



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

**“COMPARACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LA SOLUCIÓN SALINA
VS EL ALCOHOL ETÍLICO COMO IRRIGANTES INTERMEDIOS PARA
EVITAR LA FORMACIÓN DE PARACLOROANILINA EN EL
CONDUCTO RADICULAR”**

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Presenta:

Mtra. Patricia Yammel Zepeda Arias

Dirigido por:

E.E.M.A.I.S. Irak Osiris Villarreal Vera

Querétaro, Qro. Agosto 2023

Mtra. Patricia Yammel Zepeda Arias

COMPARACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LA SOLUCIÓN SALINA VS EL ALCOHOL ETÍLICO
COMO IRRIGANTES INTERMEDIOS PARA EVITAR LA FORMACIÓN DE
PARACLOROANILINA EN EL CONDUCTO RADICULAR

2023



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales
de Información



Comparación de la efectividad de la solución salina vs
el alcohol etílico como irritantes intermedios para
evitar la formación de paracloroanilina en el conducto
radicular

por

Patricia Yammel Zepeda Arias

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Clave RI: MEESC-309400



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad de Endodoncia

“Comparación de la efectividad de la solución salina vs el alcohol etílico como irrigantes intermedios para evitar la formación de paracloroanilina en el conducto radicular”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la
Especialidad en Endodoncia

Presenta:

Mtra. Patricia Yammel Zepeda Arias

Dirigido por:

E.E.M.A.I.S. Irak Osiris Villarreal Vera

E.E.M.A.I.S. Irak Osiris Villarreal Vera
Presidente

C.D.E.E. Miguel Ángel Almanza Vega
Secretario

C.D.E.E. César López Cruz
Vocal

Dr. Rubén Abraham Domínguez Pérez
Suplente

C.D.E.E. Luciano Tinajero Bueno
Suplente

Centro Universitario,
Querétaro, Qro. Agosto 2023
México

Resumen

Introducción: La paracloroanilina es un subproducto que se forma cuando el hipoclorito de sodio entra en contacto con la clorhexidina, produce un precipitado de color marrón anaranjado que pigmenta el conducto radicular.

Se han propuesto diferentes sustancias como la solución salina, y el alcohol etílico, pero actualmente no existe suficiente información para determinar cual de los dos evita la formación de paracloroanilina en el conducto radicular.

Objetivo: Determinar que sustancia evita la formación de paracloroanilina en el conducto radicular; la solución salina al 0.9% o el alcohol etílico a 96° GL.

Material y métodos: Estudio experimental *in vitro* en el cual se analizaron órganos dentales unirradiculares humanos irrigados con hipoclorito de sodio al 5.25% y clorhexidina al 2%, hipoclorito de sodio al 5.25% con clorhexidina al 2% y solución salina al 0.9%, hipoclorito de sodio al 5.25% con clorhexidina al 2% y alcohol etílico de 96° GL para identificar la formación de paracloroanilina mediante un microscopio estereoscópico y un programa de procesamiento digital de imagen. Los datos se evaluaron mediante el análisis de varianza de una vía (ANOVA), comparación múltiple de *Post Hoc* Tukey.

Resultados: Entre los tres grupos evaluados se mostraron cambios significativos respecto a la formación de paracloroanilina en el conducto radicular ($p < 0.0001$). El grupo paracloroanilina obtuvo un promedio de formación de 21,417.52 micrómetros cuadrados, mientras que el grupo alcohol tuvo un promedio de formación de 9,302.52 micrómetros cuadrados; mientras que el grupo solución salina obtuvo un promedio de 3,721.50 micrómetros cuadrados, el cual fue el más bajo.

Conclusiones: El utilizar solución salina al 0.9% o alcohol etílico a 96° GL como irrigantes intermedios disminuyen significativamente la formación de paracloroanilina en el conducto radicular, siendo la solución salina el irrigante intermedio con menor formación de este precipitado.

Palabras clave: Paracloroanilina, alcohol etílico, solución salina, hipoclorito de sodio, clorhexidina.

Summary

Introduction: Parachloroaniline is a by-product that is formed when sodium hypochlorite comes into contact with chlorhexidine, produces an orange-brown precipitate which pigments the root canal.

Different substances such as saline solution and ethyl alcohol have been proposed, but currently there is not enough information to determine which of the two prevents the formation of parachloroaniline in the root canal.

Objective: To determine which substance prevents the formation of parachloroaniline in the root canal; saline solution at 0.9% or ethyl alcohol at 96° GL.

Materials and methods: *In vitro* experimental study in which human unirradicular dental organs were irrigated with 5.25% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine, 5.25% sodium hypochlorite with 2% chlorhexidine and 0.9% saline solution, 5.25% sodium hypochlorite with 2% chlorhexidine and ethyl alcohol at 96° GL were analyzed to identify the formation of parachloroaniline by using a stereoscopic microscope and a digital image processing program. Data were assessed using one-way analysis of variance (ANOVA), *Post Hoc* Tukey multiple comparison.

Results: Among the three groups evaluated, significant changes were shown regarding the formation of parachloroaniline in the root canal ($p < 0.0001$). The parachloroaniline group obtained an average formation of 21,417.52 square micrometers, while the alcohol group had an average formation of 9,302.52 square micrometers; while the saline group obtained an average of 3,721.50 square micrometers, which was the lowest.

Conclusions: Using 0.9% saline solution or ethyl alcohol at 96° GL as intermediate irrigants significantly decreases the formation of parachloroaniline in the root canal, with saline solution demonstrated being the intermediate irrigant with less formation of this precipitate.

Keywords: Parachloroaniline, ethyl alcohol, saline, sodium hypochlorite, chlorhexidine.

Dedicatorias

A mis padres, Néstor Jorge Zepeda Cisneros y Martha Patricia Arias Martínez; que sin ellos ninguno de mis sueños hubiese sido posible.

A mi hermano, Néstor Jorge Zepeda Arias; por su apoyo incondicional, paciencia y cariño.

Agradecimientos

A mis padres y mi hermano por todo su apoyo, comprensión, amor y paciencia.

A mis amigos de posgrado por demostrarme el valor de la verdadera amistad.

A mi pareja por estar presente en mis momentos más difíciles y ayudarme a siempre salir adelante .

A mis profesores por su dedicación, consejos, disposición y paciencia para orientarme en este camino .

A la Dra. Larissa Zavala Vargas por permitirme la oportunidad de ser parte de este posgrado

Al Dr. Rubén Domínguez Pérez por su apoyo y guía para la elaboración de este documento.

Al Dr. Irak Villarreal Vera por ser mi asesor en esta investigación.

A mis sinodales de tesis por su apoyo y consejos durante el posgrado y en la realización de este documento.

Y a Dios por darme la fuerza necesaria para siempre salir adelante.

Índice

Contenido	Página
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de cuadros	vii
Abreviaturas y siglas	viii
I. Introducción	1
II. Antecedentes	4
III. Fundamentación teórica	8
III.1 Hipoclorito de Sodio	8
III.2 Clorhexidina	9
III.3 Interacción entre irrigantes	11
III.4 Paracloroanilina	12
III.5 Irrigantes intermedios	13
III.5.1 Solución Salina	14
III.5.2 Alcohol	14
IV. Hipótesis	16
V. Objetivos	17
V.1 General	17
V.2 Específicos	17
VI. Material y métodos	18
VI.1 Tipo de investigación	18
VI.2 Universo	18
VI.3 Muestra	18
VI.3.1 Criterios de selección	18
VI.3.2 Variables estudiadas	20

VI.4 Técnicas e instrumentos	22
VI.5 Procedimientos	23
VII. Resultados	34
VIII. Discusión	35
IX. Conclusión	39
X. Propuestas	40
XI. Bibliografía	41
XII. Anexos	53

Abreviaturas y siglas

CHX: Clorhexidina

DE: Desviación estándar

EDTA: Ácido etilendiaminotetraacético

E. faecalis: *Enterococcus faecalis*

GL: Gay Lussac

NaOCl: Hipoclorito de Sodio

OD: Órgano dental

PCA: Paracloroanilina

pH: Potencial de hidrógeno

SCR: Sistema de conductos radiculares

UCE: Unión cemento esmalte

X: Promedio

I. Introducción

El comienzo, establecimiento y mantenimiento de las patologías periapicales es resultado de la invasión bacteriana dentro del sistema de conductos radiculares (SCR) (Ørstavik, 2019); por lo tanto, uno de los objetivos del tratamiento de conductos es la completa eliminación de microorganismos (Bystrom y Sundqvist, 1981).

Este objetivo puede ser cumplido utilizando instrumentación mecánica e irrigación química, aunado con medicación intraconducto entre sesiones (Bystrom y Sundqvist, 1981). Estos procedimientos disminuyen en gran medida el número de bacterias (Bystrom y Sundqvist, 1981), sin embargo incluso cuando se utilizan estos métodos, la terapia endodóntica no siempre es exitosa (Sundqvist et al., 1998) ya que existen factores que debemos considerar cuando se realiza una terapia endodóntica, como lo son: la anatomía del sistema de conductos, residuos orgánicos e inorgánicos, además de bacterias que no son completamente removidas y con frecuencia persisten (Peters, 2004).

Para esto, varios irrigantes han sido utilizados durante la preparación endodóntica con el fin de disminuir el tejido necrótico, bacterias, así como para remover el lodo dentinario (Bystrom y Sundqvist, 1981; Ørstavik y Haapasalo, 1990; Peters et al., 2002). Estos se pueden utilizar de manera secuencial o en combinación para poder aumentar su efecto antimicrobiano (Zehnder, 2006).

El irrigante más comúnmente utilizado en la terapia endodóntica es el hipoclorito de sodio (NaOCl) cuya concentración va desde 0.5% a 6% (Ohara et al., 1993; Kuruvilla y Kamath, 1998; Leonardo et al., 1999). El uso NaOCl al 5.25% ha demostrado ser un excelente solvente de tejidos (Trepagnier et al., 1977; White et al., 1997; Hand et al., 1978; Kuruvilla y Kamath, 1998; Leonardo et al., 1999), además ayuda en el

desbridamiento de los conductos radiculares y también es considerado un excelente agente antimicrobiano (Mccomb y Smith, 1975).

Entre sus desventajas podemos encontrar que no es un agente antimicrobial con sustentividad, (White et al., 1997), tiende a desteñir (Jeansonne y White, 1994), corroe los instrumentos y además posee un olor muy desagradable (White et al., 1997).

En años recientes, el gluconato de clorhexidina (CHX) al 2% ha surgido como un medicamento eficaz en la terapia endodóntica (Parsons et al., 1980). Es considerado un agente antimicrobiano de amplio espectro (Ohara et al., 1993) que puede ser utilizado efectivamente como un irrigante (Parsons et al., 1980; Ørstavik y Haapasalo, 1990; Vahdaty et al., 1993; Leonardo et al., 1999).

Este puede desinfectar los túbulos dentinarios (Ørstavik y Haapasalo; Vahdaty et al., 1993) y absorberse en la dentina (Parsons et al., 1980) cuando existe una exposición prolongada en el conducto radicular (White et al., 1997; Basrani et al., 2003), además de ser efectivo contra ciertas bacterias resistentes al hipoclorito de sodio (White et al., 1997).

Tiene un bajo nivel de toxicidad (Løe y Schiøtt, 1970), sin embargo la inhabilidad de la CHX para disolver materia orgánica se percibe como una desventaja (Okino et al., 2004).

El protocolo de irrigación más utilizado al momento de la instrumentar es ocupar NaOCl al 2.5% y una irrigación final de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) 17%, NaOCl al 2.5% y 2% de CHX (Zehnder, 2006).

Sin embargo, la presencia de NaOCl en los conductos durante la irrigación de CHX produce un precipitado naranja-café conocido como paracloroanilina (PCA) (Basrani

et al., 2007; Bui et al., 2008). Este precipitado obstruye los túbulos dentinarios y puede afectar el sellado en la obturación del sistema de conductos (Bui et al., 2008).

De acuerdo con Bui et al. (2008) demostraron que la interacción entre la CHX y el NaOCl afectó significativamente la permeabilidad de los túbulos dentinarios, de igual forma la eliminación de NaOCl por aspiración y puntas de papel absorbentes no mostró una reducción significativa de este efecto; aparentemente la dentina y sus túbulos albergan suficiente NaOCl residual que reacciona con la CHX en el conducto radicular, aunque no el suficiente en apical puesto que este tercio es más difícil de irrigar.

El precipitado tiende a mostrar una mayor intensidad de color cuando se mezclan mayores concentraciones de NaOCl con CHX, de igual forma, una menor concentración de NaOCl produce proporcionalmente menos precipitado de acuerdo con los hallazgos de Basrani (2007).

Aparte se ha demostrado que es citotóxico en ratas (Chhabra et al., 1991) y posiblemente carcinogénico en humanos (Barbin et al., 2008).

Por lo tanto, es recomendable reducir la formación del precipitado utilizando un irrigante intermedio ya sea solución salina o agua destilada en grandes cantidades para maximizar la dilución del hipoclorito de sodio, de igual forma se puede irrigar el remanente de NaOCl con alcohol absoluto previo a utilizar CHX como irrigante final (Krishnamurthy y Sudhakaran, 2010).

Este protocolo busca identificar cual sustancia entre la solución salina al 0.9% y el alcohol etílico a 96° GL evita la formación de PCA en el conducto radicular; para así permitir al clínico emplearla en su práctica diaria y así obtener un mejor pronóstico de los tratamientos radiculares, lo cual se traduce en el bienestar del paciente.

II. Antecedentes

Los microorganismos son la causa principal en la etiología de las patologías pulpares y periapicales; por lo tanto su control y eliminación son de vital importancia durante el tratamiento de endodoncia (Krithikadatta et al., 2007). La desinfección de los conductos radiculares puede ser lograda por medios mecánicos y químicos; la fase mecánica involucra la preparación del conducto utilizando instrumentos manuales o rotatorios; la fase química involucra la adición de agentes antimicrobianos durante y después de la instrumentación (Bystrom y Sundqvist, 1981; Dalton et al., 1998), esto ayuda a reducir la cantidad de microorganismos pero de igual forma no se llegan a eliminar por completo (Krithikadatta et al., 2007).

Además se debe contemplar la anatomía del sistema de conductos, la cual proporciona un medio ideal para el desarrollo, proliferación e interacción de microorganismos en las infecciones pulpares y periapicales (Gomes et al., 2002).

Los microorganismos sobrevivientes a la preparación químico mecánica tienen la capacidad de reproducirse rápidamente cuando el conducto se encuentra desocupado (Paquette et al., 2007); esta proliferación puede alcanzar un número similar o superior al que existía al inicio del tratamiento (Lin et al., 2003). Por lo tanto, la irrigación y medicación son parte fundamental del tratamiento de conductos, ya que pueden definir el éxito o fracaso de este (Haapasalo et al., 2010).

Las propiedades ideales de un irrigante según Haapasalo (2010) son las siguientes:

- Capaz de limpiar el conducto radicular
- Tener baja tensión superficial
- Servir de lubricante durante la instrumentación
- Capaz de disolver materia orgánica e inorgánica
- Ser bactericida de amplio espectro
- Tener un efecto antimicrobiano extenso

- Ser biocompatible
- No debe irritar ni lastimar el tejido vital periapical
- No debe desgastar la estructura dental
- Capaz de inactivar endotoxinas
- Capaz de limpiar el lodo dentinario
- No debe teñir la estructura dental
- Ser de costo accesible y fácil adquisición

Es importante señalar que ningún irrigante puede retirar completamente toda la materia orgánica e inorgánica y que al mismo tiempo tenga propiedades de sustantividad antibacterial residual en las paredes de dentina (Trepagnier et al., 1977; Hand et al., 1978). Por lo tanto, se requiere del uso de varios irrigantes de una manera secuencial o en combinación para aumentar sus efectos antimicrobianos (Zehnder, 2006) como: NaOCl, el cual degrada el tejido necrótico y la cantidad de bacterias (Orstavik, 1990), de igual forma es capaz de remover fibras de colágeno expuestas y una subsecuente irrigación con un antimicrobiano como la CHX reducen significativamente la adherencia de *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) a la dentina (Basrani, 2007).

En el estudio de Ercan (2004), se concluyó que ambos irrigantes (CHX al 2% y NaOCl al 5.25%) fueron efectivos en reducir la cantidad de bacterias en el SCR.

La CHX tiene una gran capacidad antimicrobiana, atacando bacterias gram positivas y negativas (Delany et al; 1982). En general, estudios *in vitro* sugieren que la CHX y el NaOCl tienen un efecto antibacterial comparable cuando se utilizan en concentraciones similares (Vianna, 2004).

En un estudio clínico, Zamany (2003) mostró que la CHX al 2% empleada como irrigante final, disminuye significativamente la cantidad de bacterias presentes en los conductos radiculares que previamente se irrigaron con NaOCl durante la

instrumentación. Como ventajas adicionales de la CHX es su retención en la dentina radicular (Rosenthal, 2004) y su relativamente baja toxicidad (Leonardo et al; 1999). Pese a sus ventajas, la acción de la CHX es dependiente de su pH y se ve reducida ampliamente en la presencia de materia orgánica (Rusell, 1993). Además no posee la capacidad de disolver tejidos como lo hace el NaOCl (Naenni, 2004).

Y aunque la combinación de irrigantes ha demostrado aumentar su efecto antimicrobiano (Kuruville y Kamath, 1998), su interacción puede ser determinante para el éxito en la terapia endodóntica (Tay et al., 2006; Basrani et al., 2007; Bui et al., 2008; Rasimick et al., 2008). Ya que al combinar soluciones irrigantes, se forman subproductos (Basrani et al., 2007); los cuales constituyen una barrera entre la obturación y la superficie dentinaria, comprometiendo el sellado del conducto radicular (Bui et al., 2008). Además se ha demostrado que pueden ser dañinos si entran en contacto con los tejidos apicales (Baumgartner e Ibay, 1987).

Cuando existe presencia de NaOCl durante la irrigación de CHX se produce un precipitado naranja-café conocido como paracloroanilina (PCA) (Basrani et al., 2007; Bui et al., 2008).

Este precipitado es insoluble y difícil de remover de los conductos, obstruye los túbulos dentinarios comprometiendo la obturación; adicionalmente imparte color a la pared del conducto y causa pigmentación afectando la estética (Bui, 2008).

En un estudio dirigido por Krishnamurthy (2010) se demostró que el precipitado estaba firmemente adherido a la pared del conducto y no mostraba señales de desalojo durante el secado de los conductos, cuando se utilizó alcohol absoluto previo a la CHX no hubo evidencia del precipitado en los especímenes examinados, ya que el alcohol es volátil, tensoactivo y altamente electronegativo; lo cual le permite penetrar profundamente para remover el NaOCl residual presente en los conductos.

Se ha comprobado que la irrigación de solución salina después de utilizar NaOCl y previo a la CHX previene la formación de PCA; sin embargo el uso de esta más bien reduce pero no elimina su formación (Krishnamurthy y Sudhakaran, 2010; Mortenson et al., 2012).

Mortenson et al. (2012) compararon solución salina, ácido cítrico y EDTA como irrigantes intermedios, pero ninguno fue capaz de anular la formación de PCA, sin embargo el ácido cítrico obtuvo la menor formación del subproducto.

En un estudio realizado por Basrani (2007) se obtuvieron datos donde se muestra que la CHX al 2% reacciona con el NaOCl incluso en una concentración menor (0.023%); si se aumenta la concentración, el color se va oscureciendo y el precipitado se va engrosando.

III. Fundamentación teórica

Haapasalo (2010) y Zehnder (2006), mencionan que una irrigación ideal consta del uso combinado de dos o más irrigantes utilizados en un orden específico, entre los cuales destacan:

III.1 Hipoclorito de sodio

Es el irrigante más comúnmente utilizado en endodoncia debido a su capacidad de disolver tejidos y sus propiedades antimicrobianas (Estrela et al., 2002), además de desnaturalizar proteínas (Yang y Bae, 2002) y ayudar en el desbridamiento de los conductos radiculares (Mccomb y Smith, 1975).

Su habilidad germicida está relacionada con la formación de ácido hipocloroso cuando entra en contacto con debris orgánico; en altas concentraciones es tóxico y causa inflamación periapical, mientras que en bajas concentraciones es ineficiente contra microorganismos específicos (Holland et al., 1992).

Su efecto es corto, y no tiene sustentividad antimicrobiana (White et al., 1997).

Es efectivo especialmente contra las bacterias gram negativas y positivas y contra levaduras; existen varias concentraciones que van desde 0.5%, conocida como “solución de Dakin” hasta 5.25% denominada “soda clorada” (Rutala et al; 1998).

Su eficacia está influenciada por diferentes situaciones como: concentración, tiempo de exposición, pH, temperatura e interacción con otras sustancias presentes en el SCR. (Macedo et al., 2010).

Sin embargo también posee ciertas desventajas: su uso en altas concentraciones incrementa la degradación de colágeno, disminuye la resistencia a la flexión de la dentina (Zhang et al., 2010) y es incapaz de eliminar el lodo dentinario (Scelza et al., 2003; Yadav et al., 2015).

III.2 Clorhexidina

Es un agente antimicrobiano que surgió como un potente irrigante y como medicamento intraconducto para ser utilizado durante el tratamiento endodóntico en dientes con periodontitis apical; como irrigante, la CHX ha demostrado tener una efectividad antimicrobial comparable con el NaOCl (Vahdaty et al., 1993; Jeansonne y White, 1994; Vianna et al., 2004, 2006; Ruff et al., 2006).

Incluso ha sido sugerida como una alternativa de solución irrigante que puede reemplazar al NaOCl (Mcdonnell y Russell, 1999) y también parece ser un prometedor agente para ser utilizado como irrigante final (Zehnder, 2006), ya que disminuye significativamente la cantidad de bacterias en los conductos radiculares que previamente se irrigaron con NaOCl durante la instrumentación (Zamany et al; 2003). Además se ha demostrado que tiene una toxicidad baja (Kuruvilla y Kamath, 1998; Leonardo et al., 1999).

La CHX está categorizada como una bisguanida catiónica (Mcdonnell y Russell, 1999), es altamente efectiva contra varias especies Gram positivas y negativas presentes en la boca, así como contra levaduras (Ohara et al., 1993; Vianna et al., 2004) y varias cepas de *E. faecalis* (Okino et al., 2004); en bajas concentraciones tiene un efecto bacteriostático y en altas concentraciones tiene un efecto bactericida, ya que parece actuar absorbiéndose en la pared celular de los microorganismos por difusión pasiva y subsecuentemente atacando la membrana citoplásmica resultando en una fuga de sus componentes intracelulares (Mcdonnell y Russell, 1999).

Su óptima actividad antimicrobiana se encuentra en un pH de 5.5 a 7.0 (Russell y Day, 1993) y este se disminuye o neutraliza en presencia de materia orgánica (Mcdonnell y Russell, 1999).

Aunque la CHX no posee la capacidad de disolver tejidos, lo cual es un beneficio obvio del NaOCl (Vahdaty et al., 1993; Okino et al., 2004), tiene algunas ventajas comparables; ha sido reportado que es menos tóxico en tejidos adyacentes (Filho et al., 2002; Öncag et al., 2003) y presenta sustentividad antimicrobiana en la dentina, lo cual puede resultar en efectos antimicrobianos residuales que van desde días hasta semanas (White et al., 1997; Leonardo et al., 1999; Okino et al., 2004; Rosenthal et al., 2004); ya que esta se absorbe y subsecuentemente se va liberando (Parsons et al., 1980). Esto puede ocurrir después de una irrigación prolongada en los conductos radiculares utilizando de 0.2% a 2% de CHX (Parsons et al., 1980; White et al., 1997; Leonardo et al., 1999).

El efecto antimicrobiano del NaOCl al 2.5% y la CHX al 2% utilizados en combinación mostraron ser mejores que utilizados individualmente (Kuruvilla y Kamath, 1998).

Aunque el uso combinado de irrigantes ha demostrado un excelente efecto antimicrobiano (Kuruvilla y Kamath, 1998), su interacción puede ser perjudicial para el éxito de la terapia endodóntica (Tay et al., 2006; Basrani et al., 2007; Bui et al., 2008; Rasimick et al., 2008).

Lo mismo sucede previo a la medicación intraconducto, ya que el medicamento interactúa con los irrigantes usados durante el tratamiento (Basrani et al., 2007).

III.3 Interacción entre irrigantes

El éxito del tratamiento de conductos se basa en la combinación de dos o más sustancias irrigantes en un orden específico para lograr una desinfección efectiva del SCR (Haapasalo et al., 2010).

Al combinar irrigantes, el irrigante que se utilizó primero no se elimina por completo y puede entrar en contacto con el siguiente; dando como resultado subproductos (Basrani et al., 2007); los cuales pueden interferir entre los materiales selladores y la superficie dentinaria comprometiendo así la correcta obturación del conducto radicular (Bui et al., 2008).

Se han propuesto distintos protocolos de irrigación que combinan una o más sustancias, uno de estos incluye el NaOCl para eliminar el tejido orgánico, EDTA para suprimir el lodo dentinario y el uso de CHX para incrementar el espectro antimicrobiano y brindar sustentividad durante el tratamiento (Zehnder, 2006).

Sin embargo al interaccionar el EDTA y el NaOCl resulta una reacción exotérmica con formación de gas de cloro, el cual es un producto dañino que disminuye la cantidad de hipoclorito para disolver tejido y de igual forma disminuye su actividad antimicrobiana (Prado et al., 2013).

Debido a esto se sugiere irrigar con NaOCl después de utilizar EDTA para enjuagar el remanente y asegurar el efecto del mismo (Grawehr et al., 2003). Aunque se ha demostrado que el utilizar NaOCl posterior a este produce desgaste en las paredes del conducto (Stojicic et al., 2010). Sin embargo, el NaOCl no interfiere con la acción quelante del EDTA (Grawehr et al., 2003).

En cambio si se combina EDTA y CHX da como resultado un precipitado de color blanco, el cual es producto de la degradación de la CHX por una reacción ácido-base (Rasimick et al., 2008).

III.4 Paracloroanilina

Es un precipitado insoluble resultado de la interacción entre el NaOCl y la CHX, es de color café anaranjado y actúa como un lodo dentinario capaz de ocluir los túbulos dentinarios, el cual puede afectar la permeabilidad dentinaria, el sellado coronal, la difusión de los medicamentos intraconducto y el sellado de la obturación; además puede ocasionar coloración del órgano dental afectando la estética del mismo (Vivacqua et al; 2002).

Su fórmula molecular de acuerdo al análisis de espectrometría de masas es $\text{NaC}_6\text{H}_4\text{Cl}$ (Basrani et al., 2007).

Se forma debido a la reacción ácido-base entre el NaOCl y la CHX al 2%, que incluso en una concentración mínima de NaOCl se puede formar debido a que la CHX es un ácido dicatiónico (pH 5.5-6.0) y tiene la habilidad de ceder protones, el NaOCl es alcalino y puede recibir protones de la CHX (Basrani et al., 2007); lo cual provoca que las moléculas de clorhexidina se hidrolicen en fragmentos más pequeños, formando subproductos por el intercambio de protones y este es el principal de ellos (Basrani et al., 2007).

Es importante mencionar que la cantidad de este precipitado es directamente proporcional con el incremento en la concentración de NaOCl (Basrani et al., 2007).

Además es citotóxico, lo cual causa preocupación en caso de una filtración (Basrani et al., 2003) ya que su exposición en periodos cortos para humanos da como resultado cianosis, lo cual es un indicativo de formación de metahemoglobinemia (Chhabra et al., 1991).

Chhabra et al. (1991) dirigieron un estudio de 90 días y encontraron formación de metahemoglobinemia junto con anemia hemolítica, hematopoyesis extramedular y esplenomegalia; lo cual era indicativo de toxicidad eritrocitaria y anemia

regenerativa en ratas y ratones; esto debido a que el sistema hematopoyético es el blanco ideal para la PCA.

También se ha demostrado que la CHX por sí sola llega a hidrolizarse espontáneamente y crear PCA en presencia de calor, luz y en un ambiente alcalino; arriba de los 45°C se produce PCA como subproducto de la CHX, por lo tanto se sugiere no utilizar ultrasonido en presencia de esta (Basrani et al., 2007).

De igual forma se debe prestar atención en el almacenamiento de la CHX, ya que se ha encontrado PCA en soluciones de CHX al 2% que se almacenaron en un periodo de 7 días en condiciones de 95% de humedad relativa y 36.5°C (Barbin et al., 2008).

Para evitar la formación de este precipitado se han propuesto diferentes irrigantes entre el NaOCl y la CHX (Gasic et al., 2012) .

III.5 Irrigantes intermedios

Pueden utilizarse entre los irrigantes principales o antes de colocar medicación intraconducto ya sea para lavar, disolver o eliminar el irrigante residual antes de usar un irrigante distinto para prevenir las interacciones entre ellos dentro del SCR (Rahimi et al., 2014).

Algunos de los irrigantes propuestos son: solución salina, peróxido de hidrógeno, peróxido de urea y compuestos a base de yodo; todos ellos, exceptuando los últimos mencionados, carecen de acción antibacteriana y no poseen la cualidad de disolver tejido (Haapasalo et al., 2010).

III.5.1 Solución salina

Es una solución para perfusión perteneciente al grupo de medicamentos de soluciones intravenosas, se utiliza para reemplazar el agua, las sales de sodio y de cloruro (Rojas, 2019).

Ha sido recomendada como un irrigante que minimiza la irritación y la inflamación en los tejidos y se ha demostrado que expulsa los detritos de los conductos con tanta efectividad como el NaOCl (Leonardo, 2005).

Siqueira et al. (1999) observaron una disminución en la cantidad de bacterias presentes en los conductos infectados por *E. faecalis* utilizando tres técnicas de instrumentación diferentes, usando como irrigante la solución salina.

III.5.2 Alcohol

Es un compuesto orgánico que posee un grupo funcional hidroxilo unido a un radical alifático (Chang, 2011).

Se considera un desinfectante de nivel intermedio puesto que no posee acción sobre esporas ni micobacterias, sin embargo es capaz de eliminar algunos virus no encapsulados, hongos, bacterias gram positivas y gram negativas (Keen et al., 2010).

Su efecto bactericida radica en destruir la membrana celular y desnaturalizar proteínas; actúa en un periodo corto de tiempo, desde los 15 segundos ya empieza a provocar daño microbiano que puede permanecer por varias horas (Sánchez et al., 2005).

El alcohol etílico o etanol se utiliza en concentraciones desde 60° GL a 96° GL y el alcohol isopropílico va desde 70° GL a 90 ° GL, sus usos son idénticos; sin embargo

el etanol es menos agresivo y actúa con eficacia contra virus y el isopropílico es más agresivo y más efectivo contra bacterias (Sánchez et al., 2005).

Es un agente volátil, tensioactivo y electronegativo capaz de ingresar en los túbulos dentinarios; estas propiedades permiten eliminar el hipoclorito residual remanente dentro del conducto radicular (Krishnamurthy y Sudhakaran, 2010).

De igual forma provoca la deshidratación del tejido dentinario mediante la sustitución de agua que se encuentra unida al colágeno; esto provoca la contracción de la dentina y por lo tanto se ven afectados los módulos de tracción y fuerza (Pashley et al., 2003). Esta deshidratación es reversible siempre y cuando se aplique agua (Nalla et al., 2006).

Ha sido sugerido como irrigante intermedio para impedir la formación de PCA, pero se necesitan más estudios para comprobar su eficacia y compatibilidad con los tejidos periapicales (Krishnamurthy y Sudhakaran; 2010).

IV. Hipótesis

Hipótesis de trabajo

La solución salina al 0.9% evita la formación de paracloroanilina en el conducto radicular mientras que el alcohol etílico a 96°GL no.

Hipótesis nula

El alcohol etílico a 96° GL evita la formación de paracloroanilina en el conducto radicular mientras que la solución salina al 0.9% no.

V. Objetivos

V.1 Objetivo general

Determinar que sustancia evita la formación de paracloroanilina en el conducto radicular; la solución salina al 0.9% o el alcohol etílico a 96° GL.

V.2 Objetivos específicos

Identificar si la solución salina al 0.9% evita la formación de paracloroanilina en el conducto radicular.

Identificar si el alcohol etílico a 96° GL evita la formación de paracloroanilina en el conducto radicular.

Comparar los resultados de ambas sustancias para determinar cual evita la formación de paracloroanilina en el conducto radicular.

VI. Material y métodos

VI.1 Tipo de investigación

Experimental *in vitro*

VI.2 Universo

Órganos dentales unirradiculares humanos extraídos por indicación ortodóncica, problemas periodontales o por indicación protésica; los cuales se consiguieron por donación de los pacientes posterior a su extracción.

VI.3 Muestra

48 órganos dentales que cumplieron con los criterios de inclusión.

Posteriormente se dividieron en tres grupos dependiendo del tipo de irrigante intermedio a utilizar.

VI.3.1 Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Órganos dentales unirradiculares
- Órganos dentales extraídos por indicación ortodoncica
- Órganos dentales extraídos por enfermedad periodontal
- Órganos dentales extraídos por indicaciones protésicas
- Órganos dentales con ápices cerrados
- Órganos dentales con conductos únicos
- Órganos dentales con ausencia de caries

Criterios de exclusión

- Órganos dentales con reabsorciones de cualquier tipo
- Órganos dentales con resinas, amalgamas, coronas, postes o incrustaciones
- Órganos dentales tratados previamente
- Órganos dentales con presencia de calcificaciones
- Órganos dentales con presencia de fracturas y/o fisuras
- Órganos dentales con malformaciones radiculares

Criterios de eliminación

- Órganos dentales que se hayan fracturado mientras se realizaba el procedimiento
- Órganos dentales con instrumentos fracturados mientras se realizaba el procedimiento

VI.3.2 Variables estudiadas

La variable dependiente se denominó “Evitar la formación de paracloroanilina” la cual se definió conceptualmente como: impedir la combinación entre el NaOCl y la CHX”.

Operacionalmente se definió de la siguiente forma: se observó a través de un microscopio estereoscópico cortes longitudinales de órganos dentales unirradiculares del conducto radicular, esta observación se realizó en tres grupos diferentes; grupo paracloroanilina, grupo solución salina y grupo alcohol etílico.

- El primer grupo se irrigó con NaOCl al 5.25% y CHX al 2% sin irrigante intermedio y se observó al microscopio.
- El segundo grupo se irrigó con NaOCl al 5.25% y CHX al 2%; utilizando como irrigante intermedio la solución salina al 0.9% y se observó al microscopio
- El tercer grupo se irrigó con NaOCl al 5.25% y CHX al 2%; utilizando alcohol etílico a 96° GL como irrigante intermedio y se observó al microscopio

Cada observación se realizó posterior a la instrumentación e irrigación que le corresponde a cada grupo.

Se tomaron fotografías de cada mitad de órgano dental y posteriormente se analizaron en un programa digital para medir la saturación de color del precipitado en el conducto radicular.

Esta variable se denominó cuantitativa, con escala de medición continua en micrometros cuadrados.

Existen dos variables dependientes, la primera se denominó “Solución Salina al 0.9%” y esta se definió como: líquido isotónico compuesto de agua y sal; operacionalmente se definió mediante la utilización de 2.5 ml de solución como irrigante intermedio en el grupo “solución salina” a presión constante y fluida.

Esta variable se considero cualitativa, con escala de medición continua en mililitros.

La segunda variable dependiente se denominó “alcohol etílico a 96° GL”, su definición conceptual es: Líquido incoloro e inflamable; también llamado etanol; operacionalmente se definió como la utilización de 2.5 ml de alcohol como irrigante intermedio en el grupo “alcohol etílico” a presión constante y fluida.

Esta variable se considero cualitativa, con una escala de medición continua en mililitros.

VI.4 Técnicas e instrumentos

Durante el proceso de investigación se empleo un microscopio estereoscópico (Stemi 305, Zeiss) para amplificar el corte realizado y lograr ver la pigmentación en el conducto radicular de cada mitad de órgano dental.

Posteriormente se tomó una fotografía de cada mitad con el programa Snap 348-ZEN 2 lite y después se analizó cada fotografía en el programa Image J, el cual nos permitió medir la cantidad de saturación de color anaranjado presente cada conducto radicular.

Los resultados de cada órgano dental se registraron en el programa Microsoft Excel y a partir de aquí se realizó el análisis estadístico con el programa Graph Pad Software Inc.

VI.5 Procedimientos

Se dividió en tres fases para su realización:

Fase de recolección y preparación de muestras

1. Se recolectaron 48 órganos dentales unirradiculares humanos



Figura 1: Órgano dental
sin cálculo ni
placadentobacteriana

2. Se limpiaron con agua corriente
3. Se realizó remoción de cálculo y placa dentobacteriana con cavitrón (Varios 350 NSK) (Figura1)
4. Se retiró la corona clínica a nivel de UCE utilizando fresas de diamante troncocónicas de banda azul (TR-25, Grupreysa) (Figura 2)



Figura 2: Órgano
dental sin corona a
nivel de UCE



Figura 3: Determinación de la conductometría

5. Se almacenaron en una mezcla de agua y de NaOCl al 0.01% hasta su utilización

6. La conductometría de cada órgano dental se determinó con lima manual calibre #10 (Dentsply Maillefer. Ballaigues, Suiza), insertándola dentro del conducto hasta que la lima sobresalió del foramen apical (Figura 3)

7. Se colocó una bolita de cera rosa en el ápice para evitar la extrusión del irrigante (Figura 4)

8. Cada órgano dental se instrumentó con limas manuales calibre #10, #15 y

#20 (Dentsply Maillefer. Ballaigues, Suiza) hasta longitud de trabajo (-2 mm de la conductometría determinada) (Figura 5)

9. Posteriormente se instrumentaron con limas rotatorias (AF Fanta Gold 25 mm, Fanta Dental Materials. Xuhui, Shangai) a la longitud de trabajo (-2 mm de la conductometría determinada) hasta ISO 30 (Figura 6)

10. Se utilizó NaOCl al 5.25% (Clorox 1 litro, The Clorox Company. Oakland) como irrigante entre cada recambio de lima manual y lima rotatoria, se irrigaron 2.5 ml a presión constante y fluida

11. Al final de la instrumentación se realizó una última irrigación con NaOCl al 5.25% (Clorox 1litro, The Clorox Company. Oakland) 2.5 ml



Figura 4: Colocación de cera en el ápice



Figura 5: Estableciendo la longitud de trabajo



Figura 6: Instrumentación rotatoria

Fase experimental

12. Se dividieron en tres grupos los órganos dentales; el primer grupo se denominó "Grupo Paracloroanilina", el segundo "Grupo solución salina" y el tercero "Grupo alcohol"
13. El **primer grupo** se irrigó con CHX al 2% (Consepsis, Ultradent products, INC. South Jorda, Utah) 2.5 ml
14. Posteriormente se secó el conducto radicular con puntas de papel absorbentes calibre 30 (Hygenic, Coltene) (Figura 7)
15. El **segundo grupo** se irrigó con solución salina al 0.9% (Inyectable, Solución CS-PiSA) 2.5 ml
16. Después este mismo grupo se irrigó con CHX al 2% (Consepsis, Ultradent products, INC. South Jorda, Utah) 2.5 ml
17. Se seco el conducto radicular con puntas de papel absorbentes calibre 30 (Meta Biomed, United Kingdom) (Figura 7)
18. El **tercer grupo** se irrigó con alcohol etílico sin desnaturalizar a 96° GL (CH, Jalisco) 2.5 ml
19. Después este mismo grupo se irrigó con CHX al 2% (Consepsis, Ultradent products, INC. South Jorda, Utah) 2.5 ml
20. Se secó el conducto radicular con puntas de papel absorbentes calibre 30 (Hygenic, Coltene) (Figura 7)

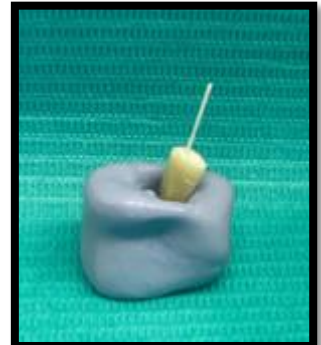


Figura 7: Secado con puntas de papel de papel

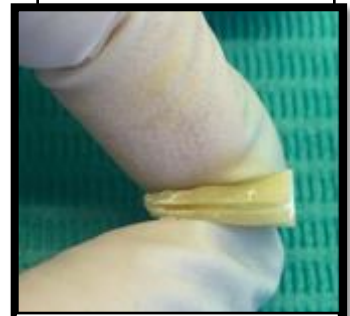


Figura 8: Ranura longitudinal



Figura 9: OD seccionado a la mitad

Fase de interpretación de resultados

21. Se realizó una ranura longitudinal en cada órgano dental de vestibular a lingual con disco de diamante (Grupreysa) procurando no llegar al conducto radicular (Figura 8)
22. Se utilizó un cincel (1/2 pulgada de acero, Truper) y martillo (10 oz, Pretul) para dividir las raíces (Figura 9)
23. Se vio solamente una mitad al microscopio estereoscópico (Stemi 350, Zeiss) (Figura 10)
24. Posteriormente se enfocó cada mitad de órgano dental para capturar una fotografía con el programa Snap 348-ZEN 2 lite de cada grupo (Figura 11)



Figura 10: Observación al microscopio

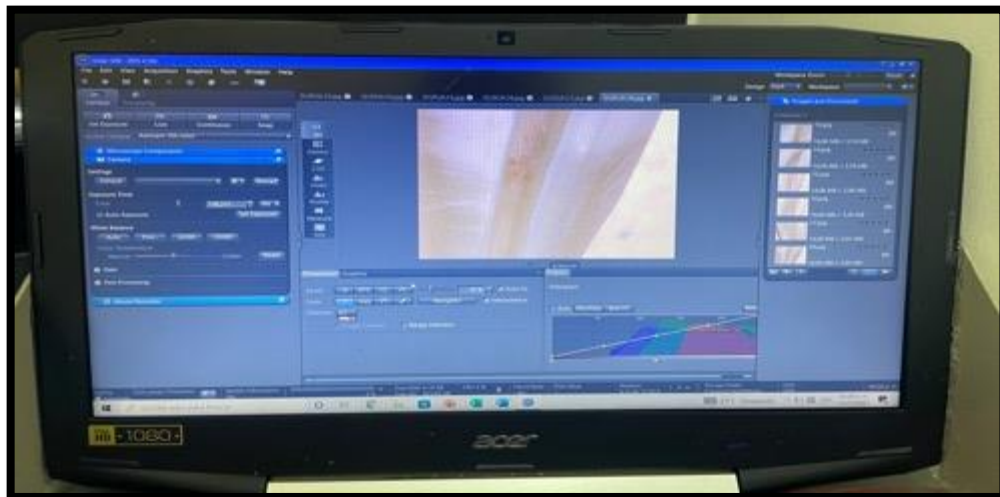


Figura 11: Captura de fotografía con el programa Snap 348-ZEN 2

25. Se procesaron las fotografías en el programa Image J (Figura 12)

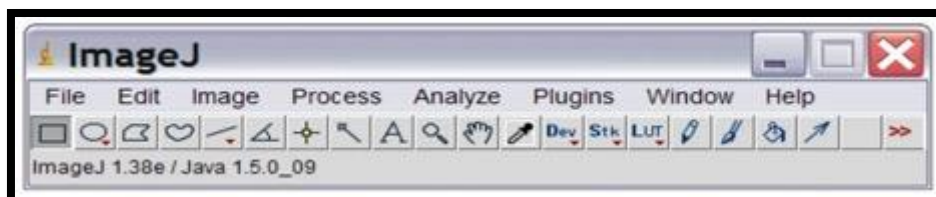
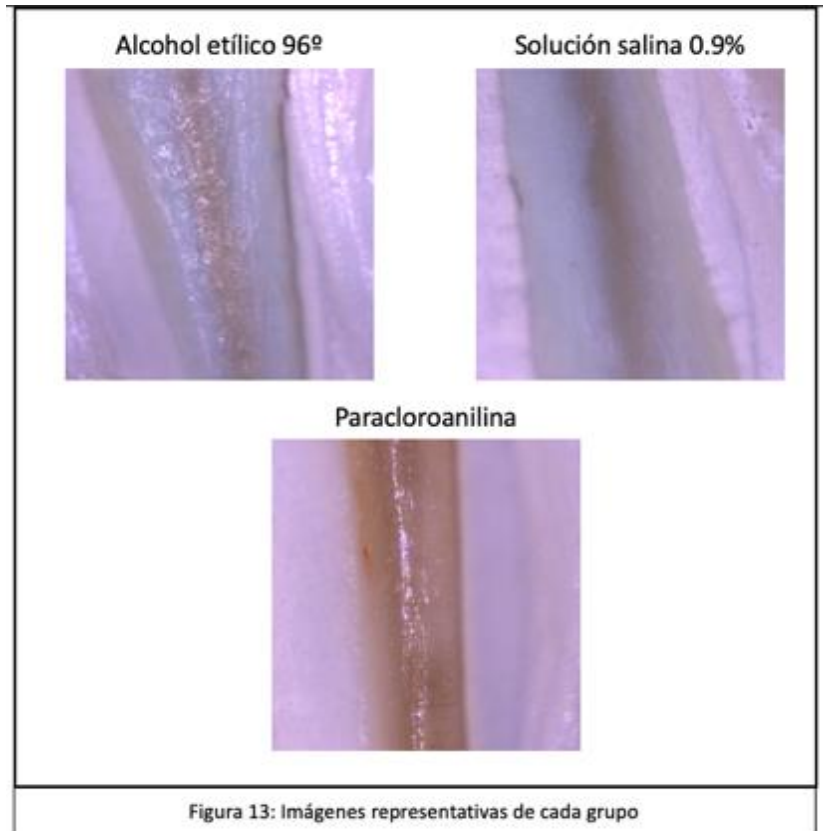


Figura 12: Programa Image J

26. Se seleccionó la imagen a analizar (Figura 13)



27. Posteriormente se calibró la escala en la que se trabajó mediante la medición de una regla endodóntica, la cual se midió 10 veces continuas para establecer un promedio de medida (Figura 14)



28. Posteriormente el valor obtenido se registro y en cada inicio de sesión se volvió a establecer mediante la función analizar, establecer escala, en el apartado pixeles se escribió 1766.109, en la distancia conocida se escribió 1000, en el aspecto del pixel se escribió 1.0, se seleccionó la opción global y esto nos dio la escala 1.7661 pixeles/micrometros (Figura 15)

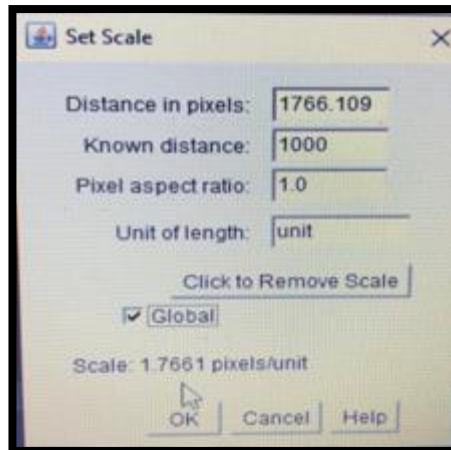


Figura 15: Estableciendo la escala

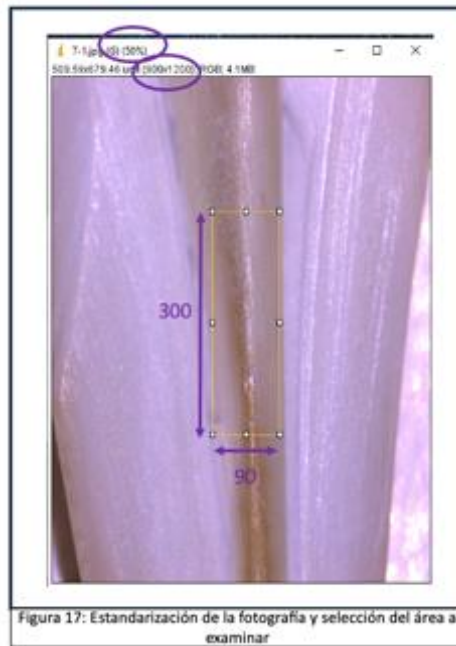
29. Una vez obtenida la escala deseada se procedió a ajustar cada fotografía a un tamaño uniforme, en el apartado imagen se seleccionó la opción ajustar, después tamaño y se estandarizaron a 900x1200, se seleccionó la opción "promedio" (Figura 16)

30. Ya establecida la medida, cada ventana se ajusto al 50% solo acercando o alejando la fotografía (Figura 16)

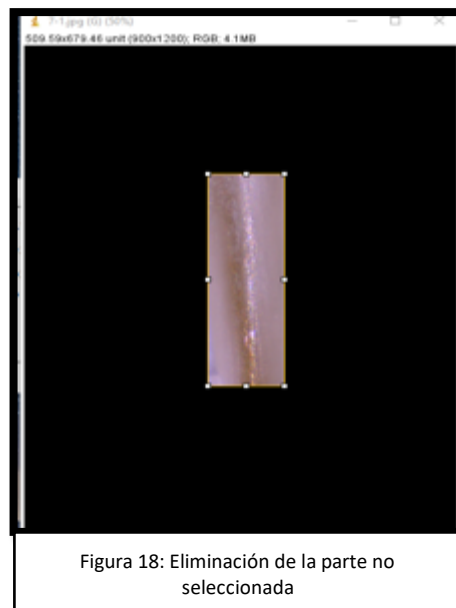


Figura 16: Ajuste de tamaño

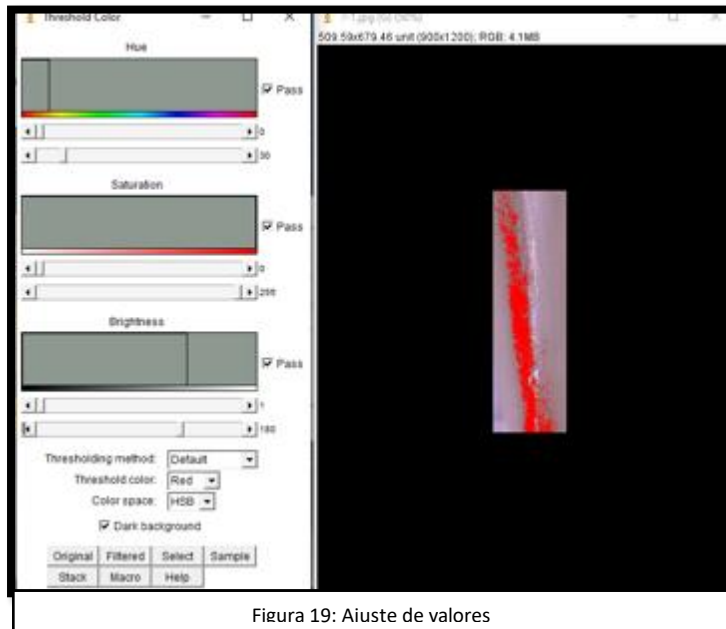
31. Después se continuó con el análisis de saturación de color, se seleccionó primero el área de la fotografía a analizar, en este caso todas las muestras se estandarizaron en un rectángulo con medidas 90x300 en cual abarca el eje mayor longitudinal de cada conducto y de igual forma solo se analizó el conducto radicular (Figura 17)



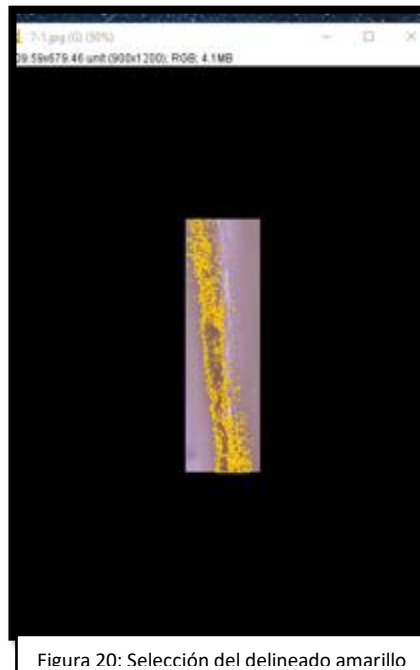
32. Se eliminó la parte que no fue seleccionada (Figura 18)



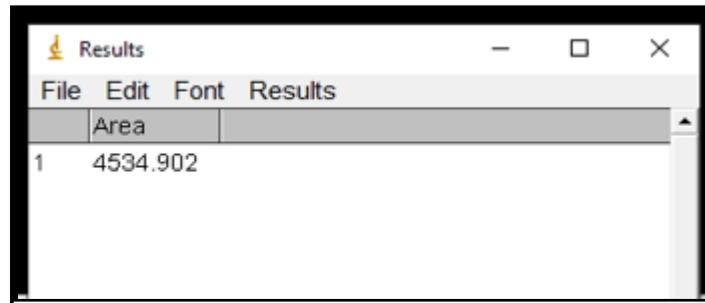
33. Se seleccionó la opción imagen, después ajustar, umbral de color. En el apartado tono se seleccionaron los valores de 0-33, en la saturación se seleccionó de 0-255 y en el brillo se determinó de 1-180. De igual forma se seleccionó las opciones default, rojo y HSB, se palomeó la opción fondo negro. (Figura 19)



34. Se seleccionó y esto dio un delineado amarillo (Figura 20)



35. Posteriormente se presiono la letra M del teclado y esto dio la medida en micrometros cuadrados de la saturación del color anaranjado en los conductos radiculares (Figura 21)



The image shows a screenshot of a software window titled 'Results'. The window has a menu bar with 'File', 'Edit', 'Font', and 'Results'. Below the menu bar is a table with one column labeled 'Area'. The table contains one row of data with the value '4534.902'.

	Area
1	4534.902

Figura 21: Medición en micrometros cuadrados

36. Una vez obtenidos los datos de cada imagen de cada grupo se ingresaron al programa Microsoft Excel

37. Para así finalizar con el análisis de datos en el programa Graph Pad Software Inc.

VI.5.1 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó primeramente con el análisis de varianza (ANOVA) en el programa Graphpad Software Inc; en el cual se obtuvo un valor de p menor a 0.0001 y posteriormente se realizó el análisis estadístico *Post Hoc* (Prueba de Tuckey's) para la significación estadística.

VI.5.2 Consideraciones éticas

Los órganos dentales utilizados se consiguieron por medio de donaciones de los pacientes posterior a sus extracciones

Y al terminar el estudio de este protocolo de investigación se dispusieron de manera adecuada.

VII. Resultados

Los resultados de la formación de paracloroanilina de los tres grupos de estudio (paracloroanilina, alcohol etílico, solución salina) se muestran en el cuadro 1. Se observa una diferencia significativa en el grupo alcohol y solución salina.

Cuadro 1. Comparación de la formación de paracloroanilina con diferentes irrigantes intermedios en micrometros cuadrados

Paracloroanilina (n=16)	Alcohol (n=16)	Solución Salina (n=16)	Valor de p
X ± DE (Rango)			
21,417.52 ± 3,881.32 (14,267.71 – 25,924.13)	9,302.52 ± 4,852.73 (1,004.76 – 14,522.59)	3,721.50 ± 2,217.27 (1,131.72 - 8,280.49)	<0.0001*

X: Promedio; DE: Desviación estándar.

*: Prueba de ANOVA

En el cuadro 2 se muestra el análisis estadístico realizado *post hoc* en donde se observa una diferencia significativa entre cada grupo.

Cuadro 2. Comparación de la formación de paracloroanilina *Post Hoc* entre grupos.

Grupo 1	Grupo 2	Valor de p
PCA	Alcohol	<0.0001
PCA	Solución Salina	<0.0001
Alcohol	Solución Salina	<0.0001

Prueba de Tukey's

VIII. Discusión

Cada tratamiento de conductos debe individualizarse para cada caso clínico en específico, sin embargo todos tienen en común los siguientes objetivos (Bystrom y Sundqvist, 1981):

1. Ausencia de microorganismos dentro del SCR.
2. Fomentar la reparación de los tejidos apicales.
3. Proporcionar una buena estructura remanente para su rehabilitación.
4. No afectar los tejidos adyacentes.

Para esto Kuruvilla y Kamath en 1998, Vianna et al en el 2004, Zehnder en el 2006 y Vianna y Gomes en el 2009 propusieron la combinación del NaOCl y CHX como parte del protocolo de desinfección química durante el tratamiento de conductos, los cuales ayudan a disminuir de forma significativa la microbiota intraconducto.

No obstante, al utilizar estos dos antimicrobianos se forma un precipitado de sal insoluble debido a la interacción ácido-base entre ellos, que incluso en una concentración mínima de NaOCl se puede formar; el cual se denomina paracloroanilina (Basrani et al., 2007).

En el estudio realizado por Vianna (2006) demostró que el precipitado parece eliminar más rápidamente el *E. faecalis* que las concentraciones más bajas de NaOCl combinadas con CHX; una posible explicación sería que grandes cantidades de PCA producen fuertes cambios en los medios líquidos, lo que lleva a una muerte microbiana más rápida, además que varios microorganismos no pueden crecer en ambientes con PCA y solo unas pocas especies son capaces de metabolizarlo.

También se ha propuesto que este subproducto es tóxico para el organismo (Boenhcke et al; 2003) el cual puede obstruir los túbulos dentinarios (Bui et al; 2008); también se ha comprobado que es capaz de ser carcinogénico para el humano (Boenhcke et al; 2003).

Mortenson et al. (2012) compararon solución salina, ácido cítrico y EDTA utilizados a manera de irrigantes intermedios, ninguno de ellos evitó la formación de PCA, sin embargo el ácido cítrico logró una menor formación del subproducto.

En el presente protocolo se evaluaron dos diferentes irrigantes, entre los cuales uno de ellos fue la solución salina, el cual es coincidente con Riquelme et al. (2015) en su estudio *ex vivo*, en el se evaluó la efectividad de la solución salina versus el agua destilada al ser utilizados como irrigantes intermedios entre el NaOCl al 5% y CHX al 2% y determinaron al igual que en este protocolo que los niveles de PCA disminuyen cuando se utiliza la solución salina como irrigante intermedio.

Krishnamurty y Sudhakaran (2010), en su estudio *ex vivo*, examinaron con estereomicroscopia la formación de paracloroanilina cuando se utilizaron 5 ml de diferentes irrigantes intermedios; en los conductos irrigados con alcohol absoluto (100°), no hubo existencia del subproducto y del mismo modo, la solución salina y el agua destilada minimizaron su formación.

En el estudio realizado por Short et al. (2003), se utilizó alcohol absoluto como irrigante intermedio y demostró impedir la formación del precipitado.

Magro et al. (2015) evaluaron la eficacia del alcohol isopropílico, solución salina y el agua destilada para evitar la formación de PCA; llegaron a la conclusión que ninguno evitó la formación del precipitado el conducto radicular.

Dias et al. (2014) recomiendan utilizar alcohol etílico como irrigante intermedio, ya que este posee una tensión superficial baja, es volátil y electronegativo; lo cual permite disolver el hipoclorito de sodio y promover su evaporación.

En este protocolo el segundo irrigante utilizado fue el alcohol etílico a 96° GL y aunque no existen estudios comparativos con este tipo de solución a esta concentración si mostró una disminución en la formación del precipitado.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este protocolo; se sugiere cualquiera de los dos irrigantes evaluados (solución salina al 0.9% o alcohol etílico a 96° GL) evitan la formación de PCA de manera efectiva; siendo la solución salina el que tuvo un mejor desempeño.

Con respecto al análisis de la presencia de PCA en el conducto radicular, Orhan et al; (2016) demostraron diferentes métodos para su comprobación; como la espectroscopía por resonancia nuclear magnética (Thomas y Sem, 2010), la espectrometría de masas (Prado et al; 2013) y la cromatografía de gases (Mortenson et al; 2012).

Bui et al. (2008) realizaron un estudio en el cual utilizaron técnicas e instrumentos similares a los de este protocolo, ellos evaluaron el efecto de la combinación de NaOCl con la CHX en la dentina radicular y en los túbulos dentinarios; ellos utilizaron un microscopio electrónico de barrido y un editor de imágenes por computadora (Photoshop CS2) y comprobaron que el precipitado tiende a ocluir los túbulos dentinarios

En el presente protocolo se empleó un programa de procesamiento digital de imagen por computadora llamado Image J, en el cual se analizó la pigmentación presente en los conductos radiculares; para esto se determinaron los valores de tono, saturación y brillo para identificar el color naranja-café característico de la paracloroanilina.

Se decidió utilizar esta alternativa de análisis puesto que no se buscó comprobar la presencia del precipitado o sus componentes, sino evaluar la concentración de pigmentación en los conductos radiculares con los diferentes irrigantes estudiados; esto quiere decir que a mayor valor obtenido significa que el precipitado no se eliminó completamente y a menor resultado obtenido significa que el irrigante utilizado impidió la formación de la paracloroanilina.

Por lo tanto el estudiar estos diferentes irrigantes intermedios da oportunidad de usarlos en la práctica diaria y llevar a cabo el protocolo de desinfección adecuado en cada tratamiento de conductos con el fin de minimizar el riesgo de combinar irrigantes y formar subproductos potencialmente peligrosos para el bienestar del paciente

IX. Conclusión

El utilizar solución salina al 0.9% o alcohol etílico a 96° GL como irrigantes intermedios disminuyen significativamente la formación de paracloroanilina en el conducto radicular, siendo la solución salina el irrigante intermedio con menor formación de este precipitado.

X. Propuestas

1. Se propone investigar más a fondo la interacción química entre el hipoclorito de sodio y la clorhexidina, junto con el EDTA, así se estaría evaluando el protocolo sugerido en cada tratamiento.
2. De igual forma buscar algún otro irrigante intermedio o proceso que pueda evitar en mayor medida la formación de la paracloronilina.
3. También se podría investigar si alguno de las soluciones estudiadas en este protocolo podría funcionar como irrigante final y obtener los mismos resultados presentados.

XI. Bibliografia

Akisu, E., Tomita, V. S., Gavini, G., & Poli de Figueiredo, J. A. (2010). Effect of the Combination of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine on Dentinal Permeability and Scanning Electron Microscopy Precipitate Observation. *Journal of Endodontics*. 36(5), 847–850. <https://doi:10.1016/j.joen.2009.11.019>

Barbin, L. E., Saquy, P. C., Fernandes, D., Guedes, C., Damião Sousa-Neto, M., Estrela, C., & Pécora, J. D. (2008). Determination of para-Chloroaniline and Reactive Oxygen Species in Chlorhexidine and Chlorhexidine Associated with Calcium Hydroxide. *Journal of Endodontics*, 34(12), 1508–1514. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.08.032>

Basrani, B., Manek, S., Sodhi, R. N. S., Fillery, E., & Manzur, A. (2007). Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *Journal of Endodontics*. 33(8), 966–969. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.04.001>

Basrani, B., Tjäderhane, L., Miguel Santos, J., Pascon, E., Grad, H., Lawrence, H. P., Friedman, S., & Scotia, N. (2003). Efficacy of chlorhexidine and calcium hydroxide containing medicaments against *Enterococcus faecalis* in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 96(5), 618–642. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(03\)00166-5](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(03)00166-5)

Baumgartner, J. C., & Ibay, A. C. (1987). The chemical reactions of irrigants used for root canal debridement. *Journal of Endodontics*. 13(2), 47–51. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(87\)80153-X](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(87)80153-X)

Boehncke, A; Kielhorn, J; Konnecker, G; Pohlenz-Michel, & C; Mangelsdorf. (2003). 4-Chloroaniline. *World Health Organization*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42605>

Bui, T. B., Craig Baumgartner, J., & Mitchell, J. C. (2008). Evaluation of the Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate and its Effect on Root Dentin. *Journal of Endodontics*. 34(2), 181–185. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.11.006>

Bystrom, A., & Sundqvist, G. (1981). Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Journal of Dental Research*. 89(4), 321–328. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1981.tb01689.x>

Chang, R. (2011). *Fundamentos de química (1era ed.)*. McGraw-Hill Interamericana.

Chhabra, R. S., Huff, J. E., Haseman, J. K., Elwell, M. R., & Peters, A. C. (1991). Carcinogenicity of p-chloroaniline in rats and mice. *Food and Chemical Toxicology*, 29(2), 119–124. [https://doi.org/10.1016/0278-6915\(91\)90166-5](https://doi.org/10.1016/0278-6915(91)90166-5)

Dalton, B. C., Phillips, C., Pettiette, M., & Trope, M. (1998). Bacterial Reduction with Nickel-Titanium Rotary Instrumentation. *Journal of Endodontics*. 24(11), 763–767. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(98\)80170-2](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(98)80170-2)

Delany, G. M., Patterson, S. S., Miller, C. H., & Newton, C. W. (1982). The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 53(5), 518-523. [https://doi:10.1016/0030-4220\(82\)90469-8](https://doi:10.1016/0030-4220(82)90469-8)

Dias, K;Soares, J; Steier, L; Versiani, M; Rached-Júnior, F; Pécora, J; Silva-Sousa, Y; & de Sousa-Neto, M. (2014). Influence of drying protocol with isopropyl alcohol on the bond strength of resin-based sealers to the root dentin. *Journal of Endodontics*. 40(9), 1454-1458. <https://doi: 10.1016/j.joen.2014.02.021>

Ercan, E; Ozekinci, T; Atakul, F; & Gül, K. (2004). Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study. *Journal of Endodontics*. 30(2), 84-87. [https://doi: 10.1097/00004770-200402000-00005](https://doi.org/10.1097/00004770-200402000-00005)

Estrela, C., Barbin, E. L., Spanó, J. C. E., Marchesan, M. A., & Pécora, J. D. (2002). Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian Dental Journal*. 13(2), 113–117. <https://doi.org/10.1590/S0103-64402002000200007>

Gasic, J; Popovic, J; Zivković, 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. (2012). *Microscopy Research & Techique*. 75(8). 1099-1103. <https://doi: 10.1002/jemt.22036>

Gomes, B., Souza, S; Ferraz, C., Teixeira, F, Zaia, A., Valdrighi, L., & Souza-Filho, F. (2002). Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *International Endodontic Journal*. 36(4), 267–275. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2003.00634.x>

Gonzalez-Lopez, S; Camejo-Aguilar, D; Sanchez-Sanchez, P; & Polanos-Carmona, V. (2006). Effect of CHX on the decalcifying effect of 10% citric acid, 20% citric acid, or 17% EDTA. *Journal of Endodontics*. 32(8), 781-784. <https://doi: 10.1016/j.joen.2006.02.006>

Grawehr, M; Sener, B; Waltimo, T; & Zehnder, M. (2003). Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *International Endodontic Journal*. 36(6), 411-417. <https://doi: 10.1046/j.1365-2591.2003.00670.x>

Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., & Gao, Y. (2010). Irrigation in endodontics. *Dental Clinics of North America*. 54(2), 291–312. <https://doi.org/10.1016/J.CDEN.2009.12.001>

Hand, R. E., Smith, M. L., & Harrison, J. W. (1978). Analysis of the Effect of Dilution on the Necrotic Tissue Dissolution Property of Sodium Hypochlorite. *Journal of Endodontics*. 4(2), 60–64. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(78\)80255-6](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(78)80255-6).

Holland, R., Scares, I. J., & Scares, I. M. (1992). Influence of irrigation and intracanal dressing on the healing process of dogs' teeth with apical periodontitis. *Endodontics & Dental Traumatology*. 8(6), 223–229. <https://doi.org/10.1111/J.1600-9657.1992.TB00248.X>

Jeansonne, M. J., & White, R. R. (1994). A Comparison of 2.0% Chlorhexidine Gluconate and 5.25% Sodium Hypochlorite as Antimicrobial Endodontic Irrigants. *Journal of Endodontics*. 20(6), 276–278. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(06\)80815-0](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(06)80815-0)

Krithikadatta, J; Indira, R; & Dorothykalyani, A. (2007). Disinfection of dentinal tubules with 2% chlorhexidine, 2% metronidazole, bioactive glass when compared with calcium hydroxide as intracanal medicaments. *Journal of Endodontics*. 33(12), 1473-1476. <https://doi:10.1016/j.joen.2007.08.016>

Keen, J. N., Austin, M. K., Huang, L. S., Messing, S., & Wyatt, J. D. (2010). Efficacy of Soaking in 70% Isopropyl Alcohol on Aerobic Bacterial Decontamination of Surgical Instruments and Gloves for Serial Mouse Laparotomies. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. 49(6), 832. PMID: 21205449; PMCID: PMC2994051

Krishnamurthy, S., & Sudhakaran, S. (2010). Evaluation and Prevention of the Precipitate Formed on Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine. *Journal of Endodontics*. 36(7), 1154–1157. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.01.012>

Kuruvilla, J. R., & Kamath, M. P. (1998). Antimicrobial Activity of 2.5% Sodium Hypochlorite and 0.2% Chlorhexidine Gluconate Separately and Combined, as

Endodontic Irrigants. *Journal of Endodontics*, 24(7), 472–476.
[https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(98\)80049-6](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(98)80049-6)

Lasala, Angel. (1996). *Endodoncia* (4ta ed.). Salvat.

Leonardo, M., Filho, M., Silva, L., Filho, P., Bonifacio, K., & Ito, I. (1999). In Vivo Antimicrobial Activity of 2% Chlorhexidine Used as a Root Canal Irrigating Solution. *Journal of Endodontics*. 25(3), 167–171. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(99\)80135-6](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(99)80135-6)

Lin, S., Zuckerman, O., Weiss, E. 1, Mazor, Y., & Fuss, Z. (2003). Antibacterial Efficacy of a New Chlorhexidine Slow Release Device to Disinfect Dentinal Tubules. *Journal of Endodontics*. 29(6), 416–418. <https://doi.org/10.1097/00004770-200306000-00009>

Löe, H., & Rindom, C. (1970). The effect of mouthrinses and topical application of chlorhexidine on the development of dental plaque and gingivitis in man. *Journal of Periodontal Research*. 5(2), 79–83. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0765.1970.TB00696.X>

Malheiros, C; Marques, M; & Gavini, G. (2005). In vitro evaluation of the cytotoxic effects of acid solutions used as canal irrigants. *Journal of Endodontics*. 31(10), 746-748. doi: 10.1097/01.don.0000157994.49432.67. PMID: 16186755.

Macedo, R. G., Wesselink, P. R., Zaccheo, F., Fanali, D., & van der Sluis, L. (2010). Reaction rate of NaOCl in contact with bovine dentine: effect of activation, exposure time, concentration and pH. *International Endodontic Journal*. 43(12), 1108–1115. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2010.01785.X>

Magro, M; Kuga, M; Aranda-Garcia, A; Victorino, K; Chávez-Andrade, G; Faria, G; Keine, K; & Só, M. (2015). 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. *International Endodontic Journal*. 48(5), 478-483. [https:// doi: 10.1111/iej.12337](https://doi.org/10.1111/iej.12337)

Mccomb, D., & Smith, D. C. (1975). A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *Journal of Endodontics*. 1(7), 238–242. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(75\)80226-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(75)80226-3)

Mcdonnell, G., & Russell, A. D. (1999). Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clinical Microbiology Reviews*. 12(1), 147–179. <https://doi.org/10.1128/CMR.12.1.147>

Mortenson, D., Sadilek, M., Flake, N. M., Paranjpe, A., Heling, I., Johnson, J. D., & Cohenca, N. (2012). The effect of using an alternative irrigant between sodium hypochlorite and chlorhexidine to prevent the formation of para-chloroaniline within the root canal system. *International Endodontic Journal*, 45(9), 878–882. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2012.02048.X>

Naenni, N; Thoma, K; & Zehnder, M. (2004). Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *Journal of Endodontics*. 30(11), 785-787. <https://doi: 10.1097/00004770-200411000-00009>

Nalla, R. K., Kinney, J. H., Tomsia, A. P., & Ritchie, R. O. (2006). Role of alcohol in the fracture resistance of teeth. *Journal of Dental Research*. 85(11), 1022–1026. <https://doi.org/10.1177/154405910608501109>

Ohara, P., Torabinejad, M., & Kettering, J. D. (1993). Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *Endodontics & Dental Traumatology*. 9(3), 95–100. <https://doi.org/10.1111/J.1600-9657.1993.TB00258.X>

Okino, L. A., Siqueira, E. L., Santos, M., Bombana, A. C., & Figueiredo, J. (2004). Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *International Endodontic Journal*. 37(1), 38–41. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2004.00749.x>

Önçag, Ö., Hosgor, M., Hilmioglu, S., Zekioglu, O., Eronat, C., & Burhanoglu, D. (2003). Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. *International Endodontic Journal*, 36(6), 423–432. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2003.00673.x>

Orhan, E., Irmak, Ö., Hür, D., Yaman, B., & Karabucak, B. (2016). Does Para-chloroaniline Really Form after Mixing Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine? *Journal of Endodontics*. 42(3), 455–459. <https://doi:10.1016/j.joen.2015.12.024>

Ørstavik, D. (2019). Apical Periodontitis. In *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119272014.CH1>

Ørstavik, D., & Haapasalo, M. (1990). Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endodontics & Dental Traumatology*. 6(4), 142–149. <https://doi.org/10.1111/J.1600-9657.1990.TB00409.X>

Paquette, L., Legner, M., Fillery, E. D., & Friedman, S. (2007). Antibacterial Efficacy of Chlorhexidine Gluconate Intracanal Medication In Vivo. *Journal of Endodontics*. 33(7), 788–795. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.12.017>

Parsons, G. J., Patterson, S. S., Miller, C. H., Katz, S., Kafrawy, A. H., & Newton, C. W. (1980). Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentin specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 49(5), 455–459. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(80\)90291-1](https://doi.org/10.1016/0030-4220(80)90291-1)

Pashley, D. H., Agee, K. A., Carvalho, R. M., Lee, K. W., Tay, F. R., & Callison, T. E. (2003). Effects of water and water-free polar solvents on the tensile properties of demineralized dentin. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*. 19(5), 347–352. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(02\)00065-9](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(02)00065-9)

Peters, L. B., Wesselink, P. R., & van Winkelhoff, A. J. (2002). Combinations of bacterial species in endodontic infections. *International Endodontic Journal*, 35, 698–702. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00550.x>

Peters, O. (2004). Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review. *Journal of Endodontics*. 30(8), 559–567. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000129039.59003.9d>

Prado, M; Gusman, H; Gomes, B; & Simão, R. (2011). Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in smear layer removal when compared with EDTA and citric acid. *Journal of Endodontics*. 37(2), 255-258. <https://doi:10.1016/j.joen.2010.11.011>

Rahimi, S., Janani, M., Lotfi, M., Shahi, S., Aghbali, A., Vahid Pakdel, M., Salem Milani, A., & Ghasemi, N. (2014). A Review of Antibacterial Agents in Endodontic Treatment. *Iranian Endodontic Journal*. 9(3), 161-168 <https://doi.org/10.22037/iej.v9i3.5086>

Rasimick, B. J., Nekich, M., Hladek, M. M., Musikant, B. L., & Deutsch, A. S. (2008). Interaction between Chlorhexidine Digluconate and EDTA. *Journal of Endodontics*. 34(12), 1521–1523. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.08.039>

Riquelme, M; Correa, V; Araya, P; Neira, M; & Yéneves, I. (2015). Water and physiological saline to prevent the formation of p-chloroaniline. *International Journal of Odontostomatology*. 9(3), 399-404. <https://doi:10.4067/S0718-381X2015000300008>

- Rojas, C. (2019). La solución salina fisiológica y su alta concentración de cloruro. *Ciencia e investigación*. 22(1), 27-30. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/16812>
- Rosenthal, S., Spångberg, L., & Safavi, K. (2004). *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology*. 98(4), 488–492. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2003.07.005>
- Ruff, M., Mcclanahan, S., & Babel, B. (2006). In Vitro Antifungal Efficacy of Four Irrigants as a Final Rinse. *Journal of Endodontics*. 32(4), 331–334. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.08.017>
- Russell, A. D., & Day, M. J. (1993). Antibacterial activity of chlorhexidine. *Journal of Hospital Infection*, 25(4), 229–238. [https://doi.org/10.1016/0195-6701\(93\)90109-d](https://doi.org/10.1016/0195-6701(93)90109-d)
- Rutala, W; Cole, E; & Thomann, C. (1998). Stability and bactericidal activity of chlorine solutions. *Infection Control & Hospital Epidemiology*. 19 (5) 323-327. <https://doi: 10.1086/647822>
- Sánchez, L., Martín, N., & Guldi, D. M. (2005). Hydrogen-bonding motifs in fullerene chemistry. *Angewandte Chemie (International Ed. in English)*. 44(34), 5374–5382. <https://doi.org/10.1002/ANIE.200500321>
- Scelza, M., Teixeira, A., & Scelza, P. (2003). Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*. 95(2), 234–236. <https://doi.org/10.1067/MOE.2003.89>
- Senia, E; Marshall, F; & Rosen, S. (1971) The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. 31(1), 96-103. [https://doi: 10.1016/0030-4220\(71\)90040-5](https://doi: 10.1016/0030-4220(71)90040-5)

Short, R; Dorn, S; & Kuttler, S. (2003). The crystallization of sodium hypochlorite on gutta-percha cones after the rapid-sterilization technique: an SEM study. *Journal of Endodontics*. 29(10), 670-673. [https://doi: 10.1097/00004770-200310000-00015](https://doi.org/10.1097/00004770-200310000-00015)

Sim, T; Knowles, J; Ng, Y; Shelton, J; & Gulabivala, K. (2001). Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *International Endodontic Journal*. 34(2), 120-132. [https://doi: 10.1046/j.1365-2591.2001.00357.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2001.00357.x)

Siqueira, J; Lima, K; Magalhães ,F; Lopes, H; & de Uzeda, M. (1999). Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *Journal of Endodontics*. 25(5), 332-335. [https://doi: 10.1016/S0099-2399\(06\)81166-0](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81166-0)

Sundqvist, G., Figdor, D., Persson, S., Sjogren, U., & Australia, M. (1998). Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 85(1), 86–93. [https://doi.org/10.1016/s1079-2104\(98\)90404-8](https://doi.org/10.1016/s1079-2104(98)90404-8)

Stojicic, S; Zivkovic, S; Qian, W; Zhang, H; & Haapasalo, M. (2010). Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *Journal of Endodontics*. 36(9), 1558-1562. [https://doi: 10.1016/j.joen.2010.06.021](https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.06.021)

Tay, F., Hiraishi, N., Schuster, G., Pashley, D., Loushine, R., Ounsi, H., Grandini, S., Mazzoni, A., Donnelly, A., & King, N. M. (2006). Reduction in Antimicrobial Substantivity of MTAD After Initial Sodium Hypochlorite Irrigation. *Journal of Endodontics*. 32(10), 970–975. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.03.016>

Thomas, J; & Sem, D. (2010) An in vitro spectroscopic analysis to determine whether para-chloroaniline is produced from mixing sodium hypochlorite and chlorhexidine. *Journal of Endodontics*. 36(2), 315-317. [https://doi: 10.1016/j.joen.2009.10.028](https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.10.028)

Trepagnier, C., Madden, R., & Lazzmi, P. (1977). Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vitro endodontic irrigant. *Journal of Endodontics*. 3(5), 194–196. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(77\)80096-4](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(77)80096-4)

Vahdaty, A., Ford, T., & Wilson, R. (1993). Efficacy of chlorhexidine in disinfecting dentinal tubules in vitro. *Endodontics & Dental Traumatology*. 9(6), 243–248. <https://doi.org/10.1111/J.1600-9657.1993.TB00280.X>

Vianna, M., Gomes, B., Berber, V., Zaia, A., Ferraz, C., & de Souza-Filho, F. (2004). In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*. 97(1), 79–84. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(03\)00360-3](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(03)00360-3)

Vianna, M., Horz, H., Conrads, G., Zaia, A., Souza-Filho, F., & Gomes, B. (2007). Effect of root canal procedures on endotoxins and endodontic pathogens. *Oral Microbiology and Immunology*. 22(6), 411–418. <https://doi.org/10.1111/J.1399-302X.2007.00379.X>

Vianna, M., Horz, H., Gomes, B., & Conrads, G. (2006). In vivo evaluation of microbial reduction after chemo-mechanical preparation of human root canals containing necrotic pulp tissue. *International Endodontic Journal*. 39(6), 484–492. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01121.x>

Vivacqua, N., Ferraz, C., Gomes, B., Zaia, A., Teixeira, F., & Souza, F. (2002). Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. *International Endodontic Journal*. 35(9), 791–795. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00569.x>

White, R., Hays, G., & Janer, L. (1997). Residual Antimicrobial Activity After Canal Irrigation with Chlorhexidine. *Journal of Endodontics*. 23(4), 229–231. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(97\)80052-0](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(97)80052-0)

Yadav, H., Tikku, A., Chandra, A., Yadav, R., & Patel, D. (2015). Efficacy of etidronic acid, BioPure MTAD and SmearClear in removing calcium ions from the root canal: An in vitro study. *European Journal of Dentistry*. 9(4), 523–528. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.172613>

Yang, S., & Bae, K. (2002). Scanning Electron Microscopy Study of the Adhesion of *Prevotella nigrescens* to the Dentin of Prepared Root Canals. *Journal of Endodontics*, 28(6), 433–437. <https://doi.org/10.1097/00004770-200206000-00004>

Zamany, A; Safavi, K; Spångberg, L. (2003). The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology*. 96(5); 578-581. [https://doi: 10.1016/s1079-2104\(03\)00168-9](https://doi:10.1016/s1079-2104(03)00168-9)

Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*. 32(5), 389–398. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2005.09.014>

Zhang, K., Kim, Y., Cadenaro, M., Bryan, T., Sidow, S., Loushine, R., Ling, J; Pashley, D., & Tay, F. (2010). Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. *Journal of Endodontics*. 36(1), 105–109. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2009.10.020>

XII. Anexos

X1.1 Hoja de recolección de datos

	AREA EN MICROMETROS CUADRADOS		
	PCA	ALCOHOL	SS
IMAGEN 1	24663.52	13125.41	5637.45
IMAGEN 2	20530.65	9493.00	4074.20
IMAGEN 3	16903.69	1004.76	1131.72
IMAGEN 4	23508.08	14522.59	5937.85
IMAGEN 5	14267.71	11767.34	1564.21
IMAGEN 6	23092.90	1168.59	2337.18
IMAGEN 7	15670.34	4467.90	1359.35
IMAGEN 8	25924.13	5251.77	7418.07
IMAGEN 9	23338.16	2054.09	2857.84
IMAGEN 10	24987.33	12239.59	1999.59
IMAGEN 11	23701.08	9254.47	2840.53
IMAGEN 12	25449.31	11696.81	1295.55
IMAGEN 13	25479.77	12990.12	8280.49
IMAGEN 14	19067.43	14428.01	4129.98
IMAGEN 15	18017.46	12066.78	4801.96
IMAGEN 16	18078.70	13309.11	3877.99
promedio	21417.52	9302.52	3721.50
D.E. (desvest)	3881.32	4852.73	2217.27
Rango (menor-mayor)	14267.71 - 25924.13	1004.76 - 14522.59	1131.72 - 8280.49

	PCA	ALCOHOL	SS
PROMEDIO	21417.52	9302.52	3721.50
D.E.	3881.32	4852.73	2217.27
RANGO	14267.71 - 25924.13	1004.76 - 14522.59	1131.72 - 8280.49