



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD CARRERA
DE ODONTOLOGÍA**

“Métodos de inhibición de paracloroanilina en conductos radiculares”

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontóloga

Autora:

Achachi Carrillo Deyanira Melissa

Tutor:

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado

Riobamba, Ecuador 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Deyanira Melissa Achachi Carrillo, con cédula de ciudadanía 1500719479, autora del trabajo de investigación titulado: "Métodos de Inhibición de Paracloroanilina en Conductos Radiculares", certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autora de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 7 días del mes de diciembre de 2023.



Deyanira Melissa Achachi Carrillo

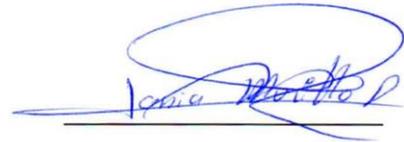
C.I. 1500719479

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación “Métodos De Inhibición De Paracloroanilina En Conductos Radiculares”, presentado por Deyanira Melissa Achachi Carrillo, con cédula de identidad número 1500719479, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 29 días del mes de noviembre de 2023

Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Carlos Humberto Albán Hurtado
TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Métodos De Inhibición De Paracloroanilina En Conductos Radiculares” por Deyanira Melissa Achachi Carrillo, con cédula de identidad número 1500719479, bajo la tutoría de Dr. Carlos Alberto Alban Hurtado; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 7 días del mes de diciembre de 2023.

Dr. Raciél Jorge Sánchez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 28 de noviembre del 2023
Oficio N°199-2023-2S-URKUND-CID-2023

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N° 0703-D-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	0703-D-FCS-31-07-2023	Métodos de inhibición de paracloroanilina en conductos radiculares	Achachi Carrillo Deyanira Melissa	7	x	

Atentamente,



PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Delegado Programa URKUND
FCS / UNACH
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

DEDICATORIA

Dedico este proyecto investigativo a mis padres, Salvador y Ruth por ser mis maestros de vida y guías en el camino, que, gracias a su apoyo incondicional e innumerables sacrificios, fueron mi motor principal para concluir con esta hermosa etapa. A mi hermano Jhosep por ser mi motor que a pesar de la distancia me brindó su apoyo y cariño. A todos ustedes esto es por y para ustedes, gracias por siempre confiar en mí.

Deyanira Melissa Achachi Carrillo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios ya que con su amor incondicional ha sabido guiarme a lo largo de mi vida universitaria y ser mi compañero en esta etapa, a mi querida Universidad Nacional de Chimborazo por permitirme alcanzar mi sueño al abrirme sus puertas y a todos los docentes quienes han sido parte de mi formación académica que han sabido impartir sus conocimientos con dedicación y esfuerzo

Mi agradecimiento especial a mi tutor Dr. Carlos Alban por ser mi guía en este proceso, quien, con su conocimiento y profesionalismo me orientó en el desarrollo de este trabajo.

Deyanira Melissa Achachi Carrillo

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I	14
1. INTRODUCCION.....	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2. JUSTIFICACIÓN	18
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. Objetivo General	19
1.3.2. Objetivos Específicos.....	19
CAPITULO II.....	20
2. METODOLOGÍA.....	20
2.1. Tipos de Investigación	20
2.2. Criterios de selección.....	20
2.2.1. Criterios de Inclusión	20
2.2.2. Criterios de Exclusión.....	20
2.3. Métodos, procedimiento y población.....	21
2.4. Muestra	21
2.5. Instrumentos.....	22
2.6. Fuentes de información.....	22
2.7. Estrategias de Búsqueda	22
2.7.1. Selección de Palabras Clave o Descriptores.....	22
CAPITULO III.....	26
3. PROCEDIMIENTO DE RECUPERACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y FUENTES DOCUMENTALES	26
3.1. Número de publicaciones por año.....	26

3.2.	Número de publicaciones por ACC (Average Count Citation).....	27
3.3.	Número de artículos por factor de impacto (SJR) y año de publicación	28
3.4.	Publicaciones por cuartil.....	29
3.5.	Publicaciones por tipo de estudio y área	30
3.6.	Publicaciones por tipo de estudio y enfoque de la investigación.....	31
3.7.	Publicaciones por bases de datos	32
3.8.	Artículos por país de divulgación Gráfico.....	33
CAPITULO IV.....		34
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1.	Resultados de la revisión bibliográfica	34
4.1.1.	Importancia de la irrigación en endodoncia	34
4.1.3.	Indicaciones de la Clorhexidina	40
4.1.4.	Interacción entre Hipoclorito de Sodio y Clorhexidina.....	41
4.1.5.	Consideraciones de la Paracloroanilina.....	42
4.1.6.	Métodos de inhibición del precipitado de Paracloroanilina	43
4.1.8.	Sustancias irrigantes sustitutas.....	53
4.2.	Discusión	54
CAPITULO V.....		57
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1.	Conclusiones	57
5.2.	Recomendaciones.....	58
BIBLIOGRAFIA		59
ANEXOS		68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Términos de búsqueda y extracción de utilización en las bases de datos	23
Tabla 2. Criterios de selección de estudios	24
Tabla 3. Fases De La Endodoncia	34
Tabla 4. Propiedades que debería cumplir una solución endodóntica.....	36
Tabla 5. Características de los principales irrigantes endodónticos	37
Tabla 6. Comparación entre autores sobre la formación de PCA y su citotoxicidad.	45
Tabla 7. Comparación entre autores sobre los efectos que produce el precipitado.....	48
Tabla 8. Comparación entre autores sobre los irrigantes que inhiben el PCA.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1. Metodología PRISMA	25
Gráfico 2. Número de publicaciones por año	26
Gráfico 3. Número de publicaciones por promedio de conteo de citas	27
Gráfico 4 Número de publicaciones por factor de impacto y año de publicación	28
Gráfico 5. Publicaciones por cuartil (Q)	29
Gráfico 6. Publicaciones por tipo de estudio y área.....	30
Gráfico 7. Publicaciones por área	31
Gráfico 8. Publicaciones por bases de datos	32
Gráfico 9. Artículos por país de divulgación	33

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo analizar los métodos de inhibición del precipitado de Paracloroanilina en conductos radiculares mediante una revisión de la literatura, dando a conocer que compuesto se forma al mezclar hipoclorito de sodio con gluconato de clorhexidina durante el tratamiento endodóntico, identificando la manera correcta de impedir la formación de Paracloroanilina cuando se utilice hipoclorito de sodio con clorhexidina en un mismo tratamiento y mencionando las repercusiones que tiene la formación de Paracloroanilina en el resultado tratamiento endodóntico. Para llevar a cabo la presente investigación se realizó un estudio de tipo revisión bibliográfica de las principales revistas indexadas en el mundo a través de bases de datos científicas como PubMed, Elsevier, Scielo y ResearchGate durante un periodo comprendido entre el año 2012 hasta el año 2022, de los cuales se escogieron bajo criterios de inclusión, exclusión, promedio de conteo de citas (ACC), filtros de factor de alto impacto de la revista que publica mediante Scimago Journal Ranking (SJR), un total de 64 artículos para llevar a cabo la investigación. Como resultado se obtuvo que al mezclar hipoclorito de sodio con clorhexidina en un mismo tratamiento de conducto se obtiene un precipitado color marrón anaranjado que carece de Paracloroanilina, por lo que no es perjudicial para la salud del ser humano, en cambio este si repercute en el éxito del tratamiento endodóntico.

Palabras clave: Paracloroanilina, irrigantes del conducto radicular, endodoncia, interacción de irrigantes.

ABSTRACT

The objective of this research work is to analyze the methods of inhibiting the Parachloroaniline precipitate in root canals through a review of the literature, revealing which compound is formed when mixing sodium hypochlorite with chlorhexidine gluconate during endodontic treatment, identifying the way correct way to prevent the formation of Parachloroaniline when sodium hypochlorite is used with chlorhexidine in the same treatment and mentioning the repercussions that the formation of Parachloroaniline has on the endodontic treatment result. A bibliographic review type study was carried out of the main journals indexed in the world through scientific databases such as PubMed, Elsevier, Scielo, and ResearchGate during a period from 2012 to 2022., of which a total of 64 articles were chosen under inclusion, exclusion, average citation count (ACC) criteria, high impact factor filters of the journal that publishes through Scimago Journal Ranking (SJR) the investigation. As a result, it was obtained that when mixing sodium hypochlorite with chlorhexidine in the same root canal treatment, an orange-brown precipitate is obtained that lacks Parachloroaniline, so it is not harmful to human health; however, it does have an impact on the success of endodontic treatment.

Keywords: Parachloroaniline, root canal irrigants, endodontics, interaction of

irrigants.



Reviewed by:
Lic. Jenny Freire Rivera
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0604235036

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

La terapia endodóntica se realiza con el objetivo de lograr la eliminación completa de los microorganismos presentes dentro de los conductos radiculares, mediante una limpieza mecánica y química de todo el sistema de conductos radiculares. Una correcta instrumentación, irrigación con soluciones desinfectantes, una obturación completa acompañada de un sellado adecuado que ayude a prevenir la contaminación posterior de los espacios intracanales, garantiza excelentes resultados. (1,2)

La irrigación del conducto radicular juega un papel fundamental en el tratamiento endodóntico, ya que facilita la instrumentación mediante la lubricación, elimina desechos, microorganismos, barrillo y prevenir así el empaquetamiento de desechos. De esta manera los irrigantes endodónticos logran una correcta desinfección intracanal, llegando a áreas no alcanzadas por los métodos mecánicos donde los microorganismos llegan a sobrevivir. Por lo que, para lograr una desinfección adecuada, la instrumentación mecánica se debe complementar con métodos de irrigación químicos. (3,4)

Debido a la compleja anatomía radicular, hasta el día de hoy no existe irrigante óptimo que consiga eliminar por completo los microorganismos presentes dentro de los conductos radiculares, por lo que varias soluciones endodónticas son usadas en secuencia durante un mismo tratamiento para reducir al máximo la carga microbiana, prolongar su acción y eliminar todos los restos pulpares que puedan estar presentes en los conductos radiculares. (1,5,6)

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante de primera elección y el más importante durante el tratamiento endodóntico, ya que posee un excelente efecto antimicrobiano, siendo el único irrigante hasta hoy capaz de disolver tejido orgánico, siendo de uso primordial en el tratamiento de conductos. No obstante, es tóxico cuando entra en contacto con los tejidos

periapicales y su extrusión puede ser perjudicial para el paciente. Incluso se han reportado casos de anafilaxia no muy reportados en la literatura. (6,7)

La clorhexidina (CHX) por su parte se utiliza como un irrigante alternativo o complementario, debido a que no es capaz de disolver tejido orgánico lo que se ha convertido en su mayor desventaja, sin embargo, su acción bactericida de amplio espectro, su baja toxicidad y su sustentividad propiedad que mantiene una actividad antimicrobiana prolongada durante varias horas, es única de este irrigante. (5,6,8)

El NaOCl y la CHX son los irrigantes más utilizados durante la terapia endodóntica debido a sus propiedades complementarias, por tal razón, para evitar la formación de productos no deseados, soluciones intermediarias son necesarias para eliminar en su totalidad el irrigante utilizado previamente, es así como muchas sustancias se han indicado utilizar como enjuagues intracanales, sin embargo, ninguna a logrando evitar completamente la formación de precipitados. (6,9,10)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC), desde 1993 catalogan a la Paracloroanilina (PCA), como una sustancia insoluble, mutagenética y citotóxica. (11–13) Se ha reportado intoxicaciones en personas durante la fabricación de pigmentos, en la producción de químicos para la agricultura, colorantes para textiles y cosméticos, teniendo efectos tóxicos en las personas. (12)

La Paracloroanilina, cuando se forma dentro de los conductos radiculares tiene un efecto negativo en la capacidad del sellado ya que obstruye los túbulos dentinarios afectando su permeabilidad; esta formación se podrá impedir con estrictos lavados intermedios de alcohol isopropílico, solución salina, tiosulfato de sodio, ácido cítrico, EDTA o agua destilada que junto con un secado adecuado de los conductos radiculares posterior a la utilización de NaOCl se logrará un resultado favorable, pues dejar el precipitado dentro de los canales será perjudicial para el tratamiento endodóntico. (1,9,10,14–16)

Por lo expuesto, el objetivo principal de la presente investigación es realizar una revisión actual bibliográfica de los métodos óptimos que ayuden a la inhibición del precipitado de Paracloroanilina en conductos radiculares, a través de la búsqueda de literatura en las bases de datos científicas como: Elsevier, PubMed y Scielo de los últimos 10 años, esperando que esta investigación sea una premisa para futuras investigaciones locales referente a este tema.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La PCA, es una sustancia tóxica para los tejidos periapicales formada por la combinación de NaOCl con CHX producto de un mal procedimiento endodóntico. Actúa como un barrillo químico, que obstruye los túbulos dentinarios formando una barrera entre la dentina radicular y el material de obturación, comprometiendo la permeabilidad dentinaria, la microfiltración coronal, la difusión de medicamentos intracanales, así como el sellado final. Inclusive provoca decoloración afectando la estética del diente, es citotóxico y posiblemente cancerígeno. (1,8,15,17)

Para lograr una eliminación completa de las bacterias y residuos orgánicos presentes dentro de los conductos radiculares se requiere el uso de varios irrigantes durante el mismo tratamiento para reducir al máximo la carga microbiana y lograr una terapia endodóntica exitosa, siendo el NaOCl y la CHX las sustancias más utilizadas durante la irrigación debido a sus excelentes propiedades, no obstante, sin un manejo adecuado ya sea por desconocimiento o iatrogenia por parte del profesional, la combinación involuntaria de estos dos irrigantes en el interior de los conductos radiculares, formará sustancias no deseadas como la Paracloroanilina. (1,6)

Diversos estudios afirman que un precipitado neutro e insoluble de color marrón anaranjado se forma con la mezcla de hipoclorito de sodio y clorhexidina, no obstante, esta mezcla no contiene Paracloroanilina, descartando así la posibilidad de ser un elemento riesgoso para la salud del paciente. Por otra parte, el éxito del tratamiento endodóntico se vería comprometido con la formación del precipitado, por lo que no es recomendable la mezcla de estas dos soluciones irrigadoras. (16,18–20)

Es por eso que, el odontólogo deberá elegir cuidadosamente el irrigante endodóntico que mejor se adapte a las condiciones clínicas de cada tratamiento, teniendo en cuenta las ventajas, desventajas, contraindicaciones o complicaciones según sea el caso. Además de basarse en la evidencia de la literatura para escoger las mejores soluciones irrigadoras intermedias para que al momento de utilizar varios irrigantes no se formen precipitados indeseados. (21)

1.2. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, existe una amplia controversia sobre la formación de Paracloroanilina al combinar CHX con NaOCl, diversos estudios se han realizado para determinar la verdadera composición química del precipitado, sin haber coincidencias entre investigaciones, es así como esta investigación se realiza con el fin de aclarar a la comunidad odontológica sobre la composición del precipitado que se forma por la interacción de estos irrigantes.

Además, ante la posibilidad de exponer al paciente a un precipitado con efectos cancerígenos o citotóxicos para la salud del paciente, y mediante la difusión de este trabajo investigativo ayudará a despejar cualquier inquietud sobre las consecuencias que tiene la formación no deseada de PCA en los conductos radiculares y determinar si puede ser considerado como un riesgo perjudicial para la salud del paciente durante el tratamiento endodóntico, ya que actualmente no existe mucha información relevante sobre los efectos tóxicos que produce la Paracloroanilina durante la terapia endodóntica.

Un tratamiento endodóntico adecuado tiene un porcentaje de éxito alto (93,8%) y estará relacionado directamente con la calidad de la obturación, acompañado de una restauración adecuada, es así como, la elaboración de este estudio busca garantizar un óptimo tratamiento endodóntico a través de información relevante que ayude a impedir la formación de precipitados no deseados que puedan intervenir en el éxito de una terapia endodóntica. (22)

La presente revisión bibliográfica está dirigida a toda la comunidad de odontólogos y especialistas, con el fin de aportar conocimientos teóricos de calidad científica amplia, actual y relevante que respalde la utilización de irrigantes intermedios que impidan la formación del precipitado de PCA durante la terapia pulpar, cuando se necesite utilizar NaOCl y CHX durante el mismo tratamiento endodóntico.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Analizar los métodos de inhibición del precipitado de Paracloroanilina en conductos radiculares mediante una revisión de la literatura.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Conocer que compuesto se forma al mezclar hipoclorito de sodio con gluconato de clorhexidina durante el tratamiento endodóntico, según una revisión sistemática de la literatura.
- Identificar la manera correcta de impedir la formación de Paracloroanilina cuando se utilice hipoclorito de sodio y clorhexidina en un mismo tratamiento.
- Mencionar las repercusiones que tiene la formación de Paracloroanilina con el resultado del tratamiento endodóntico.

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Tipos de Investigación

El presente trabajo investigativo es documental de tipo descriptivo, retrospectivo y de corte transversal.

Documental: porque se seleccionó material bibliográfico de importancia científica previo a una lectura de documentos.

Descriptivo: porque se describe hechos o datos que se encuentran demostrados en la literatura.

Retrospectivo: porque se analizó datos o hechos descritos en los últimos diez años.

De corte transversal: porque los datos fueron analizados en una sola línea de tiempo.

2.2. Criterios de selección

2.2.1. Criterios de Inclusión

- Investigaciones afines a los descriptores y palabras clave relacionadas al tema.
- Publicaciones y artículos científicos de impacto mundial en inglés y español.
- Revisiones sistemáticas, metaanálisis, revistas científicas con publicaciones de los años comprendidos entre 2012-2022.
- Artículos indexados que fueron desarrollados según los requerimientos de ACC (Average Citation Count) y SJR (Scimago Journal Ranking).

2.2.2. Criterios de Exclusión

- Artículos científicos en los que el contenido no corresponda a los intereses investigativos.
- Publicaciones que carezcan de rigurosidad científica.

2.3. Métodos, procedimiento y población

La búsqueda para el presente trabajo investigativo está conformada en su totalidad por artículos científicos que tengan relación en cómo inhibir la Paracloroanilina de los conductos radiculares de bases de datos académicas de renombre como: PudMed, Elsevier, Scielo y Reseachgate, durante el período de tiempo antes mencionado entre los años 2012-2022.

Los artículos fueron elegidos según los que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión, además se seleccionaron utilizando el promedio de Conteo de Citas Average Citation Count (ACC), el cual menciona un promedio de citas realizadas del artículo con relación al año de publicación del mismo, descartando así artículos con promedio menor a 1,5, por último se tomó en cuenta la calidad de cada artículo científico a través del factor de impacto Scimago Journal Ranking (SJR), el cual permite diferenciar la calidad del artículo mediante la revista en la que es publicado, situándolas en cuartiles Q1, Q2, Q3, Q4.

La búsqueda inicial mostró un total de 303 artículos relacionados al tema planteado, que luego de aplicarse los criterios de inclusión y exclusión, así como un análisis de sus resúmenes, para finalmente aplicando el promedio de conteo de citas (ACC) y el factor de impacto Scimago Journal Ranking (SJR) antes mencionados se obtuvo un total de 64 artículos que se utilizaron para el análisis y resultados del presente proyecto de investigación.

2.4. Muestra

El número aproximado de estudios sometidos a análisis mediante una muestra intencional no probabilística en base a los criterios de selección. Una vez realizado este proceso se obtuvieron 64 artículos válidos, los cuales se utilizaron para la realización de este estudio conjuntamente se utilizó otros referentes bibliográficos para complementar la investigación.

2.5. Instrumentos

- ✓ Matriz para revisión bibliográfica
- ✓ Lista de cotejo

2.6. Fuentes de información

Se formuló la pregunta PICO (población, intervención, comparación, resultado), ¿qué irrigantes intermedios inhiben la formación de Paracloroanilina dentro de los conductos radiculares tratados con hipoclorito de sodio y clorhexidina? donde “P” (problema): formación de Paracloroanilina, “I” (intervención): dientes irrigados con hipoclorito de sodio y clorhexidina, “C” (comparación): utilizar irrigantes intermedios “O” (resultado): inhibir la formación de Paracloroanilina.

2.7. Estrategias de Búsqueda

La información requerida para este proyecto de investigación fue recopilada a través de una investigación sistematizada utilizando técnicas de observación y análisis para la interpretación de cada artículo científico. La investigación se realizó mediante una revisión bibliográfica de artículos con relevancia, procedentes de bases de datos científicas como: PudMed, Elsevier, Scielo y Reseachgate. Se seleccionaron los artículos científicos en base a los criterios de exclusión e inclusión, cantidad de referencias y de alto impacto mismo que asevera el grado de confiabilidad de la investigación.

2.7.1. Selección de Palabras Clave o Descriptores

Utilizamos los Decs para encontrar y seleccionar los descriptores de búsqueda utilizados en la investigación. Se utilizaron términos de búsqueda como: root canal irrigants, interaction irrigants, NaOCl, CHX, parachloroaniline, endodontics, interactions irrigants.

Para la búsqueda de información se utilizó operadores lógicos: “AND”, “IN”, los cuales al ser utilizados junto a las palabras clave nos permitió encontrar artículos válidos para la investigación.

Tabla 1. Términos de búsqueda y extracción de utilización en las bases de datos.

FUENTE	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA
PudMed	Root canal irrigants, parachloroaniline, interaction irrigants, NaOCl, CHX, endodontics.
Elseiver	Parachloroaniline, endodontics, interaction irrigants, , NaOCl, CHX.
Scielo	Interaction irrigants, NaOCl, CHX, parachloroaniline, Root canal irrigants
Reseachgate	Endodontic, parachloroaniline

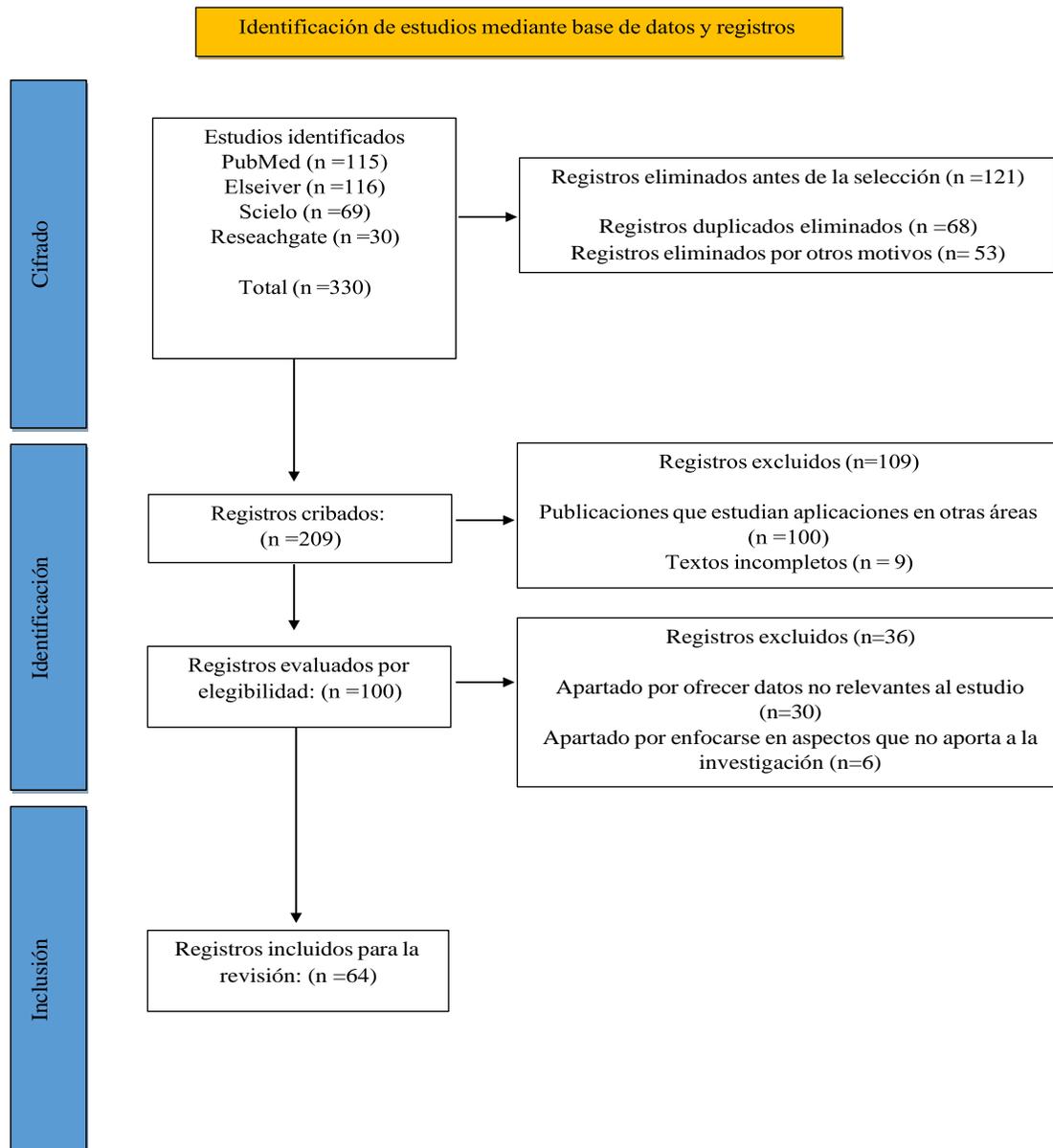
Elaborado por: Deyanira Melissa Achachi Carrillo

Tabla 2. Criterios de selección de estudios.

COMPONENTES DE ESTUDIO	CRITERIOS
Tipo de estudio	Revisión bibliográfica Estudios descriptivos Estudios experimentales
Población	64 artículos científicos
Idioma de la publicación	Español, inglés y portugués
Disponibilidad del texto	Textos completos
Tiempo de publicación	Últimos 10 años: 2012 al 2022

Elaborado por: Deyanira Melissa Achachi Carrillo

Gráfico 1 . Metodología PRISMA



Elaborado por: Deyanira Melissa Achachi Carrillo

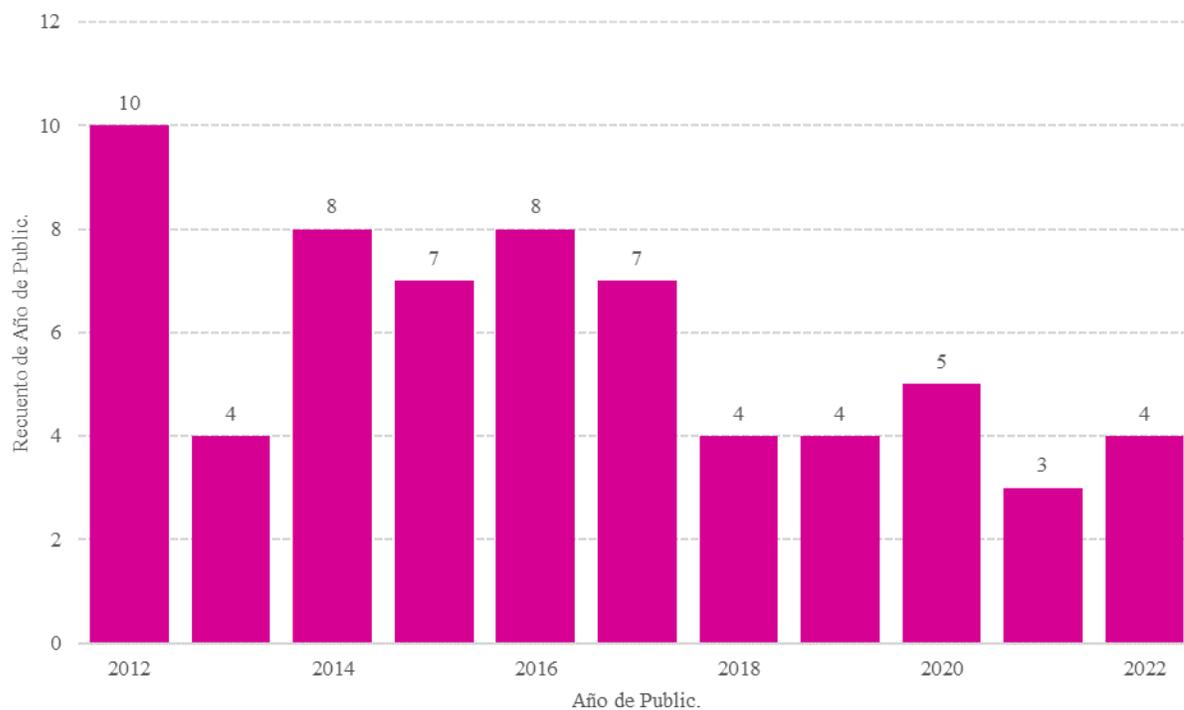
La muestra de la presente investigación fue intencional no probabilística, y se focalizó en los métodos inductivos y deductivos, los cuales se hallaron en función de la búsqueda, análisis, interpretación, y comprensión de los artículos científicos extraídos de bases de datos durante el período 2012 – 2022 fundamentados en las variables independiente (precipitado de cloroanilina) y dependiente (métodos de inhibición).

CAPITULO III

3. PROCEDIMIENTO DE RECUPERACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y FUENTES DOCUMENTALES

3.1. Número de publicaciones por año

Gráfico 2. Número de publicaciones por año



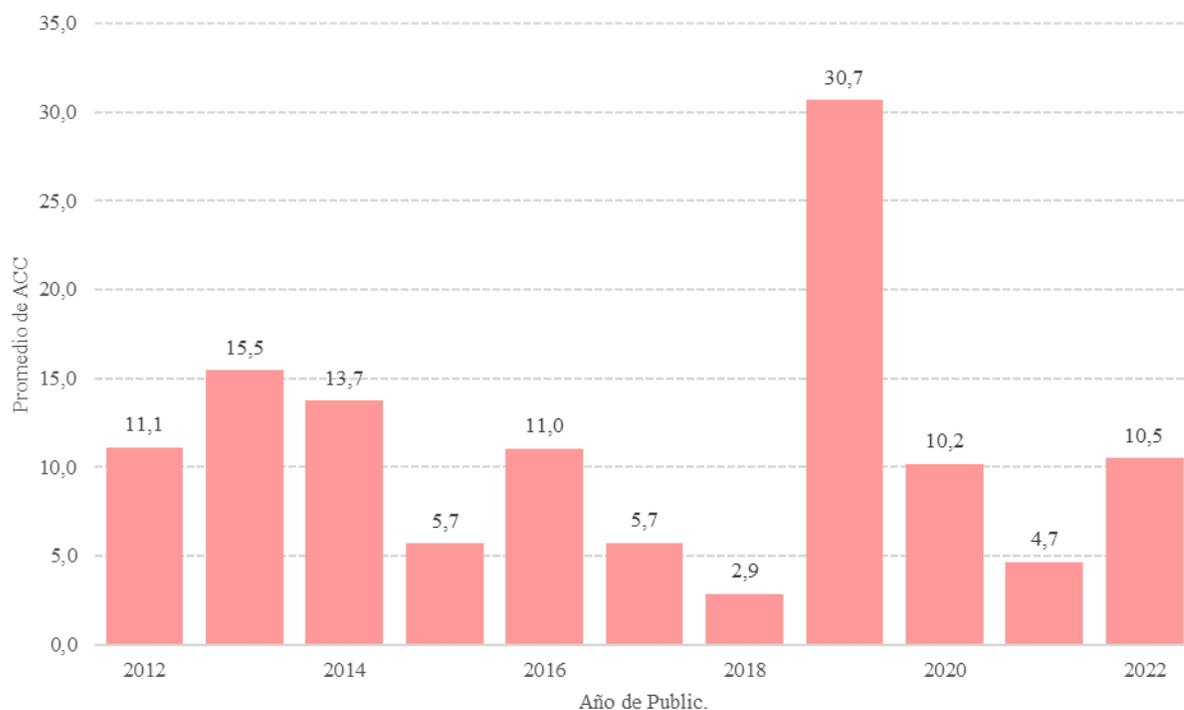
Elaborado por Melissa Achachi Carrillo

Análisis:

En el gráfico se puede apreciar la distribución de los artículos encontrados de acuerdo al año de publicación, dentro del periodo seleccionado de 10 años, en donde encontramos que 2012 fue el mayor número de publicaciones con un total de 10 artículos viables para la investigación, habiendo un descenso de estos en los últimos años en las principales revistas científicas del mundo, especialmente en el año 2021 con un total 3 artículos.

3.2. Número de publicaciones por ACC (Average Count Citation)

Gráfico 3. Número de publicaciones por promedio de conteo de citas



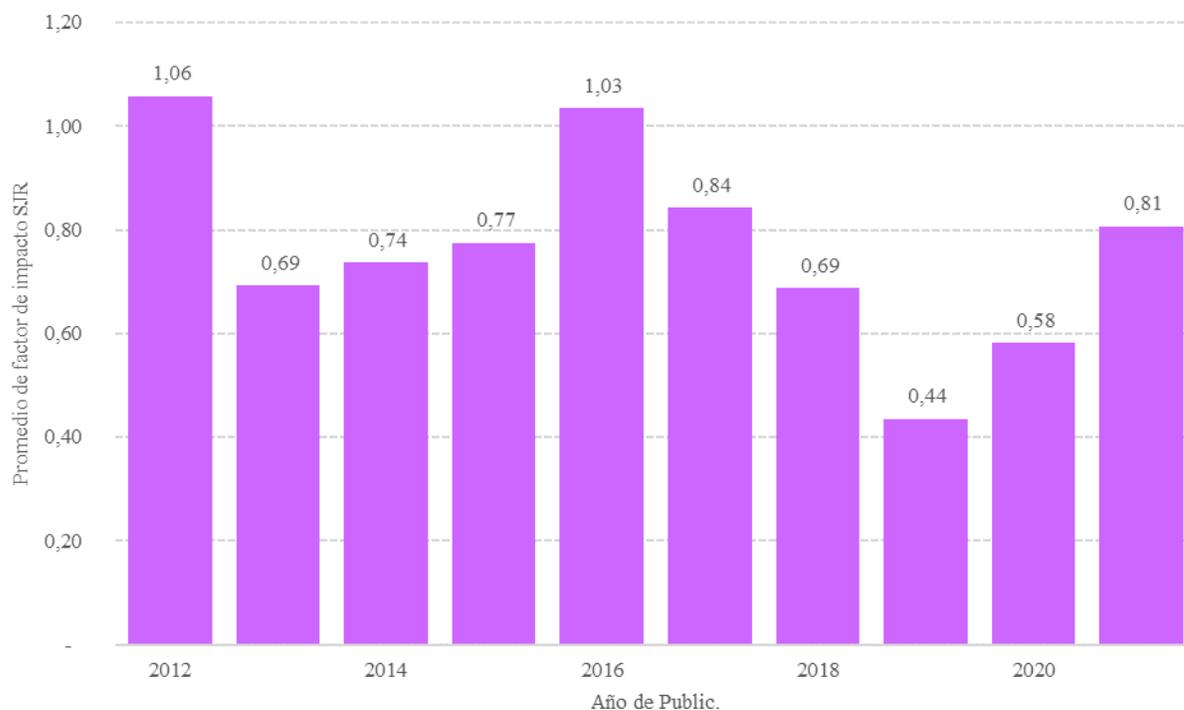
Elaborado por Melissa Achachi Carrillo

Análisis:

En el gráfico se puede observar el promedio de conteo de citas según el año de publicación, en donde se evidencia que en el año 2019 se obtuvo conteo de citas considerablemente importantes dando una incidencia del 30,7%, teniendo así un auge de interés sobre el tema. Entendiendo que mientras un artículo científico posea mayor número de citas aportadas por varios autores, obtienen mayor importancia académica.

3.3. Número de artículos por factor de impacto (SJR) y año de publicación

Gráfico 4 Número de publicaciones por factor de impacto y año de publicación



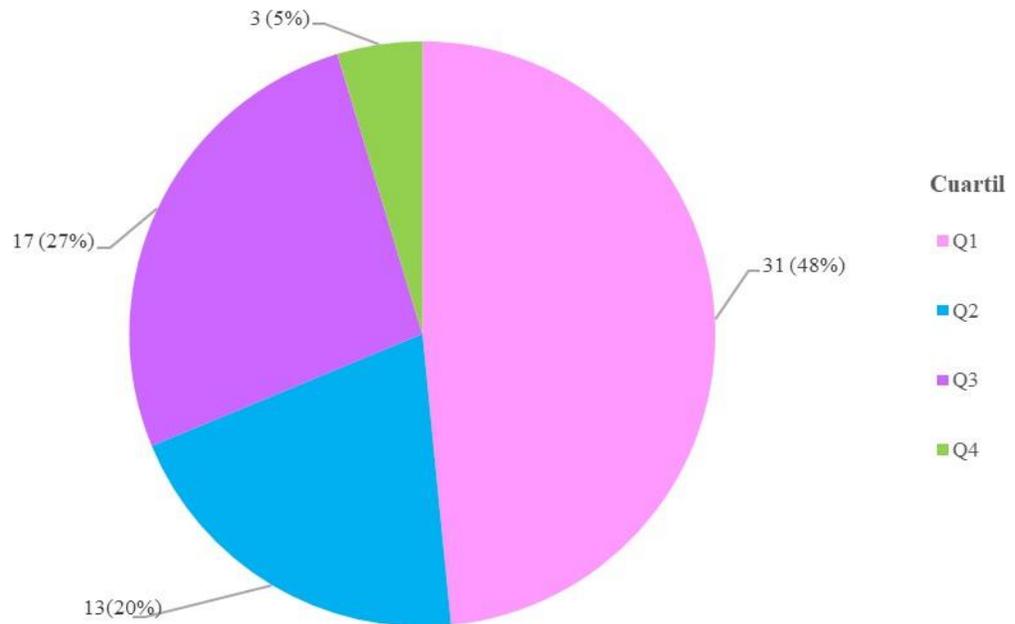
Elaborado por Melissa Achachi Carrillo

Análisis:

En el gráfico se puede apreciar el promedio del factor de impacto de los estudios utilizados en las revistas indexadas según el año de publicación. En donde en el año 2012 se puede apreciar que cuenta con un SJR de 1,06, seguido del año 2016 con 1,03 y el año 2022 con 0,81. Garantizando la información de los artículos científicos empleados para obtener una investigación de calidad.

3.4. Publicaciones por cuartil

Gráfico 5. Publicaciones por cuartil (Q)



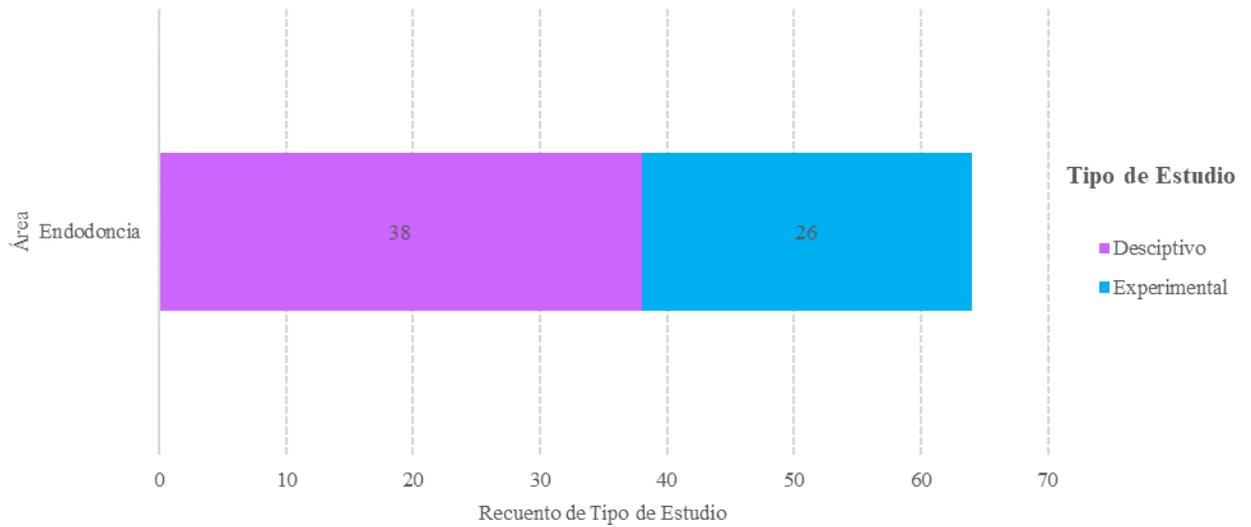
Elaborado por Melissa Achachi Carrillo

Análisis:

En el gráfico podemos evidenciar los cuartiles de las revistas a las cuales pertenecen los artículos utilizados para realizar la investigación. En donde el mayor número de publicaciones usadas para desarrollar la investigación, están dentro del cuartil 1 (Q1) 48%, asegurando la calidad de la investigación, mientras que el 20% al cuartil (Q2), el 27% al cuartil (Q3) y el 5% al cuartil (Q4).

3.5. Publicaciones por tipo de estudio y área

Gráfico 6. Publicaciones por tipo de estudio y área



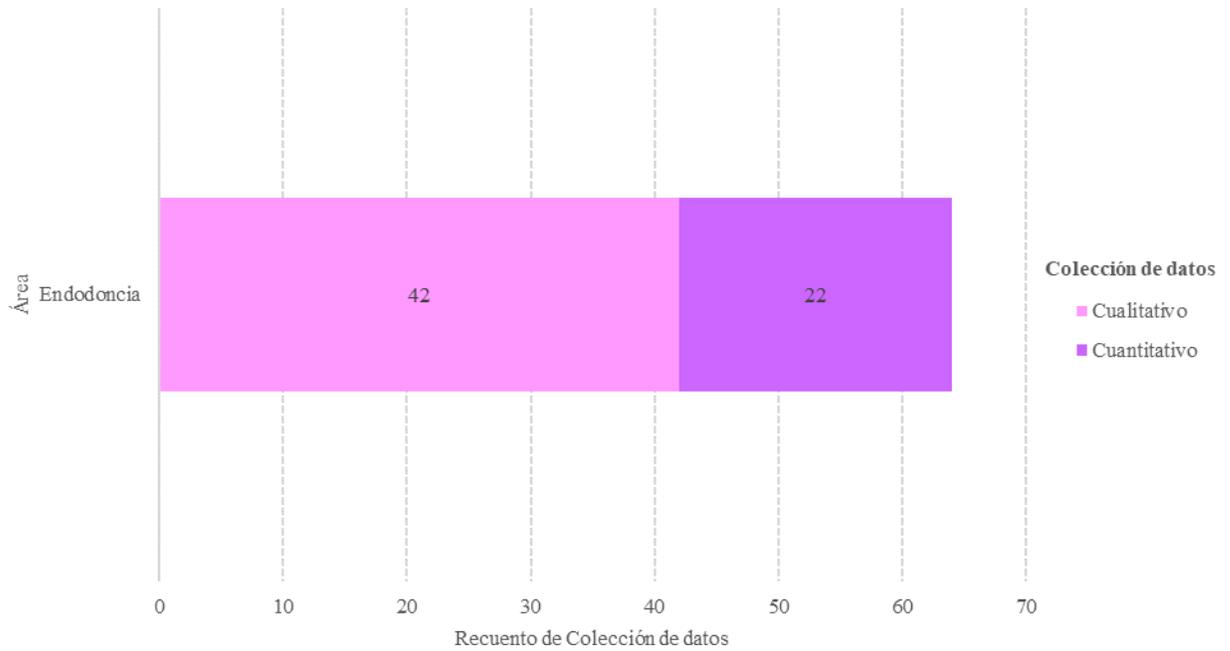
Elaborado por Melissa Achachi Carrillo

Análisis:

En este gráfico podemos observar el área de estudio a la que pertenecen los artículos utilizados para la investigación, así como el tipo de estudio que poseen. En donde el área utilizada fue netamente la endodoncia y con respecto al tipo de estudio encontramos que un total de 38 artículos son descriptivos y 26 experimentales.

3.6. Publicaciones por tipo de estudio y enfoque de la investigación

Gráfico 7. Publicaciones por área



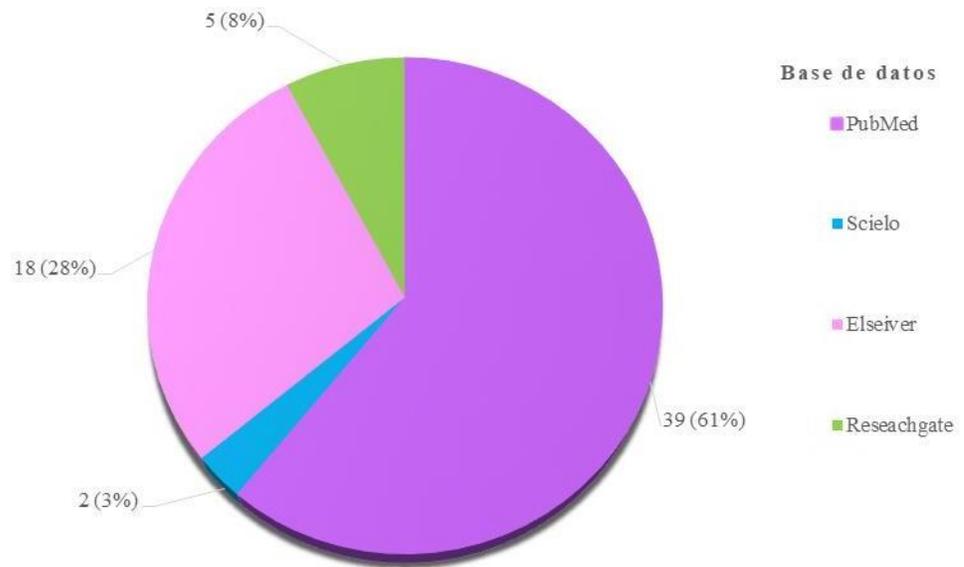
Elaborado por Melissa Achachi Carrillo

Análisis:

En este gráfico se detalla el recuento de la colección de datos según el área de estudio, en donde podemos observar que la colección de datos de los artículos utilizados para la investigación son 42 artículos científicos de tipo cualitativa y 22 de tipo cuantitativo, todos abarcando el área endodóntica.

3.7. Publicaciones por bases de datos

Gráfico 8. Publicaciones por bases de datos



Elaborado por Melissa Achachi Carrillo

Análisis:

En este gráfico se examina la cantidad de artículos, en porcentaje, aportados por las diferentes bases científicas para realizar la investigación, en donde se tiene como base de datos principal a PubMed que aportó con el 61% (39 publicaciones), del total de artículos científicos usados, el 28% a Elsevier, el 8% a Researchgate y el 3% a Scielo. Se observa que cada uno de los artículos pertenecen a una base de datos científicas.

3.8. Artículos por país de divulgación Gráfico

Gráfico 9. Artículos por país de divulgación



Elaborado por Melissa Achachi Carrillo

Análisis

En este gráfico podemos observar los países donde fueron publicados cada uno de los artículos científicos utilizados para la investigación, donde la mayor parte de artículos provienen de Brasil, único país en Latinoamérica, seguido de la India y Turquía donde se presentaron ciertas publicaciones referentes al tema investigativo.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de la revisión bibliográfica

4.1.1. Importancia de la irrigación en endodoncia

Se constató que la irrigación y la utilización de irrigantes durante la terapia endodóntica busca reducir la infección microbiológica a niveles en los que sea posible la cicatrización del tejido perirradicular, evitando así una posible reinfección del conducto radicular y garantizando el éxito del tratamiento endodóntico. Se tiene como objetivo eliminar del conducto radicular todo microorganismo, resto vital o necrótico y prevenir una contaminación a posterior de los espacios intracanales mediante el desbridamiento de la cámara pulpar y un correcto cumplimiento de las etapas de la endodoncia. (3,23–26)

Tabla 3. Fases De La Endodoncia

Anestesia	Ayuda a controlar el dolor durante el procedimiento.
Aislamiento del campo operatorio	Aislamiento absoluto del diente para impedir el paso de sustancias o bacterias que puedan interferir en la endodoncia.
Apertura cameral	Abrir la cámara pulpar para obtener acceso a los conductos.
Conductometría	Obtener la medida longitudinal de cada conducto.
Preparación biomecánica	Con la ayuda de limas y sustancias irrigadoras se conforma los conductos radiculares, se elimina tejido y desinfecta.
Conometría	Verificar mediante una radiografía la correcta longitud del cono principal para proceder a la obturación.
Obturación del conducto	Paso final donde se busca lograr el cierre total y hermético de los conductos radiculares.

Elaborado en base a (27)

Se realiza con el fin de promover la lubricación, desinfección, desbridamiento y deshidratación dentinaria, así como también prevenir el empaquetamiento de tejidos infectados en el área apical, convirtiéndose en la única manera de llegar a aquellas áreas que no son tocadas mecánicamente durante la instrumentación. Se considera que es la clave del éxito en el tratamiento del conducto radicular, ya que cumple varias funciones mecánicas, químicas y microbiológicas importantes. (6,28,29)

Es así como el lavado físico del conducto radicular con diversos agentes químicos es indispensable durante la terapia endodóntica ya que facilita la destrucción y eliminación de microorganismos, tejido necrótico e inflamado, así como restos de dentina. La irrigación se realizará durante y después de la instrumentación ya que reduce la fricción del instrumento con la dentina, mejorando la eficacia de corte de las limas. (6)

Por lo que la irrigación acompañada de la aspiración, ayudan a mejorar el efecto antimicrobiano de las limpiezas mecánicas, aumentan la eficacia clínica del tratamiento ya que alcanzan zonas donde solo se llega mediante la irrigación con agentes químicos. Los irrigantes podrán ser activados dentro de los conductos radiculares mediante diferentes técnicas, siendo el factor clave para su efectividad el constante movimiento y la renovación del irrigante.(6,29,30)

Un irrigante endodóntico debe lograr una eliminación completa de las bacterias presentes en el canal radicular, lubricar el conducto en la instrumentación mecánica, disolver tejido necrótico, eliminar la capa de barrillo dentinario, y sobre todo no irritar los tejidos sanos, reduciendo al máximo la posibilidad de fracasos en el futuro, sin embargo, se evidencia que no existe en la actualidad soluciones irrigantes que logren cumplir todas las propiedades antes mencionadas por lo que en la práctica clínica, una combinación en secuencia específica de soluciones irrigadoras es recomendable. (6,21)

Tabla 4. Propiedades que debería cumplir una solución endodóntica.

Solvente de tejidos o residuos	Disolver o alterar el tejido orgánico y tejido inorgánico para permitir su remoción donde los instrumentos no pueden llegar.
Baja toxicidad	No debe provocar reacciones adversas en los tejidos Periapicales.
Baja tensión superficial	Mejora el flujo hacia zonas inaccesibles mediante un efecto de humectación.
Lubricante	Ayuda a que los instrumentos se deslicen con facilidad por el conducto.
Bactericida y/o bacteriostático	Destruir y eliminar microorganismos del conducto.
Eliminación de la capa superficial	Quitar el barrillo dentinario formado después de la instrumentación mecánica.
Otras propiedades	Disponibilidad Costo moderado Fácil utilización No teñir estructuras dentales.

Fuente: Elaborado en base a (31)

Dentro de los irrigantes más utilizados en la terapia pulpar se encuentran el Hipoclorito de sodio y la Clorhexidina que han demostrado que reducen tanto el recuento de bacterias como el número de canales infectados, sin ningún tipo de diferencia significativa. Por lo que, cada uno puede usarse como principal irrigante del conducto radicular, ya que los dos presentan una alta eficacia clínica antibacteriana. La elección del irrigante ideal o una combinación de estos dependerá de nuestro criterio odontológico y la necesidad de cada caso. (15,23,32–34)

Tabla 5. Características de los principales irrigantes endodónticos

<p>NaOCl</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Agente antimicrobiano <input checked="" type="checkbox"/> Eficaz frente a gérmenes gram+, gran-, pseudo monas y virus. <input checked="" type="checkbox"/> Irrigante actual de elección. <input checked="" type="checkbox"/> Disolvente tisular orgánico. <input checked="" type="checkbox"/> Lubrica 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Tóxico <input checked="" type="checkbox"/> No elimina el barrillo dentinario
<p>CHX</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Amplia gama de efectos antimicrobiano <input checked="" type="checkbox"/> Eficaz contra G+, G -, aerobias, anaerobias, bacterias y hongos. <input checked="" type="checkbox"/> Sustantividad en la dentina hasta por 12 semanas. <input checked="" type="checkbox"/> Biocompatibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Los componentes de la dentina y el exudado inflamatorio pueden inhibir la actividad antibacteriana. <input checked="" type="checkbox"/> No tienen capacidad para disolver el tejido orgánico o inorgánico.
<p>EDTA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Elimina eficazmente la capa de barrillo dentinario tras la irrigación inicial con NaOCl. 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Desmineralización de la dentina.
<p>Ácido cítrico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Menor eliminación de la capa de barrillo dentinario en comparación con el EDTA. 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Mayor efecto erosivo sobre la dentina del conducto radicular en comparación con el EDTA.

<p>MTAD</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Propiedades antimicrobianas. <input checked="" type="checkbox"/> Solución eficaz para la eliminación de la capa de barrillo dentinario cuando se utiliza junto con NaOCl. <input checked="" type="checkbox"/> Menos efectos adversos sobre la estructura de la dentina. <input checked="" type="checkbox"/> Buena biocompatibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> No disuelve el tejido orgánico. <input checked="" type="checkbox"/> Costo elevado. <input checked="" type="checkbox"/> Vida útil reducida.
<p>QMix</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Eficacia antibacteriana. <input checked="" type="checkbox"/> Solución eficaz para la eliminación de la capa de barrillo dentinario cuando es utilizado junto con NaOCl. <input checked="" type="checkbox"/> Listo para usar con rápido funcionamiento. <input checked="" type="checkbox"/> Menor desmineralización de la dentina en comparación con el EDTA. 	

Fuente: Elaborado en base a (25)

4.1.2. Indicaciones del Hipoclorito de Sodio

Se comprobó que es el irrigante más utilizado durante el tratamiento endodóntico, ya que posee una eficacia antimicrobiana alta, capacidad de disolver matriz orgánica, de amplio espectro contra bacterias, bacteriófagos, hongos, levaduras, esporas, virus, es hipertónico y alcalino con un pH alto. Se pueden encontrar varias concentraciones desde el 0,5% al 5,25% y las más utilizada del 2,5%, como irrigante intraconducto. (26,35)

En bajas concentraciones el hipoclorito de sodio es ineficaz contra microorganismos específicos, en cambio si las concentraciones son altas se ejercerá una mayor actividad antimicrobiana y mejor disolución de tejidos, pero pueden producir un aumento de la citotoxicidad e irritación del tejido periapical. Se considera que el NaOCl al 1 % utilizado en grandes cantidades cumple con las propiedades esperadas durante la irrigación, además que se limita antes una potencial toxicidad. (26,36)

La activación ultrasónica ayuda a mejorar el desbridamiento en los conductos radiculares y al mismo tiempo aumenta la temperatura, mejorando su eficiencia. (26) Sin embargo un inconveniente importante del NaOCl es que carece de capacidad para eliminar el barrillo dentinario, y no posee sustentibilidad, lo que conlleva al uso complementario de otro agente como el EDTA o ácido cítrico, para eliminar el smear layer y la CHX para aumentar su acción bacteriana.(37)

Hay que tener en cuenta que la mezcla de NaOCl con otros irrigantes endodónticos dentro de los conductos radiculares pueden ocasionar que el cloro libre se inactive, el pH disminuya y por ende afecte su rendimiento bactericida de disolución tisular, además de formar subproductos no deseados, ocluyendo los túbulos dentinarios o aumentar la toxicidad del irrigante. (17)

Se constató que el Hipoclorito de Sodio se debe seguir considerando como el irrigante de primera elección en el tratamiento endodóntico por sus diversos beneficios, sin embargo, siempre se deberá tomar en cuenta el volumen, frecuencia y duración de riego, es decir el tiempo que permanecerá en el canal será el que influya en la eficacia antibacteriana del irrigante. (38,39)

4.1.3. Indicaciones de la Clorhexidina

El digluconato de clorhexidina usualmente es utilizado en concentraciones de 2% como irrigante en tratamientos endodónticos, debido a que posee un amplio espectro y una toxicidad considerablemente menor, la única desventaja es que no posee una buena capacidad de disolución de tejidos por lo que no puede usarse como única solución intracanal. Se recomienda como enjuague final después de la irrigación con NaOCl para lograr una mayor destrucción de bacterias y particularmente en los casos de retratamientos. (17,23,26,35)

La CHX se ha utilizado como agente terapéutico en varias áreas de la odontología, incluidas la periodoncia, la cirugía y la endodoncia. Se ha comprobado sus propiedades antibacterianas al utilizarse como tratamiento adjunto a diversas enfermedades bucales. sus propiedades antisépticas, su eficacia en el control del biofilm dental ha sido demostrada en pacientes con enfermedad periodontal. Es un agente antimicrobiano de amplio espectro que altera las membranas de las bacterias, además tiene la ventaja de poseer sustentividad (actividad antimicrobiana prolongada). Ejerce un efecto bactericida en concentraciones altas y en menores un efecto bacteriostático. (36,38,40,41)

Se ha sugerido como alternativa al Hipoclorito de Sodio especialmente en casos de ápice abierto, reabsorción radicular, agrandamiento del foramen, perforación radicular o en casos de alergias. Además, se usa como medicamento intracanal debido a su menor toxicidad, baja tensión superficial, su eficacia antibacteriana y que no afecta las propiedades mecánicas de la dentina. Sin embargo, si se llega a expulsar accidentalmente al área periapical puede ser citotóxico para las células humanas, pero no causa un dolor comparable al NaOCl. (8,36,40,42)

Vouzara & et al, en su investigación menciona que la CHX es diez veces más citotóxica que el NaOCl y EDTA, contradiciendo la opinión general de que es el irrigante endodóntico más seguro de los irrigantes antes mencionados, justificando la falta de pruebas clínicas debido a que carece de capacidad para disolver tejidos. (43) Sin embargo, la citotoxicidad y genotoxicidad dependerán de la dosis y del área expuesta. (40)

4.1.4. Interacción entre Hipoclorito de Sodio y Clorhexidina

Se ha recomendado en ciertas literaturas una combinación de NaOCl con CHX para obtener mejores propiedades antimicrobianas e inducir sustentividad garantizando un buen tratamiento de conducto, sin embargo, esta mezcla produce un precipitado marrón anaranjado que tiene consecuencias perjudiciales para el paciente y la terapia endodóntica, además la posible formación de sustancias químicas citotóxicas no identificadas. (1,16,35,37,44)

Este precipitado marrón anaranjado va a teñir las paredes de la cámara pulpar, va a taponar los túbulos dentinarios comprometiendo la difusión de medicamentos, por ende, evitará que el cemento sellador penetre conduciendo a una escasa fuerza de unión, disminuyendo así la eficacia de los irrigantes endodónticos y favoreciendo la ruptura de la restauración coronal, además es difícil de eliminar. (14,17,19,21,45,46)

De igual manera genera preocupación que se filtre este precipitado fuera del ápice dental y pueda dañar los tejidos del huésped, y retrasar la cicatrización, por lo que se recomienda evitar esta combinación dentro de los conductos radiculares tanto como sea posible, ya que el precipitado que se forma tiene mayor toxicidad que el Hipoclorito de Sodio o la clorhexidina solas. (16,36,47,48)

En su estudio, Magro & et. al., (49) posterior a la irrigación con hipoclorito de sodio y antes de irrigar con clorhexidina, aspiró y secó el conducto radicular con una punta estéril de papel absorbente los residuos de NaOCl restantes en el conducto, obteniendo una ligera precipitación de residuos, asumiendo que el precipitado se formó porque no se usó ningún irrigante intermedio entre las soluciones. (50)

También se investigó la posibilidad de impedir la formación del precipitado marrón anaranjado al utilizar diferentes concentraciones de NaOCl y CHX, concluyendo que el cambio de color y la formación del precipitado ocurre independientemente del porcentaje utilizado, sin embargo, se observó obliteración de los túbulos dentinarios especialmente en los tercios cervicales.(46)

Por lo tanto, después de cada irrigación debe utilizarse un lavado intermedio, seguido de un secado de conductos radiculares con puntas de papel estériles, para de esta manera evitar reacciones entre los componentes de los irrigantes y como tal la formación de precipitados, no deseados. (15,35,37,51) Además son sugeridas más investigaciones para comprender a profundidad sobre el precipitado, así como estudios clínicos de alta calidad que nos ayuden a definir con claridad los protocolos de irrigación óptimos para cada caso, asegurando un correcto tratamiento endodóntico. (24,52,53)

4.1.5. Consideraciones de la Paracloroanilina

La OMS define a la Paracloroanilina como un sólido cristalino, incoloro, de tono ligeramente ámbar, con un olor aromático suave, capaz de disolverse en agua y con productos químicos comunes. Manifiesta también que el público en general puede estar expuesto a Paracloroanilina en el uso cotidiano por el uso de textiles, cosméticos y productos farmacéuticos. En humanos es considerada como la causante de la metahemoglobinemia. (40)

La exposición de las personas a PCA puede darse sin intención alguna de manera dérmica, oral o sanguínea, y generalmente resultar ser residual de algún producto comercial o de la degradación de este como es el caso la Clorhexidina. (40) Se ha confirmado su carcinogenicidad únicamente en animales especialmente en ratas. No obstante, se ha reportado en humanos un caso por envenenamiento accidental con Paracloroanilina en productos de limpieza, seguido de una metahemoglobinemia significativa y potencialmente mortal. (54,55)

El precipitado de PCA es producido por la hidrólisis de la clorhexidina dependientemente del tiempo, el pH alcalino y las altas temperaturas, es considerado muy tóxico si se inhala o ingiere, es fácilmente absorbido a través de la piel. (40,41,56) Se ha comprobado que la CHX conduce indirectamente a la formación de PCA, siendo un subproducto y no la mezcla con NaOCl, además, no es considerada cancerígena. Debido a que existen pruebas suficientes

para demostrar la carcinogenicidad en animales, más no se ha comprado lo mismo en humanos hasta la fecha. (15,20,57,58)

Goncalves & et. el., (57) investigaron a la Clorhexidina en diferentes presentaciones como: soluciones acuosas, geles y enjuagues bucales comerciales, todas estas contenían Paracloroanilina, sin embargo, la cantidad que contenían era mínima de 0,1%, cumpliendo con lo recomendado por las Farmacopeas Europea y Estadounidense, considerado no perjudicial para el uso humano.

4.1.6. Métodos de inhibición del precipitado de Paracloroanilina

El metabisulfito de sodio también se recomienda como irrigante endodóntico intermedio, además tiene una reacción adversa mínima o incluso nula en los tejidos blandos, neutraliza el NaOCl al eliminar los iones de cloro libres, aumenta significativamente la fuerza de unión de la resina compuesta hacia la dentina y disminuye la formación de precipitados al usar clorhexidina posteriormente. (9,59,60).

Un estudio evaluó la cantidad necesaria de tiosulfato de sodio al 5% para neutralizar el hipoclorito de sodio en concentraciones de 2%, 3% y 5%; donde se demostró que se requiere de 1,4ml, 2,4ml y 3,5ml respectivamente de TS, por cada 1 ml de NaOCl utilizado, para lograr eliminar por completo el NaOCl del canal radicular previo a utilizar otra sustancia irrigadora. (61)

Con el fin de lograr la eliminación completa de los irrigantes usados previamente, se ha evaluado tres métodos de irrigación y evitar así la formación de precipitados. En un estudio se comparó el efecto de lavado con agua destilada por irrigación convencional, microcánula EndoVac y Self-Adjusting File (SAF), siendo este último el más eficaz para eliminar el irrigante usado previamente. (62)

Sin embargo, cuando se utilizó agua destilada como irrigante intermedio ninguna técnica de activación probada eliminó por completo el precipitado marrón anaranjado, a excepción de

la instrumentación manual donde mostró un mejor resultado en comparación de la irrigación con jeringa convencional, CanalBrush, sistema EndoActivator, flujo fotoacústico inducido por fotones. (63)

Tabla 6. Comparación entre autores sobre la formación de PCA y su citotoxicidad.

Autor	Estudio	Método	Formación de precipitado	Formación de PCA	Citotóxico
Nocca et. al. (2017) (64)	Chromographic Analysis and Cytotoxic Effects of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite Reaction Mixtures.	Se mezcló diferentes volúmenes de hipoclorito de sodio al 4% con 1ml de clorhexidina al 2%.	Si	No	Si
Jeong, et. al. (2021) (11)	Assessment of the cytotoxic effects and chemical composition of the insoluble precipitate formed from sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate.	Se obtuvo precipitado mezclando volúmenes iguales de NaOCl al 6% y CHX al 2%	Si	No	Si
Patil et. al. (2016) (65)	Determination of mutagenicity of the precipitate formed by sodium hypochlorite and chlorhexidine using the Ames test.	Concentraciones de tres muestras utilizadas: de NaOCl al 2,5 % con CHX al 0,2 %, NaOCl al 1 % con CHX al 0,2 % , y NaOCl al 0,5 % con CHX al 0,2%.	Si	No	No

<p>Orhan et. al (2016) (66)</p>	<p>Does Para-chloroaniline Really Form after Mixing Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine?</p>	<p>Se mezcló NaOCl al 4,99 % con CHX al 2,0 %. Este precipitado marrón se analizó y comparó con las señales obtenidas de NaOCl al 4,99 %, soluciones al 2 % y PCA al 98 %.</p>	<p>Si</p>	<p>No</p>	<p>-</p>
<p>Prado et. al (2013) (1)</p>	<p>Interactions between Irrigants Commonly Used in Endodontic Practice: A Chemical Analysis.</p>	<p>Se asoció (NaOCl) (0,16%, 1%, 2,5% y 5,25%) con solución y gel de (CHX) al 2%, EDTA al 17%, ácido cítrico al 10%, ácido fosfórico al 37%, solución salina, etanol y agua destilada.</p>	<p>Si</p>	<p>No</p>	<p>-</p>
<p>Cintra et. al (2014) (48)</p>	<p>The use of NaOCl in combination with CHX produces cytotoxic product</p>	<p>Cuarenta ratas recibieron cuatro tubos, cada tubo se llenó con una esponja de fibrina empapada en NaOCl al 2,5 %, CHX al 2,0 %, PPT (NaOCl al 2,5 % más CHX al 2,0 %) o no empapada.</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>

<p>Irmak et. al. (2018) (67)</p>	<p>Nuclear magnetic resonance spectroscopy and infrared spectroscopy analysis of precipitate formed after mixing sodium hypochlorite and QMix 2in1.</p>	<p>Se utilizaron una solución de NaOCl al 5,25 % con CHX al 2 %.</p>	<p>Si</p>	<p>No</p>	<p>No</p>
<p>Ozkan et. al. (2020) (33)</p>	<p>Proton Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy Analysis of Mixtures of Chlorhexidine with Different Oxidizing Agents Activated by Photon-Induced Photoacoustic Streaming for Root Canal Irrigation.</p>	<p>Se mezcló NaOCl al 5,25 % y CHX al 2%.</p>	<p>Si</p>	<p>No</p>	<p>No</p>

Elaborado por Melissa Achachi Carrillo

Tabla 7. Comparación entre autores sobre los efectos que produce el precipitado

Autor	Estudio	Efectos en el tratamiento endodóntico
Wright, et. al. (2017) (17)	Alkaline Sodium Hypochlorite Irrigant and Its Chemical	La formación de precipitados puede ocluir los túbulos dentinarios.
Khatib, et. al. (2020) (15)	Decoding the Perplexing Mystery of Para-Chloroaniline Formation: A Systematic Review	Dejar el precipitado marrón en el canal es terrible, por lo que se debe realizar un lavado intermitente para evitar la formación de precipitados.
Ahmed, et. al. (2012) (21)	Discolouration potential of endodontic procedures and materials: A review	La combinación de NaOCl con otras soluciones de irrigación adjuntas causa marcadas decoloraciones dentales.
Mohammadi, et. al. (2015) (19)	Agonistic and Antagonistic Interactions between Chlorhexidine and Other Endodontic Agents: A Critical Review	La combinación de NaOCl y CHX provoca cambios de color y la formación de un precipitado neutro e insoluble, que puede interferir en el sellado de la obturación radicular.
Gasic, et. al. (2012) (46)	Ultrastructural analysis of the root canal walls after simultaneous irrigation of different sodium hypochlorite concentration and 0.2% chlorhexidine gluconate.	Después de la irrigación simultánea con NaOCl al 0,5% y CHX al 0,2% se indicó obliteración de los túbulos dentinarios en los tercios cervical y medio del conducto radicular.

<p>Homayouni, et. al. (2014) (14)</p>	<p>The Effect of Root Canal Irrigation with Combination of Sodium Hypo-chlorite and Chlorhexidine Gluconate on the Sealing Ability of Obturation Materials.</p>	<p>El precipitado que se forma debido a la interacción entre NaOCl y CHX tiene un efecto negativo sobre la capacidad de sellado de la gutapercha y el sellador.</p>
<p>SiddiquE, et. al. (2019) (16)</p>	<p>Qualitative and quantitative analysis of precipitate formation following interaction of chlorhexidine with sodium.</p>	<p>El aumento en el contenido de precipitado conducirá a la oclusión de los túbulos dentinarios</p>

Elaborado por Melissa Achachi Carrillo

Tabla 8. Comparación entre autores sobre los irrigantes que inhiben el PCA

Autor	Estudio	Descripción	Métodos utilizados	Irrigante óptimo	Inhibición
Bueso, et. al. 2022 (68)	Comparative evaluation of intermediate solutions in prevention of brown precipitate formed from sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate	39 premolares humanos de una sola raíz extraídos completamente desarrollados, se utilizaron 4 métodos para medir la inhibición.	-EDTA al 17% -Secado con puntas de papel -Agua Desionizada -Tiosulfato de sodio al 5%	Tiosulfato de sodio al 5%	Si
Albert, et. al. (2022) (10)	Does sodium thiosulphate avoid the formation of the brown-coloured precipitate as an intermediate irrigant between NaOCl and chlorhexidine?	Se seleccionaron 10 dientes bovinos de una sola raíz se dividieron en dos grupos según el irrigante intermedio utilizado	-Agua destilada. -Tiosulfato de Sodio al 5%.	Tiosulfato de sodio al 5%	Si
Magro, et. al. (2015) (49)	Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer.	50 caninos humanos extraídos todos fueron aspirados y secados con puntas de papel antes de cada irrigación.	-Alcohol isopropílico. -Solución salina. -Agua destilada.	Ninguna solución irrigante	No

<p>Siddique, et. al. (2019) (51)</p>	<p>Qualitative Analysis of Precipitate Formation on the Surface and in the Tubules of Dentin Irrigated with Sodium Hypochlorite and a Final Rinse of Chlorhexidine or QMiX.</p>	<p>4 molares superiores humanos extraídos no cariados, fueron irrigados.</p>	<p>-Sin irrigación intermedia. -Solución salina y QMiX</p>	<p>QMiX</p>	<p>Si</p>
<p>Piperido u, et. al. (2018) (69)</p>	<p>Effects of Final Irrigation with SmearOFF on the Surface of Dentin Using Surface Analytical Methods</p>	<p>6 molares superiores humanos no cariados.</p>	<p>-Sin irrigación intermedia. -SmearOFF</p>	<p>SmearOFF</p>	<p>Si</p>
<p>Chhabra, et. al (2018) (9)</p>	<p>Efficacy of various solutions in preventing orange-brown precipitate formed during alternate use of sodium hypochlorite and chlorhexidine: An in vitro study.</p>	<p>Cuarenta dientes anteriores maxilares humanos permanentes fueron irrigados.</p>	<p>-Alcohol Isopropílico - Metabisulfito de Sodio al 6,25 %. -Tiosulfato de Sodio al 3,86 %</p>	<p>Metabisulfito de sodio</p>	<p>Si</p>

<p>Prado, et. al. (2013) (1)</p>	<p>Interactions between Irrigants Commonly Used in Endodontic Practice: A Chemical Analysis</p>	<p>Se asoció NaOCl con EDTA, ácido cítrico y ácido fosfórico.</p> <p>Se asoció CHX con EDTA, solución salina y etanol.</p> <p>Se analizó que solución no forma ningún precipitado.</p>	<p>-EDTA.</p> <p>-Ácido cítrico.</p> <p>-Ácido fosfórico</p> <p>-Solución salina</p> <p>-Etanol</p>	<p>Agua destilada.</p>	<p>Parcialmente</p>
<p>Arslan, et. al. (2015) (70)</p>	<p>Evaluation of orange-brown precipitate formed in root canals after irrigation with chlorhexidine and QMix and spectroscopic analysis of precipitates produced by a mixture of chlorhexidine/NaOCl and QMix/NaOCl.</p>	<p>Cincuenta y siete dientes anteriores no cariados de una sola raíz con dimensiones similares fueron seleccionados.</p>	<p>-Agua destilada.</p> <p>-QMiX.</p>	<p>QMiX</p>	<p>Si</p>
<p>Mortenson, et. al. (2012) (47)</p>	<p>The effect of using an alternative irrigant between sodium hypochlorite and chlorhexidine to prevent the formation of para-chloroaniline within the root canal system.</p>	<p>Se utilizaron cincuenta y cinco dientes humanos extraídos de un solo canal utilizaron irrigaciones intermedias.</p>	<p>-Solución salina.</p> <p>-Ácido cítrico.</p> <p>-EDTA</p>	<p>Ácido cítrico.</p>	<p>Parcialmente</p>

Elaborado por Melissa Achachi Carrillo

4.1.8. Sustancias irrigantes sustitutas

Anna & et. al., (71) proponen utilizar dióxido de cloro como un sustituto del hipoclorito de sodio, ya que este no produce interacción con la clorhexidina debido a su baja toxicidad y a su bajo efecto irritante por lo que se puede utilizar los dos irrigantes juntos. Es también químicamente similar pues posee propiedades antimicrobianas similares al NaOCl y en altas concentraciones ayuda a la disolución de tejidos. (72,73)

Agrawal & et. al., (39) En su investigación analizaron la posibilidad de utilizar MTAD en remplazo del hipoclorito de sodio para evitar la formación de precipitados ya que tienen una actividad microbiana similar, además de que ayuda a eliminar con éxito el barrillo dentinario, sin embargo, sugieren más estudios de esta combinación para garantizar su efectividad.

Se propone también utilizar Alexina (ALX) en sustitución de la CHX, se puede usar junto con NaOCl pues no origina ningún precipitado, como tampoco tiñen la dentina, además es de fácil remoción en los conductos radiculares. (74) Sin embargo, en otro estudio mencionan que esta interacción forma aminas alifáticas, con efectos potencialmente dañinos, donde sugieren no mezclar con hipoclorito de sodio. (75)

Además, se ha investigado el uso del SmearOFF, donde se afirma que se puede aplicar directamente después de NaOCl sin necesidad de una irrigación intermedia, pues no habrá formación de precipitados si se combinan ambas soluciones, sin embargo, se menciona que al entrar en contacto con el NaOCl este pierde el cloro libre, por lo que se debe evaluar sus propiedades antibacteriales. (69,76)

Se recomienda igualmente el uso de QMIX, irrigante que contiene EDTA, CHX y un detergente tensioactivo, composición similar a la del SmearOff. (69,77) Ya que, al irrigar el conducto con NaOCl seguido de solución salina y finalmente con QMIX hará que no se forme precipitado, además de ayudar a la eliminación de barrillo dentinario, inclusive con mayor capacidad de la que posee el EDTA. (78,79)

Sin embargo, el QMIX al mezclarse con NaOCl también forma un tipo de precipitado, pero este no contiene Paracloroanilina, por lo que el irrigante deberá ser eliminado completamente antes de irrigar con QMIX. (70) En cambio Cecchin & et. al., (42) recomiendan no usarse debido a la reducción de la micro dureza que produce de la dentina., pero afirman que posee una sustantividad mayor a la CHX. (80)

Por otra parte, Cecchin et. al., (42) recomiendan el uso de GSE (extracto de Semilla de Uva) y clorhexidina como irrigante intraconducto, debido a su buena actividad antimicrobiana especialmente en los casos donde existe presencia de *Enterococcus faecalis*. Sin embargo, Milan & et. al, (81) nos dicen que el GSE actúa como un antimicrobiano natural y no es tan efectivo como la CHX.

Finalmente, Prado & et. al., (50) Sugieren un protocolo de irrigación para impedir la formación de cualquier tipo de precipitado: 1ml NaOCl al 5,25% - 10ml agua destilada - 1ml ácido fosfórico al 37% - 10 ml agua destilada y 1ml CHX al 2%.

4.2. Discusión

Diversas investigaciones realizadas al combinar Hipoclorito de Sodio con Clorhexidina mostraron que no se forma Paracloroanilina con esta mezcla, sin embargo, el precipitado que se forma al unir estos dos irrigante si repercute de forma negativa en el resultado de tratamiento endodóntico. (1,11,33,64–67) por otra parte, Cintra y cols., (48) en su investigación dedujeron que el precipitado que se forma al mezclar NaOCl y CHX si contiene Paracloroanilina. Pero la mayoría de las investigaciones analizadas concordaron con que se produce un precipitado color marrón anaranjado según la cantidad utilizada de los irrigantes (1,11,33,35,44,48,49,64–67).

Además, diversos autores manifiestan que el precipitado marrón anaranjado que se forma dentro de los conductos radiculares no es perjudicial para las personas durante el tratamiento endodóntico. (20,33,67) Al contrario de Cintra, Jeong, Nocca y cols, (11,48,64) que en sus investigaciones si descubrieron citotoxicidad, sin embargo, se puede atribuir a que este precipitado fue analizado en animales, específicamente en ratas, el cual produce efectos perjudiciales lo contrario a las personas.

Se sugiere utilizar como sustancia intermedia entre el NaOCl y el CHX el tiosulfato de sodio al 5% que garantiza no formar ningún precipitado. (9,10,68) Sin embargo, Prado y colb., compararon el ácido cítrico, ácido fosfórico, solución salina, y etanol, como solución intermedia concluyendo que ninguna sustancia es capaz de impedir la formación de precipitado en su totalidad excepto el agua destilada que inhibe parcialmente el precipitado (1), a diferencia de Monrson y colb., que manifiestan que la solución que impidió la formación del precipitado fue el ácido cítrico pero no en su totalidad.(47) En cambio, Magro y cols., mencionan que la formación del precipitado no se puede inhibir con ninguna irrigación intermedia. (49)

Con el fin de evitar la formación de precipitados diversos autores recomiendan utilizar soluciones alternativas a la CHX como la Alexina que es de fácil remoción. (74,75) Se sugiere también utilizar SmeaOFF ya que de igual manera no forma subproductos, pero se debe evaluar las propiedades antimicrobianas.(69,76) Usar QMIX se propone debido a sus excelentes propiedades, sin embargo, se debe realizar un previo lavado con irrigación salina para eliminar por completo el NaOCl antes de su utilización. (51,70,78,79)

También se sugiere sustituir el NaOCl con diversos irrigantes como el Dióxido de Cloro, que además de tener similares propiedades posee una baja toxicidad. (71–73) El MTAD igualmente es mencionado como otro reemplazo ya que elimina el barrillo dentinario. (39) El extracto de semilla de uva lo recomiendan como otra posibilidad por tener buena actividad antimicrobiana, en cambio sugieren investigar el poder antimicrobiano que esta poseen. (42)

El hipoclorito de sodio se deberá utilizar como irrigante de preferencia en todos los tratamientos de conductos debido a sus excelentes propiedades, solo en el caso de padecer alergias, ápices abiertos, reabsorciones radiculares, agrandamiento del foramen o perforaciones radiculares se deberá utilizar otra alternativa a este irrigante como la CHX (8).

Por otra parte, la clorhexidina se debería utilizar únicamente en aquellos tratamientos endodónticos donde exista fracaso y persistan bacterias como el *Enterococcus faecalis* y se tenga que realizar retratamiento. Para de esta manera conseguir un amplio espectro antimicrobiano y prologar su acción por más tiempo, debido a las propiedades de este irrigante. (26,42)

Por lo tanto, no se debe utilizar hipoclorito de sodio junto con clorhexidina como irrigantes en un mismo tratamiento de conducto que no presente complicaciones, debido a las repercusiones que tendría ya que si el precipitado que se forma llega a ser expulsado por el ápice podría causar daño periapical y de esta manera retrasará la cicatrización de tejido además producirá una obliteración de los túbulos dentinarios, afectará la capacidad de sellado, provocará decoloraciones dentales e interferirá en la obturación. (14,17,19,21,46)

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En base a la evidencia actual se puede decir que después de utilizar NaOCl y CHX dentro de los conductos radiculares durante el tratamiento endodóntico no se forma Paracloroanilina por lo que esta combinación no se considera citotóxica ni cancerígena para las personas únicamente para los animales especialmente comprobado en ratas, sin embargo, lo podemos encontrar en otras sustancias químicas de uso cotidiano en las que, si entra en contacto excesivo con los seres humanos puede causar metahemoglobinemia y llegar a ser mortal.
- Las mejores soluciones intermedias para impedir el precipitado es el tiosulfato de sodio al 5% que garantiza una eliminación completa del hipoclorito de sodio antes de irrigar con clorhexidina. Además, se puede utilizar QMIX o SmerOFF en sustitución de la Clorhexidina debido a que tiene las mismas propiedades y previene la formación de subproductos, cuando sea necesario utilizar en un mismo tratamiento los dos irrigantes, recomendado únicamente en casos de retratamientos donde el *Enterococcus faecalis* prevalece.
- No mezclar irrigantes durante la misma terapia endodóntica, especialmente hipoclorito de sodio con clorhexidina ya que esta combinación repercute con el éxito del tratamiento endodóntico, pues el precipitado marrón anaranjado que se forma taponan los túbulos dentinarios, afecta la capacidad de sellado y obturación, además que provoca decoloraciones dentales e interfiere en la adhesión de la gutapercha.

5.2. Recomendaciones

- Después de utilizar una sustancia irrigadora realizar un lavado profundo que logre eliminar por completo la solución utilizada anteriormente ya que de lo contrario se pueden originar precipitados no deseados que llegan a interferir con el resultado de nuestro tratamiento endodóntico.
- No utilizar hipoclorito de sodio junto con clorhexidina ya que en lugar de conseguir una desinfección más profunda estaremos perjudicado el éxito de la terapia endodóntica como en el sellado del conducto y provocando pigmentaciones dentales.
- El odontólogo deberá estar capacitado para saber qué tipo de irrigantes se deben utilizar según el caso endodóntico a tratar, además de conocer cuál sería la manera adecuada de disolver algún precipitado que en caso de llegar a producirse alguna combinación indeseada.
- Conocer que soluciones irrigadoras no se deben combinar, ya que en la actualidad existe una diversidad de irrigantes que al momento de la terapia endodóntica pueden combinarse creando subproductos no deseados que pueden ser perjudiciales para el paciente o para el tratamiento endodóntico.

BIBLIOGRAFIA

1. Prado M, Santos Júnior HM, Rezende CM, Pinto AC, Faria RB, Simão RA, et al. Interactions between Irrigants Commonly Used in Endodontic Practice: A Chemical Analysis. *J Endod*. 2013 Apr 1;39(4):505–10.
2. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* [Internet]. 1984 [cited 2023 Aug 1];58(5):589–99. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6595621/>
3. Berman LH, Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la pulpa. 2011 [cited 2023 Jun 2];1081. Available from: https://books.google.com/books/about/Cohen_V%C3%ADas_de_la_Pulpa+_ExpertConsult.html?hl=es&id=auG-aCkeoUgC
4. Tonini R, Salvadori M, Audino E, Sauro S, Garo ML, Salgarello S. Irrigating Solutions and Activation Methods Used in Clinical Endodontics: A Systematic Review. *Frontiers in Oral Health* [Internet]. 2022 Jan 31 [cited 2023 Sep 19];3:838043. Available from: </pmc/articles/PMC8841673/>
5. Chandki R, Nikhil V, Sai Kalyan S. Comparative evaluation of substantivity of two biguanides - 0.2% polyhexanide and 2% chlorhexidine on human dentin. *J Conserv Dent* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2023 Aug 1];23(1):46. Available from: </pmc/articles/PMC7657421/>
6. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *British Dental Journal* 2014 216:6 [Internet]. 2014 Mar 21 [cited 2023 May 3];216(6):299–303. Available from: <https://www.nature.com/articles/sj.bdj.2014.204>
7. Marín Botero M, Gómez Gómez B, Cano Orozco A, Cruz López S, Castañeda Peláez D, Castillo Castillo E, et al. Hipoclorito de sodio como irrigante de conductos. Caso clínico, y revisión de literatura. *Av Odontoestomatol* [Internet]. 2019 [cited 2023 Aug 1];35(1):33–43. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852019000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
8. Gomes BPFA, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JFA, Souza-Filho FJ, Ferraz CCR. Chlorhexidine in endodontics. *Braz Dent J* [Internet]. 2013 Mar [cited 2023 May 8];24(2):89–102. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23780357/>
9. Chhabra N, Gangaramani S, Singbal KP, Desai K, Gupta K. Efficacy of various solutions in preventing orange-brown precipitate formed during alternate use of sodium hypochlorite and chlorhexidine: An in vitro study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2018 Jul 1 [cited 2023 Apr 23];21(4):428–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30122826/>
10. Alberto APL, Oliveira D da S, Oliveira HE, Maciel AC de C, Belladonna FG, Silva EJNL da. Does sodium thiosulphate avoid the formation of the brown-coloured precipitate as an intermediate irrigant between NaOCl and chlorhexidine? *Aust Endod J* [Internet]. 2022 Apr 1 [cited 2023 Apr 23];48(1):72–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34494676/>

11. Jeong JW, Sarmast ND, Terlier T, van der Hoeven R, Holland JN, Parikh N. Assessment of the cytotoxic effects and chemical composition of the insoluble precipitate formed from sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *Int Endod J* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2023 Apr 27];54(10):1892–901. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34081782/>
12. Para-Chloroaniline. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum [Internet]. 1993 [cited 2023 May 19];57:305. Available from: </pmc/articles/PMC7681622/>
13. Chhabra RS, Huff JE, Haseman JK, Elwell MR, Peters AC. Carcinogenicity of p-chloroaniline in rats and mice. *Food and Chemical Toxicology*. 1991 Jan 1;29(2):119–24.
14. Homayouni H, Majd NM, Zohrehei H, Mosavari B, Adel M, Dajmar R, et al. The Effect of Root Canal Irrigation with Combination of Sodium Hypo-chlorite and Chlorhexidine Gluconate on the Sealing Ability of Obturation Materials. *Open Dent J* [Internet]. 2014 Oct 27 [cited 2023 Apr 23];8(1):184–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25352923/>
15. Khatib MS, Ameer B, Mannur NA, Ramalingaiahsetty AM, Peerzade SM, Bambawale A. Decoding the Perplexing Mystery of Para-Chloroaniline Formation: A Systematic Review. *J Int Soc Prev Community Dent* [Internet]. 2020 [cited 2023 Apr 23];10(2):142. Available from: </pmc/articles/PMC7340001/>
16. Siddique R, Sureshbabu NM, Somasundaram J, Jacob B, Selvam D. Qualitative and quantitative analysis of precipitate formation following interaction of chlorhexidine with sodium hypochlorite, neem, and tulsi. *J Conserv Dent* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2023 Apr 23];22(1):40–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30820081/>
17. Wright PP, Kahler B, Walsh LJ. Alkaline Sodium Hypochlorite Irrigant and Its Chemical Interactions. *Materials* [Internet]. 2017 Sep 29 [cited 2023 May 3];10(10). Available from: </pmc/articles/PMC5666953/>
18. Orhan EO, Irmak Ö, Hür D. What does not form after accidental sodium hypochlorite contact with chlorhexidine? *Int Endod J* [Internet]. 2022 Jun 1 [cited 2023 Apr 28];55(6):685–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35511028/>
19. Mohammadi Z, Giardino L, Palazzi F, Asgary S. Agonistic and Antagonistic Interactions between Chlorhexidine and Other Endodontic Agents: A Critical Review. *Iran Endod J* [Internet]. 2015 Dec 1 [cited 2023 May 5];10(1):1. Available from: </pmc/articles/PMC4293573/>
20. Patil P, Aminoshariae A, Harding J, Montagnese TA, Mickel A. Determination of mutagenicity of the precipitate formed by sodium hypochlorite and chlorhexidine using the Ames test. *Aust Endod J* [Internet]. 2016 Apr 1 [cited 2023 Apr 28];42(1):16–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25612244/>
21. Ahmed HMA, Abbott P V. Discolouration potential of endodontic procedures and materials: A review. *Int Endod J*. 2012 Oct;45(10):883–97.

22. Monardes H, Lolas C, Aravena J, González H, Abarca J. Evaluación del tratamiento endodóntico y su relación con el tipo y la calidad de la restauración definitiva. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*. 2016 Aug 1;9(2):108–13.
23. Rôças IN, Provenzano JC, Neves MAS, Siqueira JF. Disinfecting Effects of Rotary Instrumentation with Either 2.5% Sodium Hypochlorite or 2% Chlorhexidine as the Main Irrigant: A Randomized Clinical Study. *J Endod* [Internet]. 2016 Jun 1 [cited 2023 May 8];42(6):943–7. Available from: <http://www.jendodon.com/article/S009923991630108X/fulltext>
24. Tonini R, Salvadori M, Audino E, Sauro S, Garo ML, Salgarello S. Irrigating Solutions and Activation Methods Used in Clinical Endodontics: A Systematic Review. *Frontiers in oral health* [Internet]. 2022 Jan 31 [cited 2023 May 8];3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35174355/>
25. Zivanovic DN, Bjelovic L, Ivanovic V, Kanjevac T, Tanaskovic I. Consideration of the therapeutic potential of irrigants in endodontic therapy. *Serbian Journal of Experimental and Clinical Research*. 2018 Jun 1;19(2):103–12.
26. Good M, El Karim IA, Hussey DL. Endodontic “solutions” part 1: a literature review on the use of endodontic lubricants, irrigants and medicaments. *Dent Update* [Internet]. 2012 [cited 2023 May 8];39(4):239–46. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22774686/>
27. De Odontología C, Mónica A., Lema JA. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD “VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL HIPOCLORITO DE SODIO POR CAMBIO DE ALMACENAMIENTO, 2018” Proyecto de investigación para optar el título de Odontóloga.
28. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Muwaquet-Rodríguez S, Albero-Monteagudo A. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. *J Clin Exp Dent* [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2023 May 3];11(2):e185. Available from: </pmc/articles/PMC6383907/>
29. Soares G. Soares y Goldberg-Endodoncia, Técnica y Fundamentos.pdf [Internet]. Panamericana M, editor. 2002 [cited 2023 Jun 2]. 330 p. Available from: https://books.google.com/books/about/Endodoncia_T%C3%A9cnica_y_fundamentos.html?hl=es&id=P6W48Hf6tggC
30. Park E, Shen Y, Khakpour M, Haapasalo M. Apical pressure and extent of irrigant flow beyond the needle tip during positive-pressure irrigation in an in vitro root canal model. *J Endod* [Internet]. 2013 Apr [cited 2023 May 20];39(4):511–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23522547/>
31. Carvajal M. IRRIGANTES EN ENDODONCIA DESINFECCIÓN EN EL TRATAMIENTO ENDODÓNTICO.
32. Zandi H, Rodrigues RCV, Kristoffersen AK, Enersen M, Mdala I, Ørstavik D, et al. Antibacterial Effectiveness of 2 Root Canal Irrigants in Root-filled Teeth with Infection: A Randomized

- Clinical Trial. *J Endod* [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2023 May 8];42(9):1307–13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27452293/>
33. Ozkan HB, Terlemez A, Orhan EO. Proton Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy Analysis of Mixtures of Chlorhexidine with Different Oxidizing Agents Activated by Photon-Induced Photoacoustic Streaming for Root Canal Irrigation. *Photobiomodul Photomed Laser Surg* [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2023 May 8];38(6):374–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32119810/>
 34. Ozkan HB, Cobankara FK, Sayin Z, Ozer F. Evaluation of the Antibacterial Effects of Single and Combined use of Different Irrigation Solutions Against Intracanal *Enterococcus Faecalis*. *Acta Stomatol Croat* [Internet]. 2020 [cited 2023 May 8];54(3):250–62. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33132388/>
 35. Ruksakiet K, Hanák L, Farkas N, Hegyi P, Sadaeng W, Czumbel LM, et al. Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Endod* [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2023 May 8];46(8):1032-1041.e7. Available from: <http://www.jendodon.com/article/S0099239920303083/fulltext>
 36. Metri M, Hegde S, Dinesh K, Indiresha HN, Nagaraj S, Bhandi SH. Comparative Evaluation of Two Final Irrigation Techniques for the Removal of Precipitate Formed by the Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2015 [cited 2023 Apr 28];16(11):850–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26718289/>
 37. Mohammadi Z, Shalavi S, Moeintaghavi A, Jafarzadeh H. A Review Over Benefits and Drawbacks of Combining Sodium Hypochlorite with Other Endodontic Materials. *Open Dent J* [Internet]. 2017 Dec 26 [cited 2023 Apr 23];11(1):661. Available from: </pmc/articles/PMC5750725/>
 38. Gonçalves LS, Rodrigues RCV, Andrade Junior CV, Soares RG, Vettore MV. The Effect of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine as Irrigant Solutions for Root Canal Disinfection: A Systematic Review of Clinical Trials. *J Endod* [Internet]. 2016 Apr 1 [cited 2023 Apr 28];42(4):527–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26852149/>
 39. Agrawal V, Rama Rao MS, Dhingra K, Rajesh Gopal V, Mohapatra A, Mohapatra A. An in Vitro Comparison of Antimicrobial Efficacy of Three Root Canal irrigants-BioPure MTAD, 2% Chlorhexidine Gluconate and 5.25% Sodium Hypochlorite as a Final Rinse Against *E. Faecalis*. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2013 [cited 2023 May 6];14(5):842–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24685785/>
 40. Bernardi A, Teixeira CS. The properties of chlorhexidine and undesired effects of its use in endodontics. *Quintessence Int* [Internet]. 2015 [cited 2023 Apr 23];46(7). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25918757/>
 41. Onetto D, Correa V, Araya P, Yévenes I, Neira M. Efecto del ultrasonido endodóntico sobre clorhexidina al 2% en la formación de paracloroanilina: Estudio in vitro. *Revista clínica de*

periodoncia, implantología y rehabilitación oral [Internet]. 2015 Dec [cited 2023 Apr 23];8(3):185–91. Available from:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072015000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es

42. Cecchin D, Farina AP, Souza MA, Albarello LL, Schneider AP, Vidal CMP, et al. Evaluation of antimicrobial effectiveness and dentine mechanical properties after use of chemical and natural auxiliary irrigants. *J Dent* [Internet]. 2015 Jun 1 [cited 2023 Apr 23];43(6):695–702. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25863158/>
43. Vouzara T, Koulaouzidou E, Ziouti F, Economides N. Combined and independent cytotoxicity of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid and chlorhexidine. *Int Endod J* [Internet]. 2016 Aug 1 [cited 2023 Apr 28];49(8):764–73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26242704/>
44. Arslan H, Gok T, Saygili G, Altintop H, Akçay M, Çapar ID. Evaluation of effectiveness of various irrigating solutions on removal of calcium hydroxide mixed with 2% chlorhexidine gel and detection of orange-brown precipitate after removal. *J Endod* [Internet]. 2014 Nov 1 [cited 2023 Apr 28];40(11):1820–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25201644/>
45. Thaha KA, Varma RL, Nair MG, Sam Joseph VG, Krishnan U. Interaction between Octenidine-based Solution and Sodium Hypochlorite: A Mass Spectroscopy, Proton Nuclear Magnetic Resonance, and Scanning Electron Microscopy–based Observational Study. *J Endod* [Internet]. 2017 Jan 1 [cited 2023 May 6];43(1):135–40. Available from: <http://www.jendodon.com/article/S0099239916306197/fulltext>
46. Gasic J, Popovic J, Živković S, Petrovic A, Barac R, Nikolic M. Ultrastructural analysis of the root canal walls after simultaneous irrigation of different sodium hypochlorite concentration and 0.2% chlorhexidine gluconate. *Microsc Res Tech* [Internet]. 2012 Aug [cited 2023 May 3];75(8):1099–103. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22419366/>
47. Mortenson D, Sadilek M, Flake NM, Paranjpe A, Heling I, Johnson JD, et al. The effect of using an alternative irrigant between sodium hypochlorite and chlorhexidine to prevent the formation of para-chloroaniline within the root canal system. *Int Endod J*. 2012 Sep;45(9):878–82.
48. Cintra LTA, Watanabe S, Samuel RO, da Silva Facundo AC, de Azevedo Queiroz ÍO, Dezan-Júnior E, et al. The use of NaOCl in combination with CHX produces cytotoxic product. *Clin Oral Investig*. 2014;18(3):935–40.
49. Magro MG, Kuga MC, Aranda-Garcia AJ, Victorino KR, Chávez-Andrade GM, Faria G, et al. Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer. *Int Endod J* [Internet]. 2015 May 1 [cited 2023 Apr 23];48(5):478–83. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24962548/>

50. Do Prado M, Simão RA, Gomes BPF. Evaluation of different irrigation protocols concerning the formation of chemical smear layer. *Microsc Res Tech* [Internet]. 2013 Feb 1 [cited 2023 May 23];76(2):196–200. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jemt.22153>
51. Siddique R, Nivedhitha MS, Jacob B. Quantitative analysis for detection of toxic elements in various irrigants, their combination (precipitate), and para-chloroaniline: An inductively coupled plasma mass spectrometry study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2023 Apr 27];22(4):344–50. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31802817/>
52. Rossi-Fedele G, Doramac EJ, Guastalli AR, Steier L, Poli De Figueiredo JA. Antagonistic interactions between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, and citric acid. *J Endod*. 2012;38(4):426–31.
53. Boutsoukis C, Arias-Moliz MT. Present status and future directions – irrigants and irrigation methods. *Int Endod J* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2023 May 8];55(Suppl 3):588. Available from: </pmc/articles/PMC9321999/>
54. Messmer AS, Nickel CH, Bareiss D. P-Chloroaniline Poisoning Causing Methemoglobinemia: A Case Report and Review of the Literature. *Case Rep Emerg Med* [Internet]. 2015 [cited 2023 May 16];2015:1–4. Available from: </pmc/articles/PMC4377359/>
55. Basrani BR, Manek S, Mathers D, Fillery E, Sodhi RNS. Determination of 4-chloroaniline and its derivatives formed in the interaction of sodium hypochlorite and chlorhexidine by using gas chromatography. *J Endod* [Internet]. 2010 Feb [cited 2023 Sep 10];36(2):312–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20113798/>
56. Riquelme MJ, Correa V, Araya P, Neira M, Yévenes I, Riquelme M. Agua y Suero Fisiológico para Prevenir la Formación de Paracloroanilina. *International journal of odontostomatology* [Internet]. 2015 Dec [cited 2023 Apr 23];9(3):399–404. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2015000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=en
57. Gonçalves AR, do Nascimento HL, Duarte GHB, Simas RC, de Jesus Soares A, Eberlin MN, et al. Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry Determination of p-Chloroaniline in Gel and Aqueous Chlorhexidine Products Used in Dentistry. *Chromatographia*. 2016 Jul 1;79(13–14):841–9.
58. Souza M, Cecchin D, Barbizam JVB, Almeida JFA, Zaia AA, Gomes BPF, et al. Evaluation of the colour change in enamel and dentine promoted by the interaction between 2% chlorhexidine and auxiliary chemical solutions. *Australian Endodontic Journal*. 2013 Dec;39(3):107–11.
59. Pimentel Corrêa AC, Cecchin D, De Almeida JFA, De Almeida Gomes BPF, Zaia AA, Ferraz CCR. Sodium Thiosulfate for Recovery of Bond Strength to Dentin Treated with Sodium Hypochlorite. *J Endod* [Internet]. 2016 Feb 1 [cited 2023 Jun 6];42(2):284–8. Available from: <http://www.jendodon.com/article/S0099239915010079/fulltext>

60. Chandrashekhar S, Patil S, Abraham S, Mehta D, Chaudhari S, Shashidhar J. A comparative evaluation of shear bond strength of composite resin to pulp chamber dentin treated with sodium thiosulfate and proanthocyanidin: An in vitro study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2018 Nov 1 [cited 2023 Jun 6];21(6):671. Available from: [/pmc/articles/PMC6249938/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31160396/)
61. Hegde J, Bshetty K, Krishnakumar, Gulati U. Quantity of Sodium Thiosulfate Required to Neutralize Various Concentrations of Sodium Hypochlorite. *Asian Journal of Pharmaceutical and Health Sciences*. 2012;2(3).
62. Silva CC, Ferreira VMD, De-Deus G, Herrera DR, do Prado M, da Silva EJNL. Effect of Intermediate Flush Using Different Devices to Prevent Chemical Smear Layer Formation. *Braz Dent J* [Internet]. 2017 Jul 1 [cited 2023 Apr 23];28(4):447–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29160396/>
63. Guneser MB, Dincer AN, Arslan D. Comparison of Conventional Syringe, CanalBrush, EndoActivator, Photon-Induced Photoacoustic Streaming, and Manual Instrumentation in Removing Orange-Brown Precipitate: An In Vitro Study. *Photomed Laser Surg* [Internet]. 2017 Jun 1 [cited 2023 May 8];35(6):311–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28186862/>
64. Nocca G, Ahmed HMA, Martorana GE, Callà C, Gambarini G, Rengo S, et al. Chromographic Analysis and Cytotoxic Effects of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite Reaction Mixtures. *J Endod* [Internet]. 2017 Sep 1 [cited 2023 Apr 23];43(9):1545–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28734651/>
65. Patil P, Aminoshariae A, Harding J, Montagnese TA, Mickel A. Determination of mutagenicity of the precipitate formed by sodium hypochlorite and chlorhexidine using the Ames test. *Aust Endod J* [Internet]. 2016 Apr 1 [cited 2023 Apr 27];42(1):16–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25612244/>
66. Orhan EO, Irmak Ö, Hür D, Yaman BC, Karabucak B. Does Para-chloroaniline Really Form after Mixing Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine? *J Endod* [Internet]. 2016 Mar 1 [cited 2023 Apr 23];42(3):455–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26830426/>
67. Irmak Ö, Orhan EO, Görgün K, Yaman BC. Nuclear magnetic resonance spectroscopy and infrared spectroscopy analysis of precipitate formed after mixing sodium hypochlorite and QMix 2in1. *PLoS One* [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2023 May 8];13(8). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30110396/>
68. Bueso V, Parikh N, Terlier T, Holland JN, Sarmast ND, Jeong JW. Comparative evaluation of intermediate solutions in prevention of brown precipitate formed from sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *Clin Exp Dent Res* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2023 Apr 23];8(6):1591–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36102230/>
69. Piperidou M, Sodhi RNS, Kolosowski KP, Basrani BR. Effects of Final Irrigation with SmearOFF on the Surface of Dentin Using Surface Analytical Methods. *J Endod*. 2018 Nov 1;44(11):1714–9.

70. Arslan H, Uygun AD, Keskin A, Karatas E, Seçkin F, Yildirim A. Evaluation of orange-brown precipitate formed in root canals after irrigation with chlorhexidine and QMix and spectroscopic analysis of precipitates produced by a mixture of chlorhexidine/NaOCl and QMix/NaOCl. *Int Endod J*. 2015 Dec 1;48(12):1199–203.
71. Anna H, Barnabás P, Zsolt L, Romána Z. Tracking of the degradation process of chlorhexidine digluconate and ethylenediaminetetraacetic acid in the presence of hyper-pure chlorine dioxide in endodontic disinfection. *J Pharm Biomed Anal*. 2019 Feb 5;164:360–4.
72. Herczegh A, Ghidan Á, Friedreich D, Gyurkovics M, Bendo Z, Lohinai Z. Effectiveness of a high purity chlorine dioxide solution in eliminating intracanal *Enterococcus faecalis* biofilm. *Acta Microbiol Immunol Hung* [Internet]. 2013 Mar 25 [cited 2023 May 24];60(1):63–75. Available from: <https://akjournals.com/view/journals/030/60/1/article-p63.xml>
73. Taneja S, Mishra N, Malik S. 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* [Internet]. 2014 Nov 1 [cited 2023 May 24];17(6):541. Available from: <http://pmc/articles/PMC4252927/>
74. Kim HS, Zhu Q, Baek SH, Jung IY, Son WJ, Chang SW, et al. Chemical interaction of alexidine and sodium hypochlorite. *J Endod* [Internet]. 2012 Jan 1 [cited 2023 May 6];38(1):112–6. Available from: <http://www.jendodon.com/article/S0099239911011927/fulltext>
75. Czopik B, Ciechomska M, Zarzecka J, Góra M, Woźniakiewicz M. Insight into the Reaction of Alexidine with Sodium Hypochlorite: A Potential Error in Endodontic Treatment. *Molecules* [Internet]. 2021 Mar 2 [cited 2023 May 8];26(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33804019/>
76. Krishnan U, Saji S, Clarkson R, Laloo R, Moule AJ. Free Active Chlorine in Sodium Hypochlorite Solutions Admixed with Octenidine, SmearOFF, Chlorhexidine, and EDTA. *J Endod* [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2023 May 17];43(8):1354–9. Available from: <http://www.jendodon.com/article/S0099239917303709/fulltext>
77. Kolosowski KP, Sodhi RNS, Kishen A, Basrani BR. Qualitative Analysis of Precipitate Formation on the Surface and in the Tubules of Dentin Irrigated with Sodium Hypochlorite and a Final Rinse of Chlorhexidine or QMiX. *J Endod*. 2014 Dec 1;40(12):2036–40.
78. Eliot C, Hatton JF, Stewart GP, Hildebolt CF, Jane Gillespie M, Gutmann JL. The effect of the irrigant QMix on removal of canal wall smear layer: An ex vivo study. *Odontology* [Internet]. 2014 Jan 19 [cited 2023 May 17];102(2):232–40. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10266-012-0102-1>
79. Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J* [Internet]. 2012 Apr 1 [cited 2023 May 17];45(4):363–71. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2591.2011.01985.x>

80. Shalavi S, Mohammadi Z. An Overview on a Promising Root Canal Irrigation Solution: QMix. *Iran Endod J* [Internet]. 2021 [cited 2023 May 8];16(2):71–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36704215/>
81. Swadas M, Dave B, Vyas SM, Shah N. Evaluation and Comparison of the Antibacterial Activity against *Streptococcus mutans* of Grape Seed Extract at Different Concentrations with Chlorhexidine Gluconate: An in vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent* [Internet]. 2016 Sep [cited 2023 May 18];9(3):181. Available from: </pmc/articles/PMC5086002/>

