	fr	%
1.0 – 1.4	4	0.13	13.3
1.5 – 1.9	4	0.13	13.3
2.0 – 2.4	6	0.20	20
2.5 – 2.9	4	0.13	13.3
3.0 – 3.4	7	0.23	23.3
3.5 – 3.9	2	0.07	6.7
4.0 – 4.4	3	0.10	10
Totales	30	1	100

Fuente: Trabajo de campo del estudio.
f = frecuencia, fr = frecuencia relativa. % = tanto por ciento.

En el Grupo B se encontró que el menor valor de peso inicial registrado fue de 1.1 mg y el mayor valor de 4.4 mg. Con una media de 2.61 mg y una dispersión de 0.9 mg.

Cuadro 3.

Peso final en miligramos del Grupo A de tejidos pulpares de piezas permanentes medidos en balanza analítica de precisión digital en el Centro de Información y Asesoría Toxicológica en el mes de noviembre de 2022.

Peso final Grupo A	f	fr	%
0.5 – 1.4	2	0.07	6.7
1.5 – 2.4	7	0.23	23.3
2.5 – 3.4	4	0.13	13.3
3.5 – 4.4	6	0.20	20
4.5 – 5.4	5	0.17	16.7
5.5 – 6.4	4	0.13	13.3
6.5 – 7.5	2	0.07	6.7
Totales	30	1	100

Fuente: Trabajo de campo del estudio.
f = frecuencia, fr = frecuencia relativa, % = tanto por ciento.

Luego de sumergirse en Hipoclorito de Sodio al 2.5% por tres minutos, el tejido pulpar del grupo A que registró el menor peso final fue de 0.7 mg y el mayor peso final registrado en el mismo grupo fue de 7.2 mg. Con una media de 3.74 mg y una dispersión de 1.7 mg.

Cuadro 4.

Peso final en miligramos del Grupo B de tejidos pulpares de piezas permanentes medidos en balanza analítica de precisión digital en el Centro de Información y Asesoría Toxicológica en el mes de noviembre de 2022.

Peso final Grupo B	f	Fr	%
0.5 – 0.9	3	0.10	10
1.0 – 1.4	5	0.17	16.7
1.5 – 1.9	6	0.20	20
2.0 – 2.4	9	0.30	30
2.5 – 2.9	4	0.13	13.3
3.0 – 3.5	3	0.10	10
Totales	30	1	100

Fuente: Trabajo de campo del estudio.
f = frecuencia, fr = frecuencia relativa, % = tanto por ciento.

En el grupo B, luego de sumergirse en dióxido de cloro al 5% por tres minutos, el menor peso final de tejido pulpar registrado fue de 0.8 mg y el mayor peso final de tejido pulpar fue de 3.4 mg. Con una media de 1.98 mg y una dispersión de 0.71 mg.

Los resultados obtenidos al experimentar con los dos diferentes irrigantes fueron los siguientes:

Cuadro 5.

Porcentaje de pérdida de masa de tejidos pulpares de piezas permanentes luego de ser sumergidos en NaClO por 3 minutos. Noviembre de 2022.

Porcentaje de pérdida del Grupo A	f	fr	%
5.0 – 9.9	1	0.03	3.3
10.0 - 14.9	9	0.30	30
15.0 – 19.9	10	0.33	33.3
20.0 – 24.9	5	0.17	16.7
25.0 – 29.9	1	0.03	3.3
30.0 – 34.9	2	0.07	6.7
35.0 – 39.9	0	0.00	0
40.0 – 44.9	1	0.03	3.3
Totales	30	1	100

Fuente: Trabajo de campo del estudio.
f = frecuencia, fr = frecuencia relativa, % = tanto por ciento.

El menor porcentaje de pérdida de peso por disolución de tejido pulpar en el grupo A fue de 7.9% y el mayor porcentaje de pérdida de peso fue de 42.9%, donde la media del porcentaje de disolución de tejido pulpar luego de ser sumergido en hipoclorito de sodio al 2.5% fue de 19.45% con una dispersión de 8.38%.

Cuadro 6.

Porcentaje de pérdida de masa de tejidos pulpares de piezas permanentes luego de ser sumergidos en ClO_2 durante 3 minutos. Noviembre de 2022.

Porcentaje de pérdida del Grupo B	f	fr	%
0 – 9.9	7	0.23	23.3
10.0 – 19.9	8	0.27	26.7
20.0 – 29.9	10	0.33	33.3
30.0 – 39.9	1	0.03	3.3
40.0 – 49.9	2	0.07	6.7
50.0 – 59.9	1	0.03	3.3
60.0 – 69.9	0	0.00	0
70.0 – 79.9	1	0.03	3.3
Totales	30	1	100

Fuente: Trabajo de campo del estudio.
f = frecuencia, fr = frecuencia relativa, % = tanto por ciento.

En el grupo B el menor porcentaje de pérdida de peso por disolución de tejido pulpar fue de 0% y el mayor porcentaje de pérdida de peso fue de 75%, su media en el porcentaje de disolución de tejido pulpar luego de sumergirse en dióxido de cloro al 5% fue de 22.15 con una dispersión de 16.

Cuadro 7.

Porcentaje de pérdida de masa de tejidos pulpares de piezas permanentes luego de ser sumergidos en NaClO y ClO_2 durante 3 minutos. Noviembre de 2022.

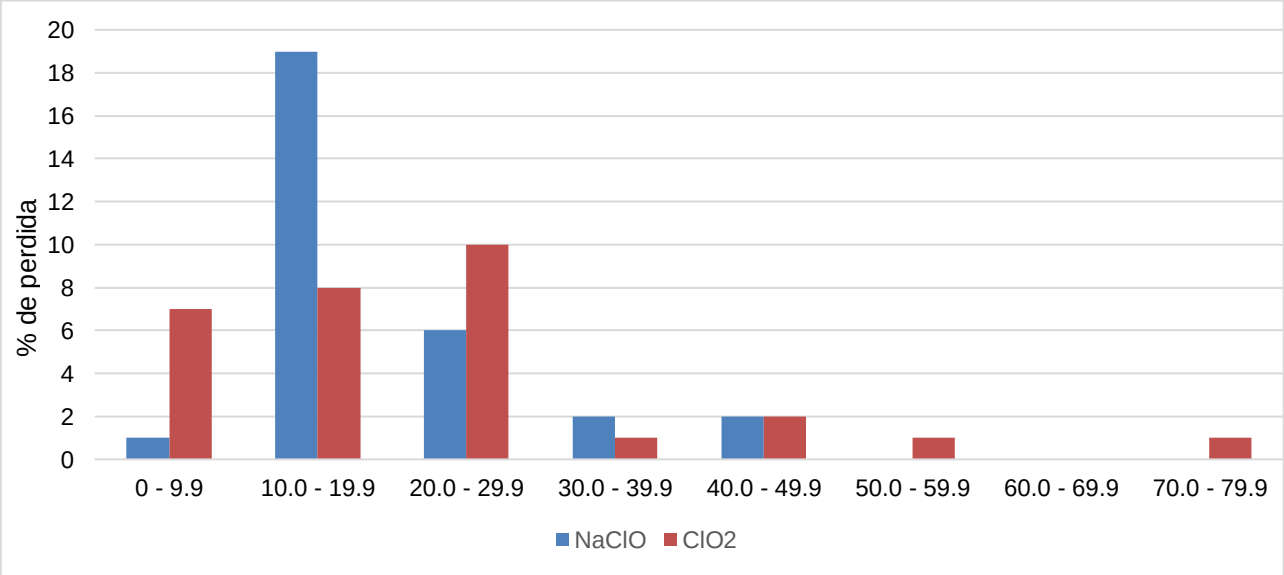
Porcentaje de pérdida	NaClO	ClO_2
0 – 9.9	1	7
10.0 – 19.9	19	8
20.0 – 29.9	6	10
30.0 – 39.9	2	1
40.0 – 49.9	2	2
50.0 – 59.9	0	1
60.0 – 69.9	0	0
70.0 – 79.9	0	1
Totales	30	30

Fuente: Trabajo de campo del estudio.

Al comparar el porcentaje de perdida de masa de ambos grupos se encontró que el ClO_2 registró mas órganos pulpares en el intervalo de 20.0 – 29.9% con 10 casos y el NaClO registró mas órganos pulpares en el intervalo de 10.0 – 19.9% con 19 casos.

Gráfica 1.

Porcentaje de pérdida de masa de tejidos pulpares de piezas permanentes luego de ser sumergidos en NaClO y ClO_2 durante 3 minutos. Noviembre de 2022.



Fuente: Trabajo de campo del estudio.

De manera grafica se describe el porcentaje de perdida de masa de tejido pulpar luego de sumergirse en sus respectivos irrigantes, teniendo 19 órganos pulpares con un porcentaje de perdida de masa entre 10 y 19.9% luego de sumergirse en NaClO por 3 minutos y 10 órganos pulpares con un porcentaje de perdida de masa entre 20 y 29.9% luego de sumergirse en ClO_2 por 3 minutos.

Al determinar que las muestras no poseen una distribución normal, se procedió a utilizar la prueba no paramétrica de dos muestras independientes, Prueba U de Mann-Whitney en la cual se determinó que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos ($p > 0.05$) con un nivel de confianza del 95%.

Cuadro 8.

Prueba U de Mann-Whitney del porcentaje de pérdida de tejido pulpar después de sumergirse en los irrigantes.

Estadísticos de prueba	
	Porcentaje de Pérdida de tejido pulpar
U de Mann-Whitney	413.5
W de Wilcoxon	878.5
Z	-0.54
Sig. asin. (bilateral)	0.589

a. Variable de agrupación: Grupo A y Grupo B.

13. Análisis y Discusión de resultados

Se separaron las muestras en dos grupos de 30 tejidos pulpares cada uno, donde el Grupo A se sumergió en Hipoclorito de sodio al 2.5% y el Grupo B en Dióxido de Cloro al 5%, ambos por 3 minutos. Se describe que la disolución del tejido pulpar depende de varios factores, entre ellos el tiempo de exposición con el irrigante (26). Por eso en este estudio se determinó el tiempo de exposición de 3 minutos para simular el tiempo de irrigación en un tratamiento endodóntico.

No se tiene con claridad la concentración mínima de ClO_2 para disolver el tejido pulpar durante el tratamiento endodóntico. Los resultados experimentales indican que el dióxido de cloro es inestable por encima del 10% de concentración (8). Se han utilizado concentraciones 5%, 13% y 13.8% en estudios previos (2, 5, 50, 61). En este estudio se utilizó una concentración de 5%.

Al obtener los porcentajes de pérdida de peso por disolución de tejido pulpar se realizó una prueba de normalidad para determinar si poseían una distribución normal donde el Grupo A no poseía una distribución normal ($p=<0.001$) al ser su valor $p > 0.05$ con un nivel de confianza del 95%. Del mismo modo con el grupo B no se encontró una distribución normal ($p=0.003$). Por lo cual se decidió usar una prueba no paramétrica de dos muestras independientes.

Al analizar los resultados obtenidos por medio de la Prueba U de Mann-Whitney, identificamos que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre el porcentaje de disolución de tejido pulpar usando dióxido de cloro al 5% y el hipoclorito de sodio al 2.5%, por lo tanto, pueden utilizarse como método alternativo de irrigante en el proceso de la endodoncia.

Los hallazgos encontrados concuerdan con Cobankara et al. donde indican que el dióxido de cloro es igual de eficaz que el hipoclorito de sodio (3). Pero este hallazgo contrasta con lo registrado por otros autores que indican que el dióxido de cloro tiene menor eficacia que el hipoclorito de sodio. (50, 22)

Se pudo observar que el CLO_2 tuvo una media de disolución de tejido pulpar de 22.15% la cual fue mayor que el NaClO con 19.45%, pero que aún así no existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos al realizar la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

Con esto se determina que tanto el NaClO y el ClO_2 poseen un similar porcentaje de disolución de tejido pulpar y no hay una diferencia en su eficacia, a lo cual queda a criterio del operante cual utilizar para su práctica clínica.

14. Conclusiones

- No existe diferencia estadísticamente significativa en la eficacia del dióxido de cloro al 5% comparada con el hipoclorito de sodio al 2.5% en la disolución de tejido pulpar de piezas permanentes extraídas.
- La media del porcentaje de disolución de tejido pulpar de piezas permanentes extraídas con dióxido de cloro al 5% fue de 22.15%.
- La media del porcentaje de disolución de tejido pulpar en piezas permanentes extraídas con hipoclorito de sodio al 2.5% fue de 19.45%.

15. Recomendaciones

- Utilizar ambos irrigantes para su uso como irrigantes intraconducto en tratamientos de conductos radiculares, teniendo en cuenta la citotoxicidad de las sustancias, donde el NaClO tiene una alta citotoxicidad frente al ClO_2.
- Utilizar ClO_2 en las primeras practicas de irrigación ya que existe menor riesgo de sobrepaso del irrigante al área periapical con consecuencias como el “Accidente de Hipoclorito”.

- Tomar en cuenta la menor asequibilidad del ClO_2 al haber pocas casas comerciales que lo distribuyen y su valor económico mas elevado comparado con el NaClO.
- Evaluar variables como temperatura de la solución irrigante para obtener resultados que afecten la eficacia de la disolución de tejido pulpar.
- Tomar en cuenta la disposición de las soluciones, al ser complicado conseguir el dióxido de cloro.
- Solicitar la recolección de la muestra en lugares que no posean protocolos tan engorrosos para poder realizar la investigación ya que son procesos burocráticos de tramitar.
- Tomar la mayor cantidad de tiempo para irrigar los conductos, ya que el tiempo de exposición con el irrigante es determinante con respecto a la disolución del tejido pulpar.
- Verificar el porcentaje de los irrigantes utilizados para aprovechar todas las propiedades que brindan.
- Realizar estudios in situ comparando ambos irrigantes y evaluar el desarrollo del tratamiento a largo plazo en los pacientes.

16. Bibliografías

1. Angurell, I. et al. (2009). **Operaciones básicas en el laboratorio de química**. (en línea). España: Universidad de Barcelona, Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación, Departamento de Farmacia, Toxicología y Química Terapéutica. Consultado el 24 de abril de 2022. Disponible en: https://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/index.html.

2. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (2004). **Toxicological profile for chlorine dioxide and chlorite.** (en línea). U.S. Atlanta, GA: Department of Health and Human Services, Public Health Service. Consultado el 12 de junio de 2017. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp160.pdf

3. Basaiwala, K.; Shetty, K. and Nath, K. (2018). **Comparative evaluation of temperature changes on tissue-dissolution ability of sodium hypochlorite, calcium hypochlorite, and chlorine dioxide.** Saudi Endodontic Journal. 8(3):208-211.

4. Berry, E. A. et al (1987). **Dentin surface treatments for the removal of the smear layer: An SEM Study.** J. Amer. Dent. Assoc. 115:65.

5. Boveda, Z. C. (2006). **Conceptos actuales sobre el complejo dentino-pulpar. Fisiología pulpar.** (en línea). Consultado el 24 de abril de 2022. Disponible en: https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_49.htm

6. Cobankara, F. K.; Ozkan, H. B. and Terlemez, A. (2010). **Comparison of organic tissue dissolution capacities of sodium hypochlorite and chlorine dioxide.** J. Endod. 36(2):272-274.

7. Chow, T.W. (1983). **Mechanical effectiveness of root canal irrigation**. J. Endod. 9:475.

8. Cohen, S. y Burns R. (1999). **Vías de la pulpa**. 7 ed. Barcelona. España: Editorial Harcourt. pp. 283-292.

9. Di Lenarda, R.; Cadenaro, M. and Sbaizero, O. (2000). **Effectiveness of 1 mol-1 citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal.** Int. Endod. J. 33:46-52.

10. Dobson, S. and Cary, R. (2002). **Chlorine Dioxide (Gas).** (en línea). Geneva: WHO. Consultado el 2 de febrero de 2022. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42421/a73566.pdf?sequence=1&isAllowed=y

11. Dornelles-Morgental, R. et al. (2011). **Antibacterial efficacy of endodontic irrigating solutions and their combinations in root canals contaminated with Enterococcus faecalis.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 112(3):396-400.

12. Estrela, C. et al. (2009). **Biology and pathology of apical periodontitis.** Endod. Scien. 1:285-348.

13. Fehr, F. R. and Ostby, N. B. (1963). **Effect of E.D.T.A. and sulfuric acid on root canal dentine.** Oral Surg. 16(2):199-205.

14. Gómez, M. y Campos, A. (2019). **Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental**. 4 ed. México: Editorial Medica Panamericana. 10 p.

15. Gulabivala, K. and Patel, B. (2005). **Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces.** Endodontic Topics. 10:103-122.

16. Grande, N. M. (2006). **Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel-titanium rotary systems.** Int. Edod. J. 39(10):755-763.

17. Grossman, L. I. and Meimann, B. W. (1941). **Solution of pulp tissue by chemical agents**. J. Amer. Dent. Ass. 28(2):223-225.

18. —------. (1943). **Irrigation of root canals**. J. Amer. Dent. Ass. 30(23):1915-1917.

19. Hahn, C. L. and Best, A. (2000). **Cytokine induction by Streptococcus mutans and pulpal pathogenesis**. Infect. Immun. 68(12):6785-6789.

20. Harrison, J. W. et al. (1981). **The effect of dilution and organic matter on the antibacterial property of 5.25% sodium hypochlorite.** J. Endod. 7(3): 128-132.

21. Hülsmann, M. and Hahn, W. (2000). **Complications during root canal irrigation- literature review and case reports**. Int. Endod. J. 33(3):186-193.

22. Ingle, J. I. and Taintor, J. F. (1987). **Endodoncia.** 3 ed. México: Ed. Interamericana. pp. 553-554.

23. Jenkins, S. M. and Hayes, S. (2001). **A study of endodontic treatment carried out in dental practice within the UK.** Int. Endod. J. 36:16-22.

24. Jain, A. et al. (2015). **Comparison of human pulp tissue dissolution capacities of different irrigating solutions: An in vitro study**. Eur. J. Gen. Dent. 4:64-67.

25. Kakehashi, S. et al. (1965). **The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats.** Oral Sur. Oral Med.Oral Path. 20(3):340-349.

26. Langeland, K. (1987). **Tissue response to dental caries**. Endod. Dent. Traumatol. 3:149-171.

27. Lasala, A**.** (1992). **Endodoncia; complicaciones y accidentes en el tratamiento y la obturación de conductos.** 4 ed. México: Editorial Salvat. 407-411.

28. Leonardo, M. R.; Leal, J. M. and Lorenzo, I. (1994). **Endodoncia: tratamiento de los conductos radiculares.** 2 ed. Buenos Aires: Médica Panamericana. pp. 246-267.

29. Lim, T. S. et al. (2003). **Light and scanning electron microscopic evaluation of Glyde File Prep in smear layer removal**. Int. Endod. J. 36(5):336-343.

30. Liolios, E. et al. (1997). **The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation.** Inter. Endod. J. 30(1):51-57.

31. Marshall, E. S.; Marshall, F. J. and Rosen, S. (1971**). The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 31(1):96-103.

32. Molander, A. and Reit, C. (1998). **Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis.** Int. Endo. J. 31:1-7.

33. Möller, A. J. et al. (1981). **Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys.** Scand. J. Dent. Res. 89(6): 475-484.

34. Nairdorf, I. J. (1974). **Clinical microbiology in endodontics**. Dent. Clin. North Am. 18(2):329-344.

35. Narayanan, S. et al. (2017). **Pulp tissue dissolution in endodontics.** IJADS. 3(2):193-196.

36. Nicholaus, B. E. et al. (1988). **The bactericidal effect of citric acid and sodium hypochlorite on anaerobic bacteria.** J. Endod. 14:31.

37. Niewierowski, R. S. et al. (2015). **Bovine pulp tissue dissolution ability of irrigants associated or not to ultrasonic agitation.** Braz Dent J. 26(5):537-540.

38. Ostby, N. B. (1957). **Chelation in root canal therapy. Ethylenediamine tetraacetic acid for cleasing and widening of root-canals.** Odontología Tids. 65(1):341.

39. Pascon, F. M. et al. (2009). **Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review.** J. Dent. 37(12):903-908.

40. Parsons, G. J. et al. (1980). **Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentin specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 49(5):455-459.

41. Peters, O. A. (2004). **Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review.** J. Endod. 30(8):559-567.

42. —------; Schönenberger, K. and Laib, A. (2001). **Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography.** Int. Endod. J. 34(3):221-230.

43. Peters, L. B. et al. (2002). **Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions.** Int. Endod. J. 35(1):13.

44. Petterson, K.; Söderström, C. and Kiani-Anaraki, M. (1999). **Evaluation of the ability of thermal and electrical tests to register pulp vitality.** Endod. Dent. Traumatol. 15(3):127-131.

45. Qing, Y. et al. (2006). **Cleaning efficacy and dentin micro-hardness after root canal irrigation with a strong acid electrolytic water.** J. Endod. 32(11):1102-1106.

46. Rapela, D. E. (1958). **Antibióticos y detergentes en el tratamiento de los dientes despulpados.** Rev. Asoc. Odont. Argent. 46(3):65-69.

47. Richman, R. J. (1957). **The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection**. Med. Dent. J. 12:12-18.

48. Russell, S. et al. (2005). **An in vitro evaluation of the antibacterial efficacy of chlorine dioxide on E. faecalis in bovine incisors.** J. Endod. 31(9):672-675.

49. Safavi, K. and Nakayama, T. A. (2000). **Influence of mixing vehicle on dissociation of calcium hydroxide in solution.** J. Endod. 26(11):649-651.

50. Sceiza, M. F. et al. (2001). **Cytotoxic effects of 10% citric acid and EDTA-T used as root canal irrigants: an in vitro analysis**. J. Endod. 27(12):741-743.

51. Seidberg, B. and Schilder, H. (1974). **An evaluation of EDTA in endodontics**. Oral Sur. Oral Med. and Oral Pathl. 4:609-620.

52. Seltzer, S.; Bender, I. B. and Ziontz, M. (1963). **The dynamics of pulp inflammation: correlation between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 16:969-977.

53. Serper, D. D. S. and Çalt, D. D. S. (2002). **The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH.** J. Endod. 28(7):501-502.

54. Schilder, H. (1974). **Cleaning and shaping the root canal.** Dent. Clin. North Am. 18:269-296.

55. Singh, S. et al. (2012). **Effect of chlorine dioxide and sodium hypochlorite on the dissolution of human pulp tissue - An in vitro study.** Med. J. Armed. Forces India. 68(4):356-459.

56. Siqueira, J. F. and Rôças, I. N. (2008). **Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures.** J. Endod. 34:1291–1301.

57. Sjörgren, U. and Sundqvist, G. (1987). **Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 63(3):366-370.

58. Skidmore, B. (1971). **Root canal morphology of the human mandibular first molar.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 32(5):778-784.

59. Stewart, G. G.; Kapsimalas P. and Rappaport H. (1969). **EDTA and urea peroxide for root canal preparation**. J. Am. Dent. Assoc. 78:335.

60. Svec, T. A. and Harrison, J. W. (1977). **Chemomechanical removal of pulpal and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide vs normal saline solution.** J. Endod. 3(2):49-53.

61. Taneja, S.; Mishra, N. and Malik, S. (2014). **Comparative evaluation of human pulp tissue dissolution by different concentrations of chlorine dioxide, calcium hypochlorite and sodium hypochlorite: An in vitro study**. J. Conserv. Dent. 17(6):541-545.

62. Tidmarsh, B. G. (1978). **Acid-cleansed and resin-sealed root canals.** J. Endod. 4:117.

63. Vertucci, F. J. (1984). **Root canal anatomy of the human permanent teeth.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 58(5):589-599.

64. Walker, A. (1936). **A definite and dependable therapy for pulpless teeth**. J. Am. Dent. Assoc. 23(8):1418-1425.

65. Walton, R. E. and Torabinejad, M. (1997). **Endodoncia. Principios y práctica**. 2 ed. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana. pp. 223-225.

66. Wayman B. E.; Kopp W. M. and Pinero, G. J. (1979). **Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro.** J. Endod. 5:258.

67. Weine, F. S. (1997). **Tratamiento endodóncico**. 5 ed. Madrid, España: Edit. Harcourt - Brace. pp. 305-394.

68. Wu, M.; van der Sluis, L. W. M. and Wesselink, P. R. (2002). **A preliminary study of the percentage of guttapercha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha.** Int. Endod. J. 35(6):527-535.

69. —------. et al. (2001). **The quality of root fillings remaining in mandibular incisors after root end cavity preparation**. Int. Endod. J. 34(8):613-619.

70. Yamaguchi, M. et al. (1996). **Root canal irrigation with citric acid solution.** J. Endod. 22(1):27-29.

71. Zhang, K. et al. (2010). **Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin.** J. Endod. 36(1):105-109.

72. Zehnder, M.; Gold, S. I. and Hasselgren, G. (2002). **Pathologic interactions in pulpal and periodontal tissues.** J. Clin. Periodontology. 29(8):663-671.

73. —------. (2006). **Root canal irrigants.** J. Endod. 32(5):389-398.

Vo. Bo. 09/03/2023.

17. Anexos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

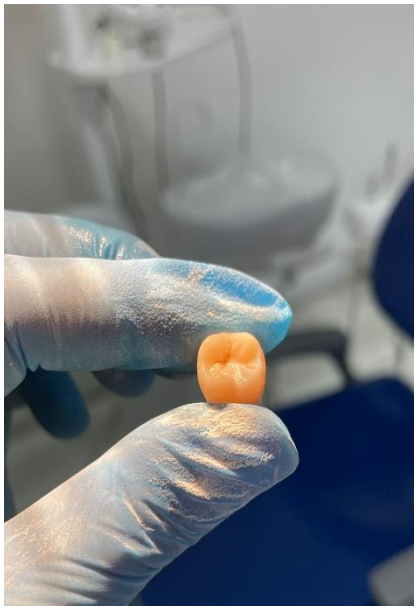
Solución Irrigante: _____

Pieza no.	Fecha de Exodoncia	Peso Inicial en mg	Peso Final en mg	Porcentaje de pérdida

Figura 1. Recolección de la muestra en el Hospital Roosevelt.

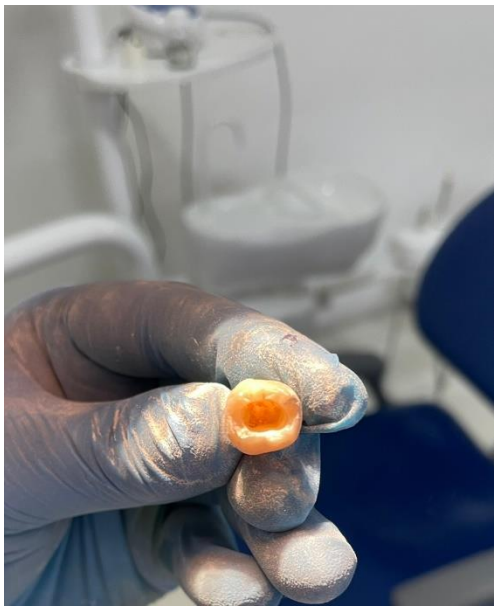
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2. Selección de la muestra en base a los criterios de inclusión.



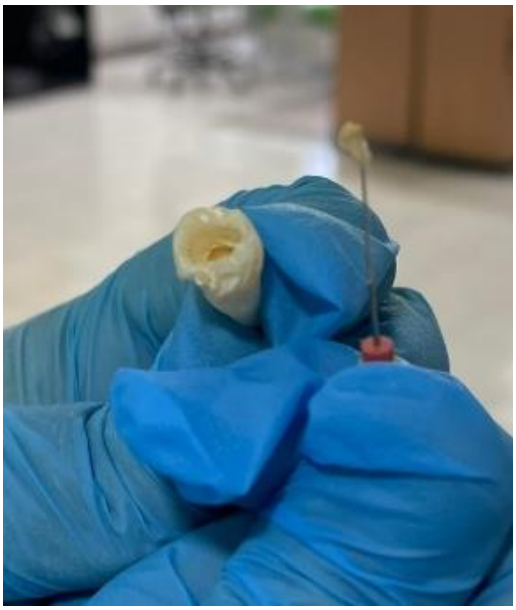
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3. Acceso endodóntico con una fresa redonda de carburo.



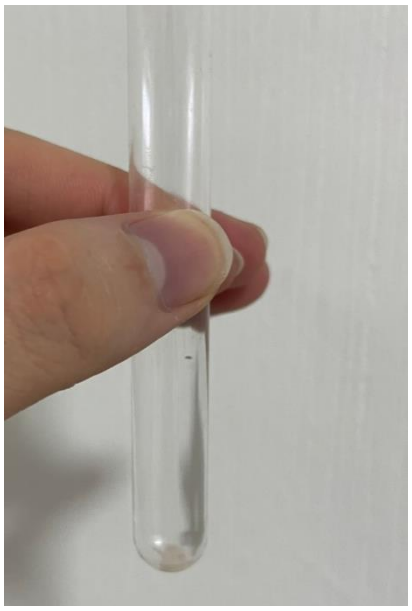
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4. Obtención de tejido pulpar por medio de una lima K #25.



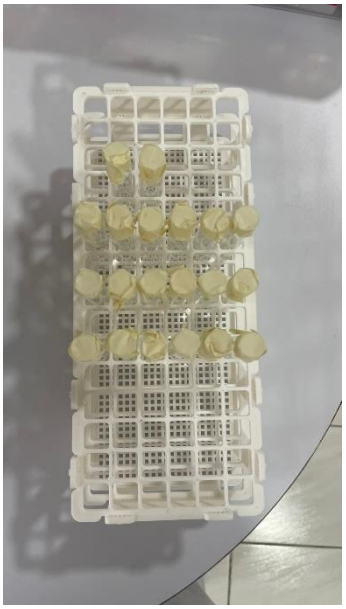
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5. Colocación de muestra en tubo de ensayo con solución de lactato para su refrigeración y almacenaje.



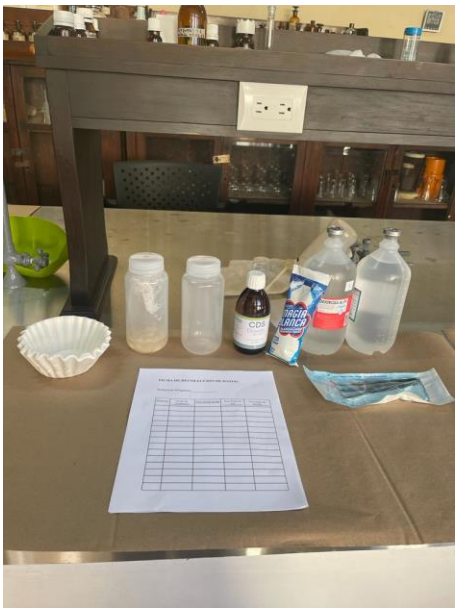
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6. Grupo de tubos de ensayo con tejido pulpar recolectado en su gradilla.



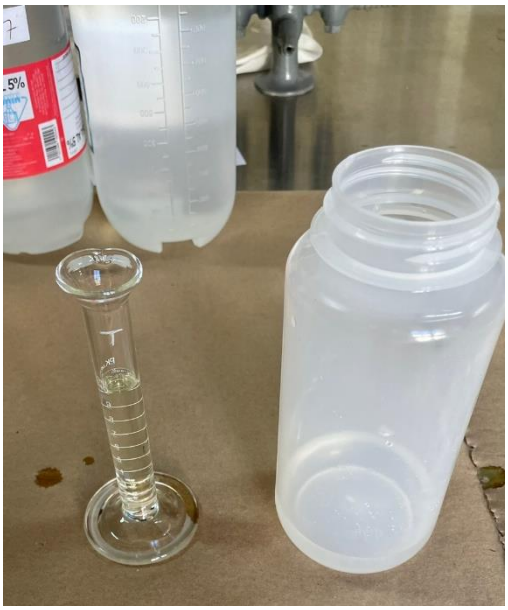
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 7. Materiales utilizados en el laboratorio para lograr la investigación, se usaron soluciones fisiológicas, solución de lactato, dióxido de cloro al 5%, Cloro al 5%, papel filtro, etc.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8. Preparación del hipoclorito al 2.5%.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 9. Secado de la pulpa en papel filtro para medir el peso inicial del tejido pulpar.

Fuente: Elaboración Propia.

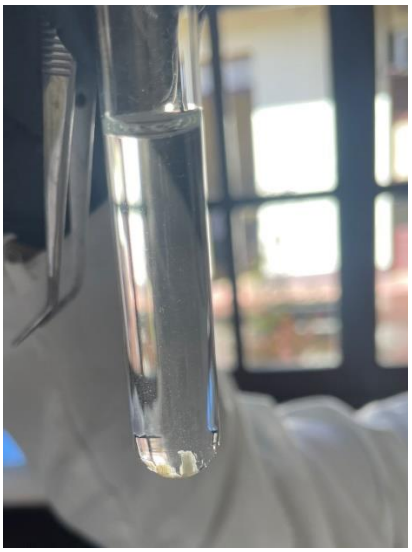
Figura 10. Tarado de balanza analítica de precisión digital con el papel filtro para la obtención del peso inicial.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 11. Toma de peso inicial de tejido pulpar.

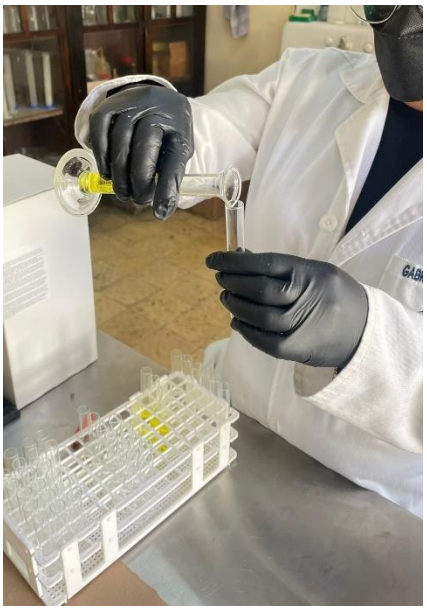
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 12. Colocación de 3 minutos del Grupo A en NaClO al 2.5%



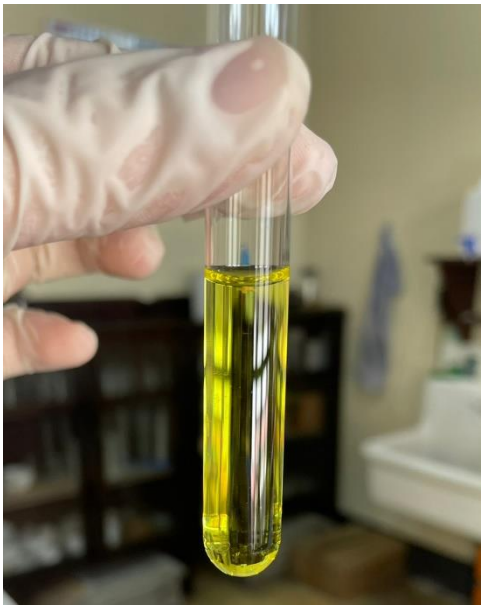
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 13. Colocación de 5ml de ClO_2 al 5% para el Grupo B.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 14. Colocación de 3 minutos en ClO_2 al 5% del Grupo B.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 14. Secado de la muestra después de sumergida en el irrigante.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 15. Toma del peso final después de ser sumergido el tejido pulpar en el irrigante.

Fuente: Elaboración Propia.

El contenido de la tesis es única y exclusiva responsabilidad de la autora.

MILDRED GABRIELA MARROQUÍN AVENDAÑO

FIRMAS TESIS DE GRADO

Mildred Gabriela Marroquín Avendaño
SUSTENTANTE

Dra. Claudeth Recinos Martínez
ASESORA

Dr. Miguel René Escobar Caballeros
ASESOR

Dra. Karla María Fortuny González
PRIMER REVISOR
Comisión de Tesis

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
COMISIÓN DE TESIS

Dr. Robin Fausto Hernández Díaz
SEGUNDO REVISOR
Comisión de Tesis

IMPRIMASE:

Vo.Bo.

Dr. Oscar Aníbal Taracena Monzón
SECRETARIO ACADÉMICO
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FOUSAC
SECRETARÍA DE FACULTAD