



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS  
ODONTOLÓGICAS  
ÁREA DE QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA CONSERVADORA  
ÁREA ENDODONCIA

**“COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO,  
DESPUÉS DE ACTIVAR CON “IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA PASIVA”, Y  
“ACTIVACIÓN MANUAL DINÁMICA”, ESTUDIO *EX VIVO*”**

**Catalina Simone Reyes Sepúlveda**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA

**TUTOR PRINCIPAL**

**Dra. Silvana Maggiolo Villalobos**

**TUTORES ASOCIADOS**

**Prof. Ismael Yévenes López**

Adscrito a Proyecto FIOUCH 13-015  
Santiago - Chile  
2019





UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS  
ODONTOLÓGICAS  
ÁREA DE QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA CONSERVADORA  
ÁREA ENDODONCIA

**“COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO,  
DESPUÉS DE ACTIVAR CON “IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA PASIVA”, Y  
“ACTIVACIÓN MANUAL DINÁMICA”, ESTUDIO *EX VIVO*”**

**Catalina Simone Reyes Sepúlveda**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA

**TUTOR PRINCIPAL**

**Dra. Silvana Maggiolo Villalobos**

**TUTORES ASOCIADOS**

**Prof. Ismael Yévenes López**

Adscrito a Proyecto FIOUCH 13-015  
Santiago - Chile  
2019

***“La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica.”***

***Aristóteles (385 a.C. – 322 a.C.)  
Filósofo Griego***

## **AGRADECIMIENTOS**

*Llegando al final de esta hermosa etapa de mi vida y luego de un largo camino recorrido son infinitas las emociones que inundan mi corazón, siento una alegría y felicidad inmensurable, no me queda más que dar las gracias por este gran regalo que me entregó la vida y que no hubiera sido posible sin todas las personas maravillosas que han pasado por ella.*

*Agradecer a mis padres, por entregarme los valores y mi formación como persona, por querer siempre lo mejor para mi desde pequeña, y estar a mi lado en las buenas y por sobre todo las malas. Gracias por su esfuerzo y dedicación, por su apoyo y amor incondicional, gracias a ustedes hoy cumpliré uno de mis sueños, ser Cirujana Dentista de la Universidad de Chile.*

*A mis abuelos, a quienes amo con lo más profundo de mi corazón, mi mami Carmen y mi tata Julio, por su preocupación y amor durante toda mi vida. Es un sueño para mi tenerlos en este día tan especial junto a mí.*

*A mis hermanos Matías y Francisca, gracias por siempre escucharme, y haber quizás recibido la mayoría de mis descargas cuando este largo camino se ponía difícil.*

*Agradecer a mis tíos, que jamás me han fallado, y me han regalado cuanto he querido, Nina (Roxana), Nina (Lety), Nino (Enzo) y mi Tía Andrea. Los quiero muchísimo son como mis segundos padres. Gracias por estar en las buenas, pero sobre todo las malas.*

*A Bruno, que desde antes de entrar a la carrera, era un convencido de que sería una Cirujana Dentista de la Universidad de Chile, siempre has estado, jamás me has fallado, y me siento una afortunada del apoyo y el amor incondicional que me has entregado durante todos estos años.*

*A mis eternas amigas Sofi y Jai, gracias por siempre escucharme y estar. A mi Lumpen, Pala, Nicole, Naty, Clau, Fran, Mery, Diego, Kencia por ser mi familia elegida tanto en la universidad como en la vida, uno de los grandes regalos que me llevo, gracias por estar siempre, por ser incondicionales en las buenas y en las malas, y sobre todo en el botón lumpen.*

*A mis amigas, Dani, Coni, Rocío, Pía, mi partner de tesis y Cata mi partner clínico. Son las mejores, son incondicionales y las quiero muchísimo. Aunque me molesten por decirles mis otras amigas y jamás lo olviden, saben que no es así, son uno de los grandes regalos que me llevo de este largo camino.*

*Agradecida infinitamente de todos los funcionarios en especial, la Sisi del preclínico, el tío Ricardo y al Patito de mayordomía, a Juanito de los cavitron, a David y Luchito, del laboratorio, a la Gloria, la Consu, la Moni, de los botiquines, a la Lucy, Pablo, Marcia, Susi de rayos X, al Benja, la Mari, Diego, Norma de recepción, infinitas gracias por ayudarme tanto y hacer que este camino haya sido más ameno, todos siempre con gran disposición.*

*A mis tutores Dra. Silvana Maggiolo y el Profesor Ismael Yévenes, agradecer su gran entrega, compromiso, disposición, dedicación, apoyo y paciencia durante este largo proceso de término. Fueron un pilar fundamental para culminar este proceso.*

*Quizás hay muchos más a quien agradecer, de verdad sólo decir que me siento afortunada de haber conocido y compartido con todos los que fueron parte de estos años de universidad, muchas gracias, sin dudas fue una experiencia vivida a concho, y me voy con los mejores recuerdos de esta gran Universidad.*

*Gracias.*

## ÍNDICE

I.	LISTA DE ABREVIACIONES .....	IX
II.	RESUMEN .....	X
III.	INTRODUCCIÓN .....	1
IV.	MARCO TEÓRICO.....	4
1.	Hipoclorito de Sodio (NaClO).....	4
2.	Técnicas de activación del irrigante.....	8
2.1.	Activación MDA del irrigante:.....	9
2.2.	Activación PUI del irrigante:.....	10
3.	Activación del Hipoclorito de Sodio.....	11
V.	HIPÓTESIS .....	13
VI.	OBJETIVO GENERAL.....	13
VII.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
VIII.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
1.	Tipo de estudio.....	14
2.	Materiales.....	14
3.	Selección de la muestra .....	15
4.	Recolección de la muestra .....	16
5.	Tratamiento endodóntico y obtención de muestras por etapa:.....	17
6.	Procedimientos clínicos.....	17
7.	Procedimientos de laboratorio.....	21
7.1.	Determinación de la concentración de NaClO .....	21
8.	Análisis estadístico.....	23
IX.	RESULTADOS .....	24
X.	DISCUSIÓN .....	28

XI.	CONCLUSIONES.....	32
XII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
XIII.	ANEXOS .....	38
	ANEXO 1 .....	38
	ACTA DE APROBACIÓN DE PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN.....	38
	ANEXO 2 .....	41
	FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARADONACIÓN DE DIENTES PARA INVESTIGACIÓN.....	41
	ANEXO 3 .....	44
	FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA REALIZACIÓN DE TESIS (ANEXO A CONSENTIMIENTO ORIGINAL DL PROYECTO FIOUCH 13-015) .....	44
	ANEXO 4 .....	46
	CARTA APROBACIÓN Y ASIGNACIÓN CODIGO FIOUCH .....	46
	ANEXO 5 .....	47
	CARTA AUTORIZACIÓN EXTENSIÓN PROYECTO FIOUCH .....	47
	ANEXO 6 .....	48
	CARTA AUTORIZACIÓN EXTENSIÓN PROYECTO FIOUCH .....	48
	ANEXO 7 .....	49
	PROTOCOLO DE IRRIGACIÓN.....	49
	ANEXO 8 .....	51
	DISPOSITIVO PARA TOMA DE MUESTRAS .....	51

## I. LISTA DE ABREVIACIONES

Abreviación Significado:

Abreviación	Significado
<b>CHX</b>	Clorhexidina
<b>CUI</b>	Irrigación Ultrasónica Continua
<b>EDTA</b>	Ácido Etilendiaminotetraacético
<b>HCLO</b>	Ácido Hipocloroso
<b>LA</b>	Longitud Aparente
<b>LM</b>	Lima Maestra
<b>LRD</b>	Longitud Real del Diente
<b>LT</b>	Longitud de Trabajo
<b>MDA</b>	Activación Manual Dinámica
<b>NaCl 0,9%</b>	Suero Fisiológico
<b>NaClO</b>	Hipoclorito de Sodio
<b>NaOH</b>	Hidróxido de Sodio
<b>PCA</b>	Paracloroanilina
<b>PQM</b>	Preparación Quimiomecánica
<b>PUI</b>	Irrigación Ultrasónica Pasiva
<b>SCR</b>	Sistema de Canales Radiculares
<b>UI</b>	Instrumentación Ultrasónica
<b><math>\lambda_{\text{máx}}</math></b>	Lambda Máximo

## II. RESUMEN

**Introducción:** La preparación quimiomecánica (PQM) del sistema de canales radiculares (SCR), es uno de los pasos más importantes para lograr el éxito terapéutico en la endodoncia. Se ha demostrado que la activación del hipoclorito de sodio 5% p/v (NaClO) consigue mayor disgregación y desinfección del tejido orgánico en el SCR. Las técnicas de activación más utilizadas son, la manual dinámica con conos de gutapercha (MDA), y la activación mecanizada usando irrigación ultrasónica pasiva (PUI). El objetivo de este estudio fue determinar la variación de la concentración del irrigante NaClO después de activar con PUI y MDA en endodoncias de dientes *ex vivo*, y analizar las diferencias entre ambos métodos.

**Metodología:** Estudio prospectivo, experimental y explicativo *ex vivo*. Se utilizaron 30 dientes extraídos (*ex vivo*) los cuales fueron divididos en 2 grupos iguales: grupo control, y grupo experimental. A ambos se les realizó un tratamiento de endodoncia utilizando el protocolo de irrigación de la Facultad de Odontología de la U. de Chile, hasta la fase 7. En el grupo control se utilizó MDA, y en el grupo experimental PUI. Se recolectaron las muestras de cada fase y se determinó por medio de espectrofotometría UV la concentración de NaClO.

**Resultados:** Posterior a la fase de activación, la concentración media de NaClO en PUI fue 6,559%  $\pm$  1,5 p/v y en MDA de 5,763%  $\pm$  1,23 p/v, resultando una diferencia no significativa entre ambos protocolos, ( $p > 0,05$ ).

**Conclusión:** No existen diferencias significativas en los niveles de NaClO después de activar con MDA o con PUI.

### III. INTRODUCCIÓN

Las bacterias son reconocidas como el principal factor etiológico en el desarrollo de las patologías pulpares y periapicales del SCR en los dientes (Möller y cols. 2004, Lin y cols. 2006). El objetivo del tratamiento endodóntico es eliminar el tejido pulpar, inflamado o necrótico y reducir el número de microorganismos y toxinas microbianas del interior del canal y de los túbulos dentinarios, además de prevenir la reinfección (Mozo y cols. 2012, Prinyank y cols. 2017).

Debido a la complejidad de la anatomía del SCR, la instrumentación mecánica, tanto manual como rotatoria, por sí solas, son insuficientes para eliminar todo el tejido pulpar infectado, bacterias, subproductos y detritus dentinario, dejando regiones inaccesibles donde se pueden establecer biofilms bacterianos difíciles de disgregar (Darcey y cols, 2016, Siqueira Junior et al. 2018). Numerosos estudios han demostrado que, durante la preparación mecánica, quedan zonas (istmos, tabicaciones y/o ramificaciones) que no son instrumentadas, actuando únicamente sobre el cuerpo central del canal (García y cols. 2013, Ghorbanzadeh y cols. 2016). Adicional a esto, durante la preparación se genera una capa de barro dentinario que dificulta aún más la desinfección de las paredes e interfiere con una óptima adaptación y sellado por el material obturador, haciéndose necesario complementar con la irrigación del SCR, mediante soluciones químicas coadyuvantes como son los irrigantes endodónticos (Zehnder 2006, Moreira y cols. 2019).

La irrigación en endodoncia es el proceso de lavado y aspiración de todos los microorganismos, restos pulpares y detritus, ya sean preexistentes o creados por la instrumentación, que puedan estar contenidos en la cámara pulpar o SCR (Haapasalo y cols. 2010).

La irrigación en endodoncia cumple con objetivos (Basrani y Haapasalo 2012):

✦ Biológicos

1. Efecto antimicrobiano, sobre microorganismos anaeróbicos y facultativos en el estado libre y en biofilm.
2. Inactivación de endotoxinas.
3. No causar reacciones alérgicas ni dañinas al individuo.

✦ Químicos y mecánicos:

1. Disolución y eliminación de detritus.
2. Lubricación del canal.
3. Disolución de tejido orgánico e inorgánico.
4. Prevenir la formación de barro dentinario durante la instrumentación, o disolverlo una vez que se ha formado.

De acuerdo con estos objetivos, las características ideales de un irrigante endodóntico serían: (Tabla 1)

<b>Tabla N°1: Características del irrigante ideal (Basrani y Haapsalo, 2012)</b>
1. Efectivo germicida y fungicida.
2. No ser irritante para los tejidos periapicales.
3. Estable en solución.
4. Prolongado efecto antimicrobiano y sostenido efecto antibacteriano después del uso.
5. Activo en presencia de sangre, suero y proteínas derivadas de los tejidos.
6. Capaz de eliminar por completo el barro dentinario.
7. Baja tensión superficial.
8. Capaz de desinfectar la dentina / túbulos dentinarios.
9. No interferir en la reparación de los tejidos periapicales.
10. No teñir la estructura dentaria.
11. Inactivo en un medio de cultivo.
12. No inducir una respuesta inmune mediada por células; que sea limpio, no tóxico y no carcinogénico para tejidos celulares que rodean el diente.
13. No tener efectos adversos en las propiedades físicas de la dentina expuesta.
14. No tener efectos adversos en la capacidad de sellado de los materiales de relleno.
15. Fácil de usar / aplicar.
16. Bajo costo.

Hasta la fecha no existe un irrigante que cumpla con todos los requisitos del irrigante ideal (Mozo y cols. 2012), por ello una irrigación óptima se basa en el uso combinado de dos o más sustancias usadas en una secuencia específica para obtener el éxito terapéutico, los más utilizados son el NaClO, la Clorhexidina (CHX) y el Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA) (Basrani y Haapsalo 2012).

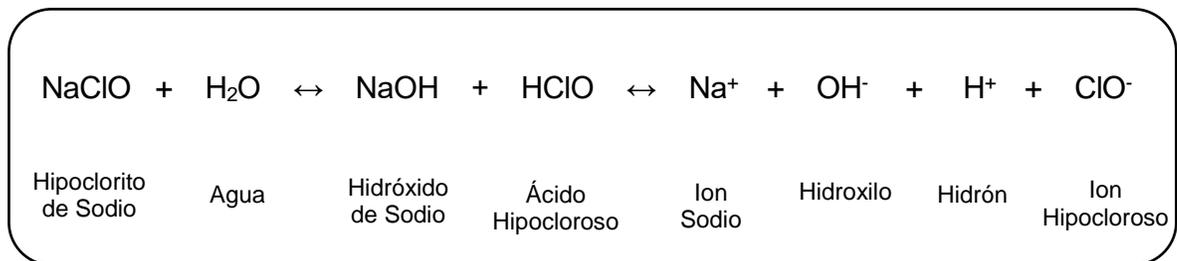
Como se mencionó anteriormente, la irrigación, durante todo el tratamiento endodóntico, tiene un papel fundamental para el éxito de éste, ya que penetra en zonas del SCR, que la instrumentación mecánica no alcanza. Además, debido a que las raíces de los dientes están rodeadas por el ligamento periodontal y el hueso, que “cierran” el foramen apical, el SCR se comporta como una cavidad de extremo cerrado, produciéndose un atrapamiento de aire cuando se introduce la solución irrigadora. Este efecto, denominado en la literatura como “vapor lock o bloqueo de vapor” hace que, en la mayoría de los casos, el irrigante no alcance el tercio apical. Por estos motivos, en las últimas décadas se han desarrollado una serie de sistemas de dispensación, agitación o activación del irrigante, tales como la MDA y PUI, buscando lograr mayor eficacia y potenciar los objetivos de la irrigación del SCR, a la vez que son más seguros (García y cols. 2013, Dioguardi y cols. 2019).

## IV. MARCO TEÓRICO

### 1. Hipoclorito de Sodio (NaClO).

Desde principios del siglo XX, el NaClO es el compuesto halogenado más usado a nivel mundial en endodoncia para la irrigación intracanal (Prada y cols. 2019, Serper y cols. 2004). La principal función es disolver restos de tejido pulpar, tanto vital como necrótico, y el componente orgánico del barro dentinario, además de ser un potente agente antibacteriano con alto poder citotóxico (Niu y cols. 2002, Basrani y Haapsalo 2012 , Abuhaimed y Neel 2017).

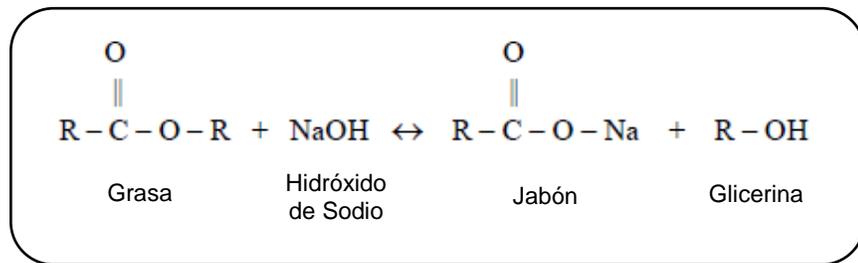
El efecto del NaClO sobre los tejidos orgánicos se debe a que al interaccionar con agua y estando en contacto con estos tejidos, se genera un equilibrio químico donde se forma ácido hipocloroso (HClO), además de otros productos, como se muestra en la Figura 1 (Ghorbanzadeh y cols. 2016 , Topbas y Adiguzel 2018).



**Figura N°1:** Equilibrio químico del Hipoclorito de Sodio en agua

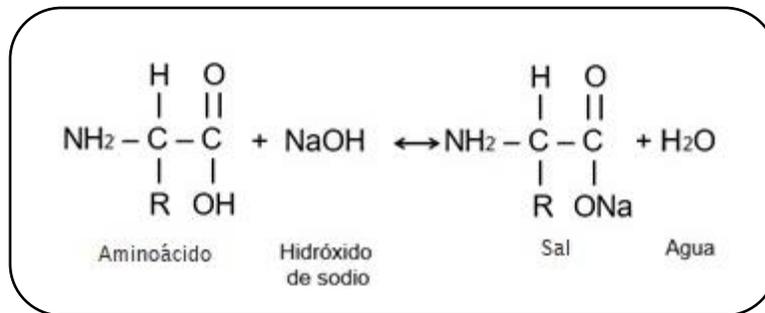
A nivel químico se ha descrito que el mecanismo de acción del NaClO, en contacto con tejido orgánico, se puede explicar mediante 3 reacciones fundamentales: Saponificación, Neutralización y Cloroaminación.

La saponificación, como se muestra en la Figura N°2, es una reacción donde el NaClO funciona como solvente orgánico, por su disociación acuosa que genera NaOH, quien actúa sobre los tejidos y ácidos grasos, produciendo como producto glicerol (alcohol) y sales de ácidos grasos (jabón), lo que, a la vez, produce una reducción en la tensión superficial del remanente (Estrela y cols. 2002).



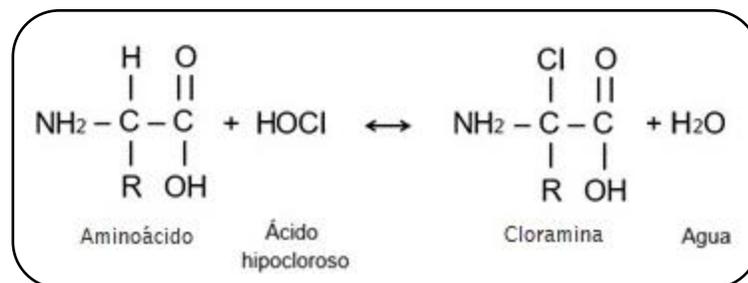
**Figura N°2:** Reacción de saponificación

Por otra parte, en la neutralización, el hidróxido de sodio (NaOH) interacciona con el grupo carboxilo de aminoácidos formando como producto sal y agua, como se observa en la Figura N°3.



**Figura N°3:** Reacción de neutralización

Finalmente, la reacción más importante en términos endodónticos, debido a la directa actividad sobre el tejido orgánico, es la cloraminación. Esta reacción se potencia cuando se han consumido los iones hidroxilos y permanece el HClO formado por el NaClO en solución (Figura 1), cursa con una reducción de pH y el HClO actúa como solvente orgánico, reacción donde interacciona el ácido hipocloroso con el aminoácido sustituyendo un hidrógeno de este, por cloruro, formando cloraminas, las que, a la vez, interfieren con el metabolismo celular (Estrela y cols. 2002). Figura N°4



**Figura N°4:** Reacción de cloraminación.

El cloro libre del NaClO es un fuerte agente oxidante, disuelve tejidos vitales y necróticos mediante proteólisis. El cloro causa una oxidación irreversible de los grupos -SH de enzimas esenciales, alterando funciones metabólicas de la célula bacteriana (Priyank y cols. 2017). El NaClO podría tener efectos deletéreos en el ADN bacteriano mediante la formación de derivados clorados de nucleótidos. Además, existen reportes de que el NaClO puede inducir a la ruptura de la membrana celular bacteriana (Pinheiro y cols. 2018).

Existe controversia respecto a las concentraciones en que se debe administrar el NaClO al ser utilizado como irrigante en endodoncia, describiéndose concentraciones de 0,5% p/v a 6% p/v. Algunos estudios *in vitro* han demostrado que el NaClO en altas concentraciones es más efectivo contra diversas cepas bacterianas y levaduras tales como *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans* (Gomes y cols. 2001, Radcliffe y cols. 2004, Ma y cols. 2011). Según Berber y cols. (2006), luego de realizar un estudio *ex vivo* y comparar diferentes concentraciones de NaClO como irrigante durante la aplicación de distintas técnicas de preparación mecánica del canal dentinario, concluyeron que mientras mayor sea la concentración de NaClO, específicamente de un 5,25% p/v, se logra una mejor actividad antibacteriana, logrando además una mayor penetración y desinfección de los túbulos dentinarios (Gomes y cols. 2001, Radcliffe y cols. 2004). Otro estudio *in vitro* demuestra que incluso a concentraciones de 2,5% p/v, el NaClO es capaz de impedir el desarrollo de colonias de *Enterococcus faecalis*, en cultivos dentro de SCR de 4, 6 y 10 semanas de incubación (Forough Reyhani y cols. 2017).

En estudios clínicos usando altas y bajas concentraciones de NaClO, han mostrado similar eficacia en la reducción de las bacterias al interior del SCR (Basrani y Haapasalo. 2012). Sin embargo, aunque algunos autores mencionan la gran capacidad del NaClO de eliminar microorganismos a bajas concentraciones (0,1% p/v), se debe tomar en cuenta que al analizar la actividad *in vivo*, hay que considerar como factor atenuante la presencia del material orgánico como el exudado inflamatorio, remanentes de tejido pulpar vital o necrótico y residuos bacterianos, que interaccionan y consumen parte de éste, disminuyendo así el efecto antimicrobiano (Haapasalo y cols. 2010).

Se ha descrito, que el NaClO en altas concentraciones tiene una mejor capacidad de disolución de los tejidos, aumentando la eliminación de células bacterianas y logrando una mayor capacidad de penetración en dentina, más aún si se incrementa el tiempo de exposición (Ma y cols. 2011). En bajas concentraciones, pero utilizado en grandes volúmenes puede ser igualmente efectivo. En este caso se recomienda que la solución se utilice en mayor volumen y en intervalos más frecuentes para compensar las limitaciones relacionadas a una menor concentración de NaClO (Siqueira y cols. 2000).

La irrigación continua y el tiempo de exposición son fundamentales para facilitar la acción de NaClO. Adicionalmente, la concentración (Haapasalo y cols. 2000), la temperatura y el grado de agitación, son elementos que incrementan los efectos del irrigante sobre el tejido orgánico (Stojicic y cols. 2010). Por otro lado, la materia orgánica presente al interior del SCR consume el NaClO y debilita el efecto, lo que resulta en una disminución de la concentración y actividad local (Haapasalo y cols. 2000).

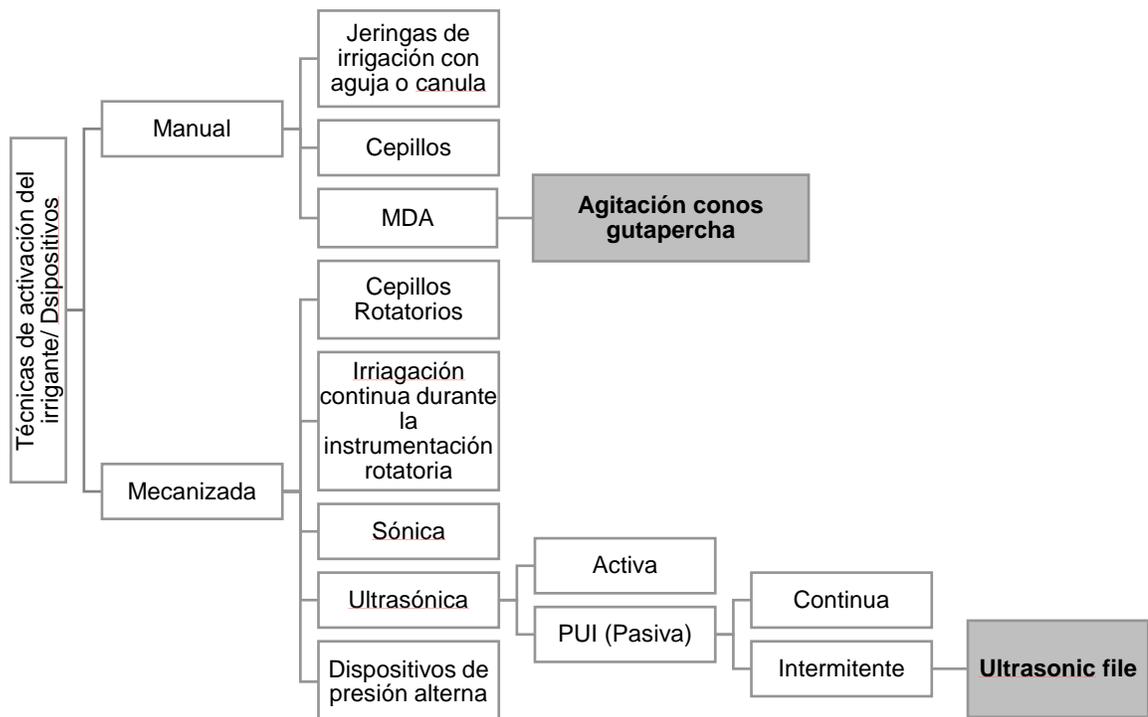
Dentro de las desventajas del NaClO se incluyen principalmente el sabor, olor desagradable, toxicidad y capacidad de provocar irritación de las mucosas o de los tejidos periapicales en caso de proyección de éste a través del foramen apical hacia el área circundante (Haapasalo y cols. 2010). Debido a que el NaClO es degradado por la luz, el aire, los metales y los contaminantes orgánicos, la pérdida de estabilidad química es un factor que puede alterar sus propiedades (Frais cols. 2001), por lo que se debe conservar en un recipiente oscuro, cerrado y mantenerlo alejado del calor.

En cuanto a la toxicidad del NaClO, ésta es mayor cuando se emplea en altas concentraciones (Spangberg y cols. 1973) , a pesar de esto, debido a la confinada anatomía del SCR, las concentraciones más altas se siguen utilizando con éxito durante el tratamiento endodóntico con una baja incidencia de accidentes (Topbas y Adiguzel 2018).

El NaClO es el único irrigante usado en endodoncia que disuelve tejidos orgánicos vitales y necróticos, pero es incapaz de eliminar la parte inorgánica del barro dentinario generado durante la PQM del SCR, por lo que la eliminación completa de éste se logra utilizando un agente quelante que actúe sobre el componente mineral residual. Entre los quelantes más utilizados están el EDTA y ácido cítrico, usados como irrigación final previo a la medicación o la obturación del canal radicular ya preparado (Zehnder. 2006, Möller y cols. 2004, Ghorbanzadeh y cols. 2016).

## 2. Técnicas de activación del irrigante.

Como ya se mencionó anteriormente, debido a la dificultad de la irrigación apical, se han desarrollado sistemas de irrigación y activación buscando mayor eficacia para la desinfección del canal radicular, facilitando la penetración del irrigante en el SCR. Estos sistemas se dividen en dos categorías; técnicas de activación manual y activación mecanizada, como se muestra en la Figura 5. En esta tesis nos referiremos a MDA y PUI. (Gu y cols. 2009).



**Figura N°5:** Técnicas de activación del irrigante y dispositivos, modificado de (Gu y cols. 2009).

### **2.1. Activación MDA del irrigante:**

Esta técnica consiste en activar el irrigante, insertando repetidamente el cono maestro de gutapercha, realizando movimientos verticales, hasta alcanzar la longitud de trabajo (LT) luego que el canal se ha llenado con irrigante (Plotino y cols. 2016, Virdee y cols. 2018). Los estudios de McGill y cols y Huang y cols el 2008, demuestran que mover suavemente un cono maestro de gutapercha bien ajustado hacia arriba y hacia abajo en movimientos cortos de 2 a 3 mm (MDA) dentro de un canal instrumentado, puede producir un efecto hidrodinámico efectivo y mejorar significativamente la penetración el desplazamiento e intercambio de cualquier reactivo en comparación a no activar (Gu y cols. 2009).

Varios factores podrían explicar los resultados positivos de la MDA: (1) el movimiento push-pull (empujar-tirar) de la gutapercha en el canal, puede generar cambios de presión intracanal durante los movimientos de empuje, lo que lleva a una mayor efectividad de entrega del irrigante a las superficies del canal no tratadas, (2) la frecuencia de movimiento push-pull de la gutapercha (3,3 Hz, 100 golpes por 30 segundos) genera más turbulencia en el canal y (3) el movimiento push-pull de la gutapercha probablemente actúa modificando en forma física la forma del flujo en el SCR. Este último probablemente permite una mejor mezcla de la solución irrigante (Gu y cols. 2009).

Aunque la MDA se ha señalado como un método simple y rentable, la naturaleza laboriosa de este procedimiento dificulta la aplicación en la práctica clínica habitual. Por lo tanto, hay una serie de dispositivos automatizados diseñados para la agitación de irrigantes del canal radicular que están disponibles comercialmente o en producción por parte de los fabricantes (Gu y cols. 2009).

Se ha descrito en la literatura un método de activación manual de EDTA y NaClO utilizando un cono de gutapercha. El EDTA fue activado durante 1 minuto y la frecuencia de activación fue de 100 push-pull por minuto. Posteriormente los canales se irrigaron con 3 mL de NaClO al 3% p/v, y esta solución se activó durante 30 segundos usando la misma técnica (Caron y cols. 2010). Los beneficios de la irrigación asistida por MDA se han demostrado en estudios recientes (Haapasalo y cols. 2010, Virdee y cols. 2018).

## 2.2. Activación PUI del irrigante:

El ultrasonido es una vibración u onda acústica que se encuentra a una frecuencia entre los 25 y 40 KHz, por encima del rango de oído humano que es de 20 kHz (Gu y cols. 2009, Mozo y cols. 2012).

Existen dos métodos básicos para producir una onda ultrasónica:

- ✦ Magnetostricción, el material cambia en presencia de un campo magnético que genera la onda vibracional.
- ✦ Piezoeléctrico, este es el más utilizado y emplea un cristal que cambia de tamaño mediante la aplicación de carga eléctrica. Sin producir calor, el cristal experimenta oscilación mecánica (Rodrigues y cols. 2015). Las unidades piezoeléctricas tienen una producción de 40 ciclos por segundo, donde el movimiento de la punta es lineal, de atrás hacia delante, que es lo ideal para el tratamiento endodóntico (Abella y cols. 2014).

Se han descrito tres técnicas de irrigación ultrasónica en la literatura. La primera es la instrumentación ultrasónica “*ultrasonic instrumentation (UI)*”, en la que se combina la instrumentación y la irrigación. Debido a que se producen perforaciones y preparaciones irregulares de forma frecuente, los sistemas UI no son empleados como alternativa endodóntica (Gu y cols. 2009). La segunda técnica, denominada irrigación pasiva ultrasónica “*passive ultrasonic irrigation (PUI)*”, opera sin instrumentación simultánea, dispensándose primero la solución irrigadora en el interior del canal y a continuación, se agita y activa con ultrasonido. La tercera técnica llamada irrigación ultrasónica continua “*continuous ultrasonic irrigation (CUI)*”, el irrigante se dispensa de forma continua mientras se agita (Van Der Sluis y cols. 2006, García y cols 2013).

La técnica más utilizada es PUI, ya que utiliza una tecnología no cortante, mediante limas que vibran libremente al interior del canal, reduciendo el potencial de crear formas aberrantes en el SCR (Virdee y cols. 2018). Las limas ultrasónicas tienen una ventaja importante sobre la activación manual y los instrumentos mecanizados, ya que no giran y, por lo tanto, ofrecen seguridad y control, manteniendo la eficacia (Lea y cols. 2010).

Durante la PUI, la energía se transmite con una oscilación suave por medio de ondas ultrasónicas que induce dos fenómenos físicos: flujo y cavitación de la solución irrigante. El flujo acústico se puede definir como un movimiento rápido del fluido en forma circular o de vórtice. La cavitación se define como la creación de burbujas de vapor o la expansión, contracción o distorsión de burbujas preexistentes. Sin desconocer que el PUI cursa con un aumento en la temperatura Al-Jaada (2009) concluyó que la temperatura generada por PUI en el canal no alcanza los 50°C, y señala que este aumento de temperatura no explica la eficacia del PUI.

El uso de PUI en la endodoncia durante la irrigación mejora la desinfección y limpieza del canal, debido a que aumenta la transferencia del irrigante al SCR, aumentando la humectación, ayudando al desbridamiento y disolución de tejidos blandos, remueve la capa de frotis y disminuye considerablemente el número de bacterias (Mozo y cols. 2012).

### **3. Activación del Hipoclorito de Sodio.**

De los irrigantes conocidos, ninguno ha sido tan efectivo como una solución de NaClO al 5,25% p/v en la desinfección del SCR (Lottanti y cols, 2009). La baja tensión superficial, aumenta la penetración en las irregularidades del SCR y por lo tanto la capacidad antibacteriana (Mohammadi y cols. 2015). La irrigación con NaClO combinado con PUI o un sistema de vibración de onda y MDA, tiene un mayor efecto antibacteriano y de disolución de tejido orgánico. El uso de esta combinación mejora el intercambio de sustancias en el canal, permite el calentamiento de la sustancia de irrigación, elimina los residuos de dentina y parte de la capa de desechos, logrando así un mayor efecto de limpieza. En general, la literatura recomienda este protocolo entre 30 segundos y 3 minutos para la irrigación con NaClO, aunque no hay un consenso definido sobre la duración exacta del tiempo. La irrigación pasiva más corta, facilita mantener la punta en el centro del canal y, por lo tanto, evita que toque las paredes (Munley y cols 2007, Mozo y cols. 2012).

En la técnica PUI, la irrigación es intermitente, proporcionando en cada ciclo un suministro de solución de irrigación nueva en el canal. Esto es más efectivo que la que proporciona la técnica CUI, debido a que el ácido hipocloroso, responsable de disolución de los tejidos orgánicos y la propiedad antibacteriana, es inestable y se consume rápidamente en esta técnica. En PUI, la cantidad de irrigante extruido a través de la región apical del canal se puede controlar por la profundidad de penetración de la jeringa y el volumen de irrigante. Este grado de control no es posible con la descarga continua en CUI. Ambos métodos de irrigación han demostrado ser igualmente efectivos para eliminar los restos de dentina del canal de la raíz en un modelo *ex vivo* cuando el tiempo de irrigación se fijó en tres minutos (Mozo y cols. 2012).

Dos trabajos mencionados en la literatura señalaron resultados opuestos, en la relación a la activación del NaClO por PUI. Macedo y cols (2013), encontraron que la cantidad de cloro disponible disminuía durante el uso del PUI, en contraparte Yévenes y cols (2017), en un estudio del efecto del NaClO sobre paracloroanilina (PCA) encontraron adicionalmente un aumento en la concentración de NaClO. Estos resultados contradictorios nos llevan a realizar la siguiente pregunta de investigación, ¿qué ocurre con la concentración del NaClO al activar con PUI?.

## **V. HIPÓTESIS**

La activación con la técnica de irrigación ultrasónica pasiva (PUI), incrementa la concentración del hipoclorito de sodio, comparado con la activación manual dinámica con conos de gutapercha (MDA) utilizada como control.

## **VI. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la variación de la concentración del irrigante hipoclorito de sodio después de activar con PUI y MDA en endodoncias de dientes *ex vivo*, y analizar las diferencias entre ambos métodos.

## **VII. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Cuantificar la concentración de hipoclorito de sodio en endodoncias de dientes *ex vivo* antes y después de activarlo con PUI o con MDA.
2. Comparar las concentraciones de hipoclorito de sodio después de la aplicación de ambas técnicas.

## VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Tipo de estudio

El presente trabajo corresponde a un estudio prospectivo, experimental y explicativo *ex vivo*.

### 2. Materiales

Tabla N° 2: Materiales y Reactivos para Procedimientos Clínicos	
•	<b>Turbina, micromotor y contrángulo convencionales</b>
•	<b>Ultrasonido</b> NSK® Various Lux 560 Ultrasonic Scaler Shimoshinata 700, Japan
•	<b>Dispositivo para la toma de muestras (Anexo 3)</b>
•	<b>Frascos de vidrio de diámetro de 5cm para recolección de muestra</b>
•	<b>Piedras de diamante redondas de alta velocidad N°12 y N°14</b> SS White Burs, Inc. 1145 Towbin Avenue Lakewood, New Jersey 08701, USA.
•	<b>Fresas carbide redondas de baja velocidad N°12 y N°14</b> SS White Burs, Inc. 1145 Towbin Avenue Lakewood, New Jersey 08701, USA.
•	<b>Fresas Endo Z® de baja velocidad</b> Dentsply-Maillefer, Chemin du Verger 3, 1338 Ballaigues, Suisse.
•	<b>Fresas <i>Gates Glidden</i> N° 1-2-3</b> MANI, INC. 743 Nakaakutsu, Takanezawa, Shioya, Tochigi 329-1234, Japan.
•	<b>Jeringas de Irrigación Monoject ®</b> Covidien lic, 15 Hampshire, Mansfield, MA 02048 USA.
•	<b>Limas tipo Kerr Subserie, 1era y 2da Serie, Maillefer®, 25 mm</b> Dentsply-Maillefer, Chemin du Verger 3, 1338 Ballaigues, Suisse.
•	<b>Conos de Gutapercha, N°40 (negro)</b> Dentsply-Maillefer
•	<b>Limas ultrasónicas para endodoncia</b> NSK®, amarilla, ISO 20, kit E11
•	<b>Conos de papel estériles</b> RITE-DENT MFG, CORP. 3750 East 10 Court Hialeah, Florida 33013, USA.

**Tabla N° 2: Materiales y Reactivos para Procedimientos Clínicos**

- **Hipoclorito de Sodio 5% p/v**  
NaClO, Sigma-Aldrich 3050 Spruce St. St. Louis, MO 63103, USA.
- **Cloruro de Sodio 0,9% p/v**  
J.T. Baker, Mallinckrodt Baker, S.A. de C.V. Xalostoc, 55320, Edo de Mex. México, USA.

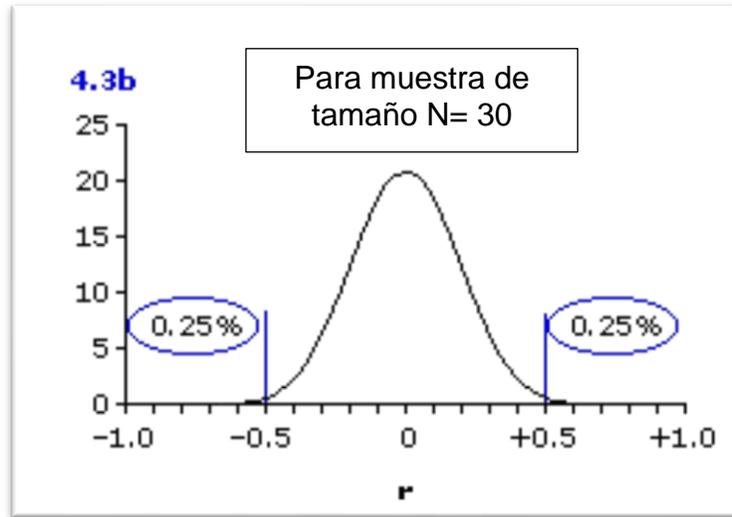
**Tabla N° 3: Materiales y reactivos para Procedimientos de Laboratorio**

*Todas las soluciones y diluciones usadas en la investigación fueron preparadas en el laboratorio de química de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.*

- **Tubos Eppendorf 1,5 mL**  
Biologix Group Limited, No.2766 Ying Xiu Road, High-Tech Industrial Development Zone Jinan, Shandong 250101 P.R., China.
- **Micropipetas 100 y 1000 Labopette®**  
Hirschmann, Inc. Holloway Road, Suite 104 Bluegrass Industrial Park Louisville, KY 40299, USA.
- **Centrífuga HermLe z216 MK**  
HERMLE Labortechnik GmbH, Siemensstr 25 D-78564, Wehingen, Alemania.
- **Espectrofotómetro UNICAM®UV/VIS**  
Thermo Spectronic Unicam UV-530 UV-Visible, Rochester, NY, USA.
- **Cubetas de cuarzo 1mL**  
Scientech, Inc. 5649 Arapahoe Avenue Boulder, CO 80303-1399, USA.

### **3. Selección de la muestra**

En el presente estudio se realizó la comparación de la variación de la concentración de NaClO después de ser activado con MDA y PUI. En este contexto, el tamaño mínimo de una muestra depende de cuánto se desvía la distribución de la población de una distribución normal. Tamaños de muestra de 15 a 30 son adecuados si la población parece tener una distribución que no es lejana a la normal, en caso contrario se necesitan tamaños de muestra de 50, 100 o más altos. (Triada 2004). Con un tamaño de muestra de  $N=30$ , la forma de la distribución de los coeficientes de correlación de la muestra es parecida a la de una distribución normal, donde sólo el 0,25% p/v de los valores de la muestra se desviará desde cero hasta en un  $\pm 0,50$ . (Gráfico 1)



**Gráfico 1:** Distribución de frecuencias.

#### **4. Recolección de la muestra**

Para plantear el modelo *ex vivo* de este estudio, se recolectaron y seleccionaron 30 dientes humanos sanos extraídos por indicación protésica, ortodóntica o periodontal. Los criterios de inclusión de la muestra fueron premolares permanentes maduros y sanos, libres de caries u obturaciones, unirradiculares, con raíces/canales rectos o con curvatura leve, de calibre amplio a medio al observarlos en la radiografía.

La obtención de las muestras se realizó desde exodoncias efectuadas en la clínica de Cirugía Maxilofacial de 4to Año de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. Previo a la recolección se explicó oportunamente al paciente de las características del procedimiento y del estudio a participar, donde se solicitó la autorización mediante la firma de consentimiento informado detallado en el Anexo 1. En el caso de menores de edad la autorización fue otorgada por el respectivo tutor.

Una vez recolectados, los dientes fueron limpiados y desbridados con ultrasonido y curetas periodontales. Se tomaron radiografías de todas las muestras y posteriormente fueron almacenadas en NaCl al 0,9% p/v, bajo refrigeración a 4°C.

## **5. Tratamiento endodóntico y obtención de muestras por etapa:**

Los dientes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos: un grupo control, activado con MDA (N=15), y un grupo experimental activado con PUI (N=15).

A los dientes de ambos grupos se les realizó un tratamiento endodóntico de acuerdo con el protocolo clínico de irrigación de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile detallado en el Anexo 2.

El proceso de aspiración/eyección del contenido del canal radicular en cada fase del tratamiento se efectuó mediante un dispositivo especialmente diseñado para la investigación (creado y construido por el académico de la Universidad de Chile Dr. Mauricio Ruiz Nolf), el que se muestra en la Figura N°6. Los detalles del dispositivo de succión se describen en el Anexo 3.



**Figura N°6:** Dispositivo toma de muestras Dr. Mauricio Ruiz Nolf.

## **6. Procedimientos clínicos**

La recolección de muestras intracanal se realizó de las diferentes soluciones producidas durante las 7 primeras fases del tratamiento, siguiendo la secuencia de tratamiento del protocolo endodóntico tal como se muestra en la Tabla N°4, la recolección se hizo en frascos de vidrio diferentes para cada fase y compatibles con el dispositivo de toma de muestras.

**Tabla 4:** Protocolo clínico de irrigación de la FOUCH, hasta etapa 7.

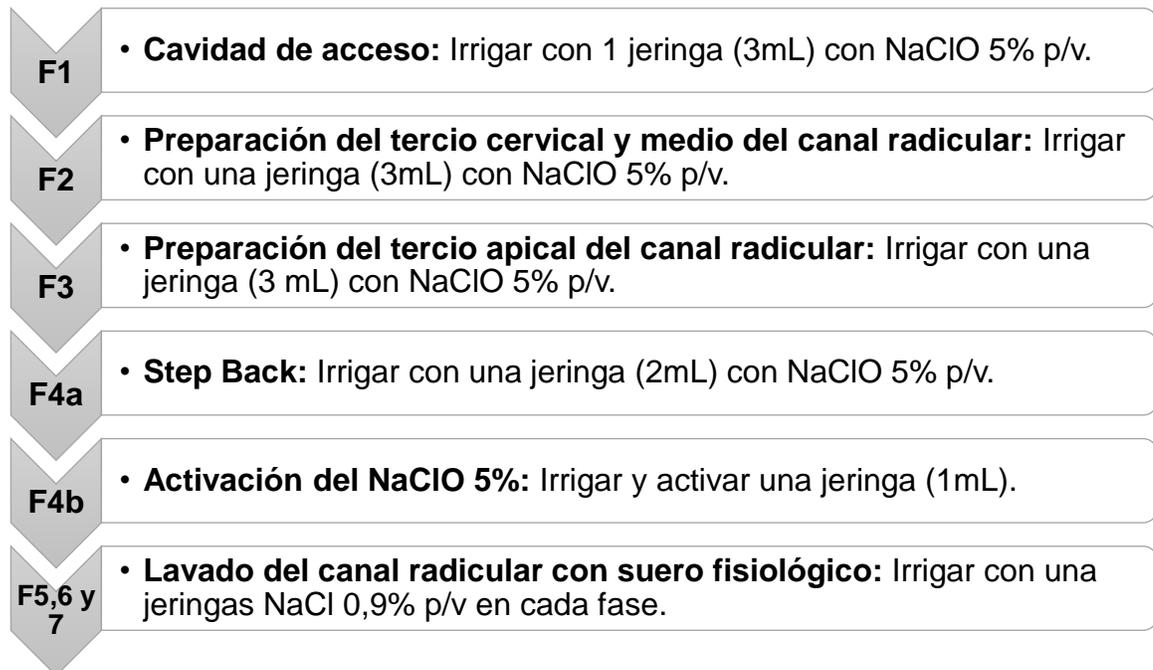
Fase	Procedimiento	Recolección
1	<p>Se realizó la cavidad de acceso endodóntico con piedra de diamante de alta velocidad (0,12; 0,14; 0,16) en esmalte, de acuerdo con el tamaño de la cámara pulpar del diente, refrigerando hasta llegar a dentina. En dentina se cortó con fresas de carburo-tungsteno redondas de baja velocidad de acuerdo con la anatomía del diente hasta realizar la comunicación con la cámara pulpar. Una vez que se comunicó se irrigó con NaClO al 5% p/v con <i>Jeringa Irrigación Monoject</i> 3mL. Se realizó el destechamiento con la misma fresa con movimientos de tracción de adentro hacia afuera. Una vez finalizado el destechamiento, se realizó el cateterismo con una lima K N° 10 o 15 graduadas a dos tercios de la longitud aparente (LA) del diente medida en la radiografía previa, irrigando durante todo el procedimiento con NaClO al 5% p/v. La siguiente etapa en el acceso fueron los desgastes compensatorios que, en premolares, abordan las vertientes internas de las cúspides vestibular y palatina. Los desgastes fueron efectuados con una fresa llama o Endo-Z de baja velocidad.</p>	<p>N° 1: Inmediatamente después de comunicar, luego de permeabilizar el canal y al finalizar los desgastes compensatorios.</p>
2	<p>Preparación del tercio cervical y medio (Crown Down) con <i>Fresas Gates-Glidden</i> en una secuencia que se eligió de acuerdo con el calibre del canal en los tercios cervical y medio. Las fresas fueron graduadas a los dos tercios de la LA del diente medido en la radiografía previa. La secuencia para canales amplios fue 3-2-1 y para canales medios fue 1-2-1 irrigando con NaClO al 5% p/v entre cada Gates.</p>	<p>N° 2: 1 mL luego de utilizar cada <i>Fresa Gates-Glidden</i>.</p>

Fase	Procedimiento	Recolección
	Se determinó la LT introduciendo la lima hasta que se visualizó la punta de ésta por el foramen apical. Se dejó al ras con el foramen y esa longitud fue definida como la longitud real del diente (LRD), definiéndose la LT a -1mm de la LRD.	
3	Durante la preparación del tercio apical hasta la Lima Maestra (LM) se irrigó con NaClO al 5% p/v entre cada paso de lima. Para canales medios se definió LM #40 y amplios #45.	Nº 3: Al finalizar con cada lima se fue recolectando parte de la muestra.
4	Durante el retroceso (Step-Back): desde la LM hasta alcanzar el diámetro de la última <i>fresa Gates Glidden</i> utilizada al realizar el Crown Down (en la mayoría de los casos coincide con la fresa <i>Gates Glidden</i> #1 diámetro #50). Con esto se consiguió unir la instrumentación del tercio apical con la preparación de los tercios cervical y medio del canal (técnica corono-ápico-medial). Se Irrigó con NaClO al 5% p/v entre cada paso de lima. En cada una de estas fases se irrigó con 1 jeringa (3mL) NaClO 5% p/v y se recolectó lo producido. Luego se secó el canal con conos de papel estériles de acuerdo con el calibre.	Nº4: Al finalizar con cada lima se fue recolectando parte de la muestra.
5, 6 y 7	Irrigación con 3 jeringas de 3 mL cada una con suero fisiológico. Luego se volvió a secar con conos de papel el SCR.	Nº 5, 6 y 7: Al finalizar cada jeringa con suero fisiológico.

Se decidió realizar hasta la fase 7 del protocolo de irrigación, recolección 7, debido a que se logra cumplir tanto el objetivo general como los objetivos específicos de esta investigación, no teniendo mayor incidencia medir la concentración en las siguientes etapas.

Los 7 volúmenes recolectados en cada fase fueron guardados en frascos de vidrio previamente esterilizados y cerrados, los que se almacenaron en el laboratorio refrigerados hasta el momento del análisis.

A los dientes de ambos grupos se les aplicó el mismo protocolo clínico de irrigación descrito anteriormente. Para efectos de este estudio, la fase 4 se subdividió en dos, una fase clínica “4a” (Step-Back) utilizando 2mL de NaClO al 5% p/v y una fase de activación “4b” utilizando 1 mL. En el control la activación fue con MDA, con conos de gutapercha N°40 o N°45 marca Dentsply®. Se realizó una MDA, de 100 veces con movimientos verticales de entrada y salida del canal, según el volumen permitido por éste hasta completar el mL. En el grupo experimental, la activación se realizó con limas ultrasónicas endodónticas marca NSK®, Endo kit 11 y 12, amarilla, ISO 20, mediante el NSK® Ultrasonic Scaler Varios 560, en el modo “E” (EndoMode), a una potencia media, en 3 ciclos de 20 segundos hasta completar volumen restante de 1 mL.



**Figura N°7:** Flujograma de las fases del tratamiento endodóntico de acuerdo con el protocolo clínico de irrigación de la FOUCH.

## **7. Procedimientos de laboratorio**

Las muestras recolectadas fueron trasladadas a tubos Eppendorf de 1,5 mL, centrifugadas a 4°C, a 10.000 rpm durante 5 minutos con el fin de eliminar posibles residuos y detritus presentes posterior a la recolección. Las muestras se mantuvieron refrigeradas a -20°C hasta el momento del análisis químico.

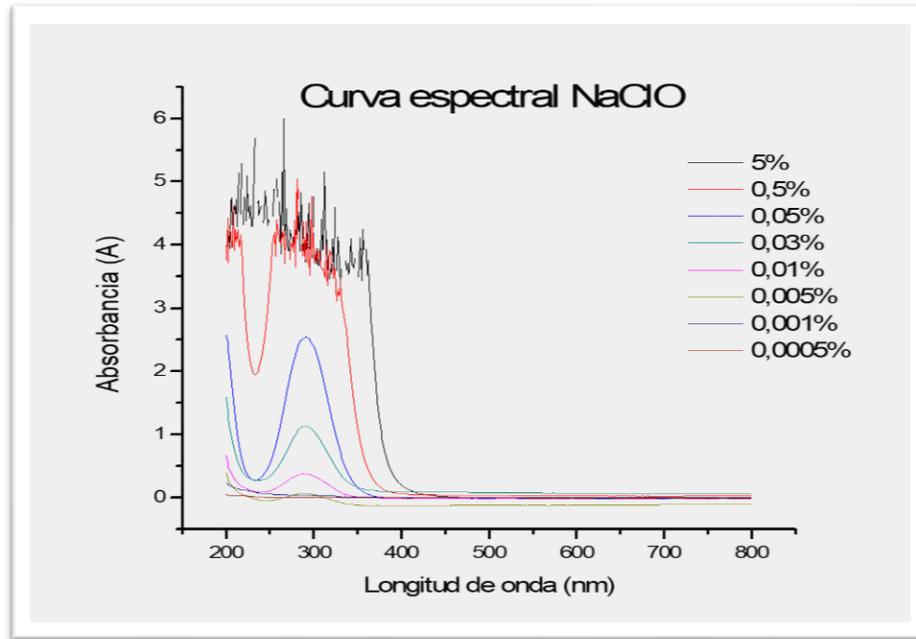
Por medio del método espectrofotométrico, las muestras fueron analizadas midiendo su absorbancia y determinando la concentración de NaClO desde las fases 1 a la 7.

Con el fin de lograr este objetivo se realizaron en forma secuencial los siguientes procedimientos:

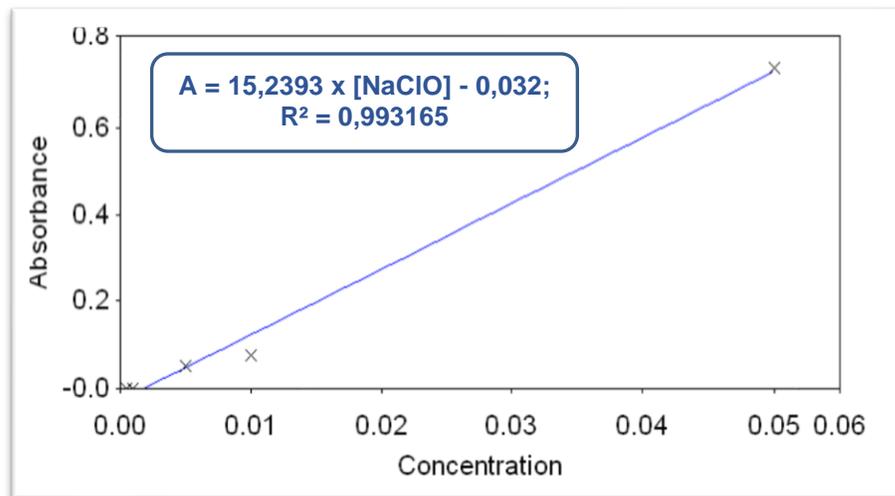
### **7.1. Determinación de la concentración de NaClO**

Espectro de absorción: En primer lugar, se tomó 1 mL de solución de NaClO al 5% p/v, se leyó la absorbancia en el rango UV-visible (200-800 nm) y luego se graficaron los datos obtenidos para obtener la curva espectral. Los altos niveles de absorbancia no permitieron determinar el  $\lambda_{\text{máx}}$ . Por lo tanto, a partir de la solución de NaClO al 5% p/v se realizaron diluciones seriadas, obteniendo soluciones de concentración conocida. En estas diluciones se determinó la longitud de onda a la cual NaClO tiene máxima absorbancia, el  $\lambda_{\text{máx}}$  (Gráfico 2), y se construyó la curva de calibración (Gráfico 3), entre 0,0005% y 0,05%, la cual se utilizó para determinar la concentración de NaClO en las muestras recolectadas.

Luego se midió la absorbancia de las muestras recolectadas a  $\lambda_{\text{máx}}$ , en un espectrofotómetro utilizando una cubeta de cuarzo (1 mL) contra agua destilada como blanco y se interpolaron los valores de absorbancia en la ecuación de la curva de calibración correspondiente a dicha solución, para obtener así el valor de la concentración.



**Gráfico N°2:** Espectros de Absorción de NaClO al 5% p/v y diluciones a distintas concentraciones.  $\lambda_{\text{máx}}$ : 292 nm.



**Gráfico N°3:** Curva de Calibración del NaClO.

Debido a que los valores de absorbancia obtenidos en las muestras recolectadas de las fases del tratamiento 1, 2, 3 y 4a y 4b medidas a  $\lambda_{\text{máx}}$ . de 292 nm, fueron mayores a los comprendidos en la curva de calibración, éstas se diluyeron por un factor de 100 y nuevamente se les midió la absorbancia. Finalmente, para las muestras 5, 6, 7 se utilizó el valor de absorbancia directamente en la ecuación de la curva sin diluir la solución.

## **8. Análisis estadístico**

A través del análisis de los resultados se buscó establecer las diferencias entre las concentraciones medidas de NaClO entre ambos grupos, control (uso de MDA), y experimental (uso de PUI). Los datos obtenidos fueron sometidos al test estadístico Shapiro-Wilk para determinar si se distribuían de forma normal, donde se observó una distribución normal, por lo que fueron comparados mediante la prueba T de Student (prueba paramétrica) para establecer la significancia encontrada, utilizando el software estadístico IBM SPSS. Se fijó un intervalo de confianza del 95% aceptando diferencias estadísticamente significativas cuando  $p < 0,05$ .

## IX. RESULTADOS

### Concentración NaClO:

Utilizando los valores de absorbancia y las curvas de calibración del NaClO, se determinaron las concentraciones y valores medios en las distintas fases del tratamiento endodóntico bajo el protocolo de irrigación propuesto.

En la tabla 5 se observa que tanto los valores máximos como mínimos son mayores en el tratamiento con PUI que con MDA (a excepción del mínimo en la fase 4a), lo que se corrobora al comparar la media de concentración de NaClO en cada fase (tabla 6), sin embargo, las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas ( $p > 0,05$  en cada caso, prueba T).

**Tabla N°5: Concentración máxima y mínima de NaClO, en fases de 1 a 4a. Comparación entre ambos grupos.**

	Concentración de NaClO % p/v			
	MDA		PUI	
	[NaClO]Máx	[NaClO]Mín	[NaClO]Máx	[NaClO]Mín
<b>Fase 1</b>	4,285	3,084	4,621	3,298
<b>Fase 2</b>	4,609	3,883	5,054	3,987
<b>Fase 3</b>	4,456	3,663	4,798	3,974
<b>Fase 4a</b>	4,395	3,938	4,950	3,663

**Fase 1:** Cavidad de acceso. **Fase 2:** Preparación 1/3 cervical y medio. **Fase 3:** Preparación 1/3 apical. **Fase 4a:** StepBack. **[NaClO]Máx:** Concentración máxima de NaClO. **[NaClO]Mín:** Concentración mínima de NaClO.

**Tabla N°6: Concentraciones media desviación estándar y valor p, en fases de 1 a 4a. Comparación entre ambos grupos.**

	Concentración de NaClO % p/v				Valor p
	MDA		PUI		
	Media	DS	Media	DS	
<b>Fase 1</b>	3,881	0,285	3,889	0,317	0,945
<b>Fase 2</b>	4,173	0,188	4,251	0,325	0,427
<b>Fase 3</b>	4,093	0,195	4,232	0,252	0,103
<b>Fase 4a</b>	4,153	0,119	4,171	0,331	0,838

**Fase 1:** Cavidad de acceso. **Fase 2:** Preparación 1/3 cervical y medio. **Fase 3:** Preparación 1/3 apical **Fase 4a:** StepBack. **DS:** Desviación estándar. **p:** Significancia

La tabla 7 muestra los valores de concentración de NaClO máximos y mínimos después de la activación. En la tabla 8 se señalan la media, desviación estándar y p, de NaClO, seguidos a la activación manual MDA y mecánica PUI respectivamente (fase 4b). En esta se puede observar que los valores medios de concentración de NaClO son mayores luego de la activación con PUI, al comparar con la activación con MDA, sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa.

**Tabla N°7: Concentración máxima y mínima de NaClO, en fase 4b. Comparación entre ambos grupos.**

	Concentración de NaClO % p/v			
	MDA		PUI	
	[NaClO]Máx	[NaClO]Min	[NaClO]Máx	[NaClO]Mín
<b>Fase 4b</b>	8,189	4,310	9,103	4,840

**Fase 4b:** Activación NaClO, MDA y PUI respectivamente. **[NaClO]Máx:** Concentración máxima de NaClO. **[NaClO]Mín:** Concentración mínima de NaClO

**Tabla N°8: Concentraciones promedio, desviación estándar y valor p, en fase 4b. Comparación entre ambos grupos.**

	Concentración de NaClO % p/v				
	MDA		PUI		Valor p
	Media	DS	Media	DS	
<b>Fase 4b</b>	5,763	1,225	6,559	1,501	0,123

**Fase 4b:** Activación NaClO, MDA y PUI respectivamente. **DS:** Desviación estándar. **p:** Significancia.

Posterior a la activación se procedió a irrigar ambos grupos con suero fisiológico, midiendo las concentraciones residuales de NaClO, la tabla 9 nos muestra los valores máximo y mínimo, que resultaron ser similares en ambos grupos, estando los mínimos incluso bajo los límites de detección (0,000). En la tabla 10 se muestran los valores promedios, desviación estándar y p, de NaClO en las fases 5, 6 y 7:

**Tabla N°9: Concentración máxima y mínima de NaClO, determinados en las fases 5, 6 y 7.**

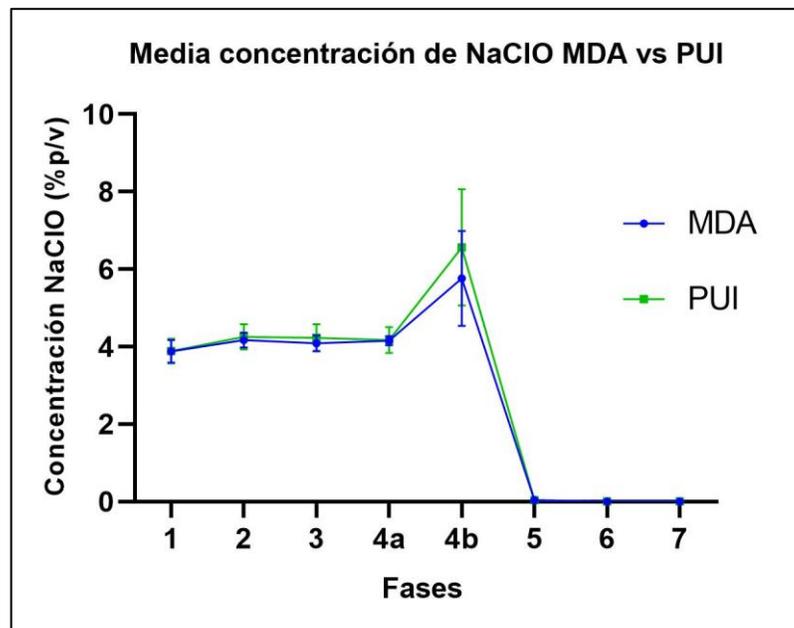
	Concentración de NaClO % p/v			
	MDA		PUI	
	[NaClO]Máx	[NaClO]Min	[NaClO]Máx	[NaClO]Mín
<b>Fase 5</b>	0,069	0,006	0,067	0,002
<b>Fase 6</b>	0,018	0,000	0,006	0,000
<b>Fase 7</b>	0,002	0,000	0,003	0,000

**Fase 5:** Primera irrigación con NaCl 0,9% p/v. **Fase 6:** Segunda irrigación con NaCl 0,9% p/v. **Fase 7:** Tercera irrigación con NaCl 0,9% p/v. **[NaClO]Máx:** Concentración máxima de NaClO. **[NaClO]Mín:** Concentración mínima de NaClO.

**Tabla N°10: Media, Desviación Estándar y valor p de la concentración de NaClO en las fases 5, 6 y 7.**

	Concentración de NaClO % p/v				Valor p
	MDA		PUI		
	Media	DS	Media	DS	
<b>Fase 5</b>	0,035	0,019	0,040	0,018	0,449
<b>Fase 6</b>	0,002	0,005	0,002	0,002	0,799
<b>Fase 7</b>	0,003	0,011	0,000	0,000	0,339

**Fase 5:** Primera irrigación con NaCl 0,9% p/v. **Fase 6:** Segunda irrigación con NaCl 0,9% p/v. **Fase 7:** Tercera irrigación con NaCl 0,9% p/v. **DS:** Desviación estándar. **p:** Significancia



**Gráfico N°4:** Comparación de la Media de la concentración de NaClO en las 7 Fases. MDA v/s PUI.

El gráfico 4 nos muestra los promedios de las concentraciones de NaClO medidas en todas las fases. Señalando la homogeneidad de los resultados en ambas fases.

**Comparación de las concentraciones de NaClO antes y después de activar para ambas técnicas de activación:**

En la tabla 11 se muestran los valores obtenidos de NaClO antes y después de la activación para ambas técnicas, PUI y MDA. En ambos casos se puede observar un aumento estadísticamente significativo en la concentración determinada de NaClO, luego de la activación ( $p < 0,001$ ).

**Tabla 11: Media, Desviación Estándar y valor p de la concentración de NaClO entre la fase 4a y 4b**

	Concentración de NaClO % p/v				Valor p
	MDA		PUI		
	Media	DS	Media	DS	
<b>Fase 4a</b>	4,152	0,118	4,171	0,331	0,001
<b>Fase 4b</b>	5,763	0,316	6,559	1,501	0,001

**Fase 4a:** StepBack. **Fase 4b:** Activación NaClO, MDA y PUI respectivamente. **DS:** Desviación estándar. **p:** Significancia.

## X. DISCUSIÓN

Cada tratamiento endodóntico se realiza para solucionar un caso clínico distinto y todos tienen el objetivo de alcanzar el éxito terapéutico, a partir de la eliminación de los microorganismos del SCR, la remoción adecuada del tejido pulpar inflamado o necrótico y la prevención de una futura recontaminación (Reyes y cols. 2015). En este ámbito, una correcta PQM del SCR es fundamental para el éxito del tratamiento endodóntico, no obstante se enfrenta al desafío que supone la compleja anatomía canicular, donde se ha descrito que hasta un 40% del área del SCR no es instrumentada (Wu y cols. 2003, Siqueira Junior y cols. 2018), igual desafío enfrenta la penetración del irrigante, pudiendo afectar la desinfección y prognosis del tratamiento (Zou y cols. 2010, Solana y cols. 2017).

Para poder eliminar las bacterias de las paredes del canal radicular, el irrigante debe alcanzar la mayor parte del SCR, ya que existen áreas que tienen el potencial de ser reservorios de microorganismos y que son inaccesibles para la instrumentación mecánica por sí sola (Siqueira y cols., 2000). Según Stuart y cols 2006, algunos microorganismos presentes en patologías pulpares y periapicales pueden alcanzar una penetración entre 300 a 500  $\mu\text{m}$  en los túbulos dentinarios, donde *Enterococcus faecalis* es capaz de extenderse en la dentina humana unos 500  $\mu\text{m}$ . Se ha descrito que de los irrigantes endodónticos, el NaClO, puede alcanzar una penetración de aproximadamente 300 $\mu\text{m}$ , a una concentración del 6% p/v en 20 minutos a 45°C. Además, la penetración del irrigante con aguja endodóntica de forma pasiva, entrega estas soluciones de 0 a 2 mm más allá de la punta de la aguja, lo que provoca que no llegue al tercio apical y además produciéndose un efecto de bloqueo de vapor (vapor lock) en esta zona (Munoz y Camacho-Cuadra 2012, Zou y cols. 2010).

Buscando mejorar la desinfección y promoviendo una mayor penetración a través del SCR se han introducido técnicas de activación del irrigante, principalmente del NaClO (Agarwal, y cols 2017). Las técnicas más utilizadas, son la MDA y PUI (Generalì y cols. 2018), validadas por Caron y cols (2010) quien concluye que la limpieza del canal radicular, se beneficia por la activación de soluciones, en comparación con la ausencia de esta durante el régimen de irrigación final.

Virdee y cols., (2018) concluyen algo similar señalando que las técnicas de activación del irrigante mejoran en forma sustancial la limpieza intracanal y recomiendan el uso durante la preparación del SCR. Sin embargo, los datos actuales son heterogéneos para comparar e identificar la superioridad de una técnica de activación sobre otra. Esto lleva a la necesidad de estandarizar los protocolos experimentales y desarrollar un modelo de investigación más representativo, para posteriormente evaluar resultados clínicos y la cicatrización periapical después del tratamiento endodóntico.

El propósito del presente estudio fue medir la variación de concentración que alcanza el NaClO, después de ser activado comparando dos técnicas de activación, MDA y PUI, para relacionarlo con otros estudios que han medido eliminación del barro dentinario y la penetración del irrigante en dentina (Generalí y cols. 2018). Estos estudios han generado resultados que se contradicen en la acción que generan los medios de activación, por lo que para este trabajo se tomó la previsión de desarrollar una metodología controlada, estandarizar los instrumentos, y utilizar las pautas actuales de un tratamiento endodóntico con PUI.

Se seleccionaron para ello 30 dientes, los cuales fueron divididos aleatoriamente entre el grupo control (MDA) y el experimental (PUI). El protocolo de irrigación aplicado correspondió al utilizado en Endodoncia de la Universidad de Chile, llegando hasta la etapa 7, etapa previa a la medicación intracanal del tratamiento endodóntico. En ambos grupos se incorporó la activación después de la PQM. Los valores de absorbancia medidos permitieron conocer las concentraciones de hipoclorito de sodio en las etapas de preparación del canal radicular, y en la etapa correspondiente a la etapa de activación con MDA y PUI.

Las concentraciones de NaClO obtenidas en las fases previas a la activación (tabla 4 y 5), muestran valores similares entre ambos grupos, situación ya señalada en trabajos anteriores (Farías 2018, Cruz 2018, Erices 2019). Post activación, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en las mediciones de concentración del NaClO entre la activación manual y la por ultrasonido (tabla 6 y 7). De acuerdo con estos resultados, la hipótesis planteada por este estudio se rechaza, ya que los resultados indican incrementos de concentraciones similares entre ambas

metodologías. Estos resultados concuerdan en términos generales con los obtenidos por Generali y cols., (2018), quien utilizó ambas técnicas y como parámetro de comparación, la penetración del NaClO en los túbulos dentinarios no obteniendo diferencias estadísticamente significativas. No obtuvieron diferencias Ahuja y cols 2014 cuando compararon la eliminación del barro dentinario, usando MDA y PUI. Lo mismo fue señalado por Andrabi y cols., (2014) y Virdee y cols., (2018).

Al analizar los resultados se observan incrementos de concentración del NaClO estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) en muestras activadas, en comparación con las no activadas (anexo 5). Similares resultados obtienen Yévenes y cols., (2017) y Pirela y cols., (2019), quienes informan aumentos de concentración por activación del 45% y 66% respectivamente. Los resultados obtenidos por activación del NaClO sin embargo, no concuerdan con lo descrito por Macedo y cols., (2013), quienes utilizando activación por PUI, encontraron un incremento del consumo de cloro libre disponible después de la activación, esto señalaría una disminución de la concentración de NaClO, lo que era coincidente con lo descrito por Stojic y cols (2010) quienes establecieron que “las moléculas de NaClO involucradas se consumen, lo que resulta en una disminución de la concentración y la actividad local”.

Una posible explicación a las diferencias encontradas con los estudios descritos anteriormente pueda deberse intrínsecamente al método de valoración de las concentraciones del NaClO mediante espectrofotometría. La espectrofotometría está diseñada para medir cantidad de luz absorbida o transmitida por una solución. Pero existen ciertas soluciones que presentan igual absorción bajo un mismo espectro de luz, dicho fenómeno se describe como punto isobéptico, y corresponde a una absorbancia en la cual se interceptan varios espectros de onda (Reinhardt y Coe, 1969). Esto podría determinar que los datos registrados por el espectrofotómetro puedan ser atribuibles al NaClO y sus productos de reacción (HClO y ClO<sup>-</sup>) con puntos coincidentes de absorbancia, y por lo tanto el dispositivo sugiere una mayor concentración de NaClO, a la realmente existente. Estudios anteriores describen puntos isobépticos entre el HClO y el dióxido de cloro a una  $\lambda_{\text{máx}}$  de 295nm (Wang y cols., 2011). Este hecho permitiría aclarar, por qué los

valores medidos de concentración de NaClO posterior a la activación con PUI son mayores a lo encontrado por Macedo y otros autores y también explicaría porque la MDA incrementa la concentración de NaClO.

Los resultados obtenidos señalan incrementos de concentración del hipoclorito de sodio post activación similares para ambas técnicas de activación, PUI y MDA. Para comprobar si estos incrementos de concentración del NaClO son reales, se sugiere realizar mediciones utilizando otras metodologías como HPLC-MASA, la que permite por cromatografía líquida separar compuestos y por espectroscopia identificar y cuantificar sustancias presentes en una muestra compleja, o utilizar la titulación yodométrica empleada por Macedo y cols., (2013).

De acuerdo con lo señalado por Prada y cols (2019), el mejor método de activación de los irrigantes endodónticos es la activación mecanizada con irrigación ultrasónica pasiva (PUI). Sin embargo, otros estudios anteriormente señalados, indican que los métodos de activación son comparables entre sí, y esto concuerda con los resultados finales obtenidos en esta investigación donde no se encontraron diferencias entre la activación con MDA y con PUI. Según lo recomendado por la literatura, se sugiere realizar más estudios que avalen la MDA, debido a que es una técnica simple y de bajo costo, por lo cual sería un reto poder implementarla en el servicio público, mejorando el pronóstico y éxito terapéutico de los tratamientos endodónticos (Virdee y cols 2018, Generali y cols. 2018)

En resumen, esta investigación demostró que el método por activación pasiva con ultrasonido (PUI) genera incrementos significativos en las concentraciones de hipoclorito de sodio durante el protocolo endodóntico, pero similares al compararlo con un tratamiento con activación manual (MDA), cuando es valorado por espectrofotometría.

## XI. CONCLUSIONES

A partir del presente trabajo de investigación se puede concluir que:

1. No existen diferencias significativas en los niveles de NaClO después de activar con MDA o con PUI.
2. La concentración de NaClO aumenta significativamente al ser activado con MDA y PUI.
3. Se detecta remanente de NaClO en las fases 5,6,7 en concentraciones similares a las obtenidas en otros estudios.

## XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abella F, de Ribot J, Doria G, Duran-Sindreu F, Roig M. 2014. Applications of Piezoelectric Surgery in Endodontic Surgery: A Literature Review. *J Endod.* 40(3):325–332. doi:10.1016/j.joen.2013.11.014. [accessed 2018 Nov 20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24565647>.
- Abuhaimed TS, Neel EAA. 2017. Sodium Hypochlorite Irrigation and Its Effect on Bond Strength to Dentin. *Biomed Res Int.* 2017. doi:10.1155/2017/1930360.
- Agarwal A, Deore RB, Rudagi K, Nanda Z, Baig MO, Fareez MA. Evaluation of apical vapor lock formation and comparative evaluation of its elimination using three different techniques: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 2017;18:790–4.
- Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M. 2009. Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: Impact of canal location and angulation. *Int Endod J.* 42(1):59–65. doi:10.1111/j.1365-2591.2008.01497.x.
- Basrani B, Haapasalo M. 2012. Update on endodontic irrigating solutions. *Endod Top.* 27(1):74–102. doi:10.1111/etp.12031.
- Dioguardi M, Di Gioia G, Illuzzi G, Ciavarella D, Laneve E, Troiano G, Lo Muzio L. 2019. Passive Ultrasonic Irrigation Efficacy in the Vapor Lock Removal: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sci World J.* 2019. doi:10.1155/2019/6765349.
- Fedorowicz Z, Nasser M, Sequeira-Byron P, de Souza RF, Carter B, Heft M. 2012. Irrigants for non-surgical root canal treatment in mature permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev.*(9). doi:10.1002/14651858.cd008948.pub2.
- Ferraz CCR, Berber VB, M. E. V, Teixeira FB, Gomes BPF, Souza-Filho FJ. 2003. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 34(6):424–428. doi:10.1046/j.1365-2591.2001.00410.x.

Forough Reyhani M, Rezagholizadeh Y, Narimani MR, Rezagholizadeh L, Mazani M, Barhaghi MHS, Mahmoodzadeh Y. 2017. Antibacterial effect of different concentrations of sodium hypochlorite on *Enterococcus faecalis* biofilms in root canals. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 11(4):215–221. doi:10.15171/joddd.2017.038.

Frais S, Ng YL, Gulabivala K. 2001. Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *Int Endod J*. 34(3):206–215. doi:10.1046/j.1365-2591.2001.00371.x.

Generali L, Campolongo E, Consolo U, Bertoldi C, Giardino L, Cavani F. 2018. Sodium hypochlorite penetration into dentinal tubules after manual dynamic agitation and ultrasonic activation: a histochemical evaluation. *Odontology*. 106(4):454–459. doi:10.1007/s10266-018-0355-4.

Ghorbanzadeh A, Aminsobhani M, Sohrabi K, Chiniforush N, Ghafari S, Shamshiri AR, Noroozi N. 2016. Penetration depth of sodium hypochlorite in dentinal tubules after conventional irrigation, passive ultrasonic agitation and Nd: YAG laser activated irrigation. *J Lasers Med Sci*. 7(2):105–111. doi:10.15171/jlms.2016.18.

Gu L, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. 2009. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*. 35(6):791–804. doi:10.1016/j.joen.2009.03.010. [accessed 2018 Nov 20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19482174>.

Haapasalo HK, Sirén EK, Waltimo TMT, Ørstavik D, Haapasalo MPP. 2000. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: An in vitro study. *Int Endod J*. 33(2):126–131. doi:10.1046/j.1365-2591.2000.00291.x.

Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. 2010. Irrigation in endodontics. *Br Dent J*. 54(2):291–312. doi:10.1038/sj.bdj.2014.204.

Lea SC, Walmsley AD, Lumley PJ. 2010. Analyzing Endosonic Root Canal File Oscillations: An In Vitro Evaluation. *J Endod*. 36(5):880–883. doi:10.1016/j.joen.2009.12.027.

Lottanti S, Gautschi H, Sener B, Zehnder M. 2009. Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer. *Int Endod J.* 42(4):335–343. doi:10.1111/j.1365-2591.2008.01514.x.

Mohammadi Z, Shalavi S, Giardino L, Palazzi F, Asgary S. 2015. Impact of ultrasonic activation on the effectiveness of sodium hypochlorite: A review. *Iran Endod J.* 10(4):216–220. doi:10.7508/iej.2015.04.001.

Möller ÅJR, Fabricius L, Dahlén G, Sundqvist G, Happonen RP. 2004. Apical periodontitis development and bacterial response to endodontic treatment. Experimental root canal infections in monkeys with selected bacterial strains. *Eur J Oral Sci.* 112(3):207–215. doi:10.1111/j.1600-0722.2004.00135.x.

Moreira RN, Pinto EB, Galo R, Falci SGM, Mesquita AT. 2019. Passive ultrasonic irrigation in root canal: systematic review and meta-analysis. *Acta Odontol Scand.* 77(1):55–60. doi:10.1080/00016357.2018.1499960.

Mozo S, Llena C, Forner L. 2012. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 17(3):e512-6. doi:10.4317/MEDORAL.17621. [accessed 2018 Nov 20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22143738>.

Munoz HR, Camacho-Cuadra K. 2012. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *J Endod.* 38(4):445–448. doi:10.1016/j.joen.2011.12.007.

Niu W, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. 2002. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J.* 35(11):934–939. doi:10.1046/j.1365-2591.2002.00594.x.

Pinheiro SL, Da Silva CC, Da Silva LA, Cicotti M, Da Silveira Bueno carlos E, Fontana CE, Pagrion LR, Dalmora NP, Daque TT, UF de Campos F. 2018. Antimicrobial efficacy of 2.5% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine, and ozonated water as irrigants in mesiobuccal root canals with severe curvature of mandibular molars. *Eur J Dent.* 12(1):94–99. doi:10.4103/ejd.ejd.

Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, Di Giorgio G, Testarelli L, Gambarini G. 2016. New Technologies to Improve Root Canal Disinfection. 27:3–8. doi:10.1590/0103-6440201600726.

Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Muwaquet-Rodríguez S, Albero-Monteagudo A. 2019. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. *J Clin Exp Dent*. 11(2):e185–e193. doi:10.4317/jced.55560.

Priyank H, Pandey V, Bagul A, Majety KK, Verma P, Choudhury BK. 2017. Evaluation of 4% sodium hypochlorite in eliminating *Enterococcus faecalis* from the root canal when used with three irrigation methods: An in vitro study. *J Contemp Dent Pract*. 18(3):214–217. doi:10.5005/jp-journals-10024-2019.

Radcliffe CE, Potouridou L, Qureshi R, Hababbeh N, Qualtrough A, Worthington H, Drucker DB. 2004. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*. 37(7):438–446. doi:10.1111/j.1365-2591.2004.00752.x.

Rico-Romano C, Zubizarreta-Macho Á, Baquero-Artigao MR, Mena-Álvarez J. 2016. An analysis in vivo of intracanal bacterial load before and after chemo-mechanical preparation: A comparative analysis of two irrigants and two activation techniques. *J Clin Exp Dent*. 8(1):e9–e13. doi:10.4317/jced.52585.

Rodrigues RCV, Antunes HS, Neves MAS, Siqueira JF, Rôças IN. 2015. Infection control in retreatment cases: In vivo antibacterial effects of 2 instrumentation systems. *J Endod*. 41(10):1600–1605. doi:10.1016/j.joen.2015.06.005.

Serper A, Özbek M, Çalt S. 2004. Accidental sodium hypochlorite-induced skin injury during endodontic treatment. *J Endod*. 30(3):180–181. doi:10.1097/00004770-200403000-00013.

Siqueira Junior JF, Rôças I das N, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. 2018. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res.* 32(suppl 1):2–19. doi:10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0065.

Van Der Sluis LWM, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. 2006. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J.* 39(6):472–476. doi:10.1111/j.1365-2591.2006.01108.x.

Spangberg L, Engström B, Langeland K. 1973. Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 36(6):856–871. doi:10.1016/0030-4220(73)90338-1.

Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. 2010. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: Effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod.* 36(9):1558–1562. doi:10.1016/j.joen.2010.06.021.

Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. 2006. *Enterococcus faecalis*: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod.* 32(2):93–98. doi:10.1016/j.joen.2005.10.049.

Topbas C, Adiguzel O. 2018. Endodontic Irrigation Solutions: A Review. *Int Dent Res.* 7(3):54. doi:10.5577/intdentres.2017.vol7.no3.2.

Virdee SS, Seymour DW, Farnell D, Bhamra G, Bhakta S. 2018. Efficacy of irrigant activation techniques in removing intracanal smear layer and debris from mature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 51(6):605–621. doi:10.1111/iej.12877.

Zehnder M. 2006. Root Canal Irrigants. *J Endod.* 32(5):389–398. doi:10.1016/j.joen.2005.09.014.

Zou L, Shen Y, Li W, Haapasalo M. 2010. Penetration of Sodium Hypochlorite into Dentin. *J Endod.* 36(5):793–796. doi:10.1016/j.joen.2010.02.005.

## XIII. ANEXOS

## ANEXO 1

### ACTA DE APROBACIÓN DE PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN



Ed 17/08/2014

#### ACTA DE APROBACION DE PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

Dra. MA. Torres Pdtte/ Dra. C.Lefmil Secr/ Dr. E. Rodríguez/ Srta. K. Lagos/ Dra. X.Lee/ Dra. B.Urzúa/ Srta. A. Herrera/ Srta. M.I. Cornejo

ACTA N°: 2014/02

1. Acta de Aprobación de Proyecto N° 2013/34
2. Miembros del Comité Ético-Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile participantes en la aprobación del Proyecto:

Dra. M <sup>a</sup> Angélica Torres V. Presidente CEC	Srta. Karin Lagos Secretaria (S)	Dra. Ximena Lee Miembro permanente del CEC
Dra. Blanca Urzúa Miembro permanente del CEC	Srta. Andrea Herrera Miembro permanente del CEC	Dr. Eduardo Rodríguez Miembro permanente del CEC

3. Fecha de la Aprobación: 28 de Mayo de 2014.
4. Título completo del manuscrito: "Determinación del Contenido Residual de P-Cloroanilina *Ex Vivo* y en Humanos, Producido en un Tratamiento Endodóntico Tras la Utilización de Hipoclorito al 5% y Clorhexidina al 2%". Proyecto FIOUCh, versión del 04 de Mayo, 2014.
5. Investigador Responsable: Dra. Silvana Maggiolo  
Depto. Odontología Conservadora.  
Facultad de Odontología, Universidad de Chile.  
Fono: 29781839 E-mail: silvanamaggiolo@gmail.com
6. Institución: Facultad de Odontología, Universidad de Chile.
7. Documentación Revisada:
  - Proyecto FIOUCh Completo, formato electrónico, titulado "Determinación del Contenido Residual de P-Cloroanilina *Ex Vivo* y en Humanos, Producido en un Tratamiento Endodóntico Tras la Utilización de Hipoclorito al 5% y Clorhexidina al 2%". Proyecto FIOUCh, versión del 04 de Mayo, 2014.
  - Documentos de Consentimiento Informado para donación de dientes para investigación: donantes adultos, donantes adolescentes, padres de donantes, versión 04/05/2014, del Proyecto de investigación "Determinación del Contenido Residual de P-Cloroanilina *Ex Vivo* y en Humanos, Producido en un Tratamiento Endodóntico Tras la Utilización de Hipoclorito al 5% y Clorhexidina al 2%". Proyecto FIOUCh, versión del 04 de Mayo, 2014.
  - Documento de Consentimiento Informado para participación de investigación de pacientes adultos, versión 04/05/2014, del Proyecto de investigación Determinación del Contenido Residual de P-Cloroanilina *Ex Vivo* y en Humanos, Producido en un Tratamiento Endodóntico Tras la Utilización de Hipoclorito al 5% y Clorhexidina al 2%". Proyecto



Ed 17/06/2014

FIOUCh, versión del 04 de Mayo, 2014. Carta compromiso de Directora(S) de la Clínica Odontológica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile 6 Mayo 2014.

- CV de co-investigador Ismael Yévenes López. Instituto de Ciencias Odontológicas.

### 8.- Carácter de la población

Se realizará una parte experimental *ex vivo* donde se usarán 20 dientes naturales sanos con indicación de extracción terapéutica solicitados en donación los cuales serán tratados endodónticamente. También se analizarán los tratamientos endodónticos de 20 pacientes, entre 18 y 70 años, de ambos sexos que requieren de algún tratamiento endodóntico de necropulpectomía. Sus tratamientos serán realizados bajo los protocolos enseñados en el área de endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile y se verificará en cada lavado de canales el residuo líquido al interior.

### 8.- Fundamentación de la aprobación:

El tratamiento endodóntico es hasta ahora la alternativa de tratamiento más conservadora y efectiva para la eliminación bacteriana en los conductos de las raíces dentarias infectadas. La completa eliminación del tejido pulpar inflamado, bacterias y otros restos de tejidos dentro del canal radicular, es realizada gracias a la limpieza mecánica y química del interior de los canales radiculares y en ocasiones se dejan medicaciones entre sesiones de limpieza al interior de los conductos.

Los tipos de irrigantes químicos de desinfección en ocasiones reaccionan, generando productos que a largo plazo pueden ser nocivos para los tejidos peridentarios, si éstos no son completamente eliminados (ejemplos: Paracloroanilina, como resultado de la interacción de Hipoclorito de Sodio al 5% y Clorhexidina al 2%).

Dado que los protocolos de lavado nunca han buscado establecer exactamente la cantidad de estos productos potencialmente tóxicos producidos al interior de los canales radiculares, y que eventualmente explicarían algunos de los fracasos a largo plazo de estas terapias, este estudio pretende analizar la concentración real de estos productos al interior del canal después de cada lavado durante el tratamiento endodóntico, usando el protocolo de irrigación de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. De esta forma, la única variación en el protocolo de tratamiento endodóntico será el proceso de toma de muestra de fluidos intracanales, que normalmente son descartados por secado. Así, se pretende verificar que las técnicas endodónticas preconizadas están siendo óptimas y seguras para la salud, o de otro modo mejorar los protocolos. Este estudio busca evidencias que ratifican las técnicas que nos han permitido por años mantener los dientes desvitalizados en boca, evitando así el dramático desdentamiento de la población.

Los investigadores se han comprometido a verificar en cada etapa la presencia de estos productos intraradiculares y en caso de encontrar alguno de ellos, han asegurado la protección de los individuos tratados realizando lo necesario para que no queden vestigios de ninguno de esos productos.



Ed 17/06/2014

Esta investigación se enmarca en los principios de respeto a los derechos de los participantes y los garantiza en todos los procedimientos, metodologías y procesos de investigación, así como en el manejo divulgación y archivo de los datos que se obtendrán.

Los protocolos de tratamiento son los realizados a todos los pacientes en forma rutinaria en la clínica Odontológica de la Facultad de Odontología y para ello los pacientes son informados de los riesgos y beneficios de este tratamiento en el esquema del sistema asistencial donde la clínica y el odontólogo especialista tratante responde y garantiza el tratamiento.

Los participantes serán informados del fin de esta investigación y la investigadora principal se ha comprometido a asegurarse de la comprensión de ella por los participantes al firmar un documento de Consentimiento Informado.

En consecuencia, el Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, Aprueba por unanimidad de sus miembros el estudio: Determinación del Contenido Residual de P-Cloroanilina *Ex Vivo* y en Humanos, Producido en un Tratamiento Endodóntico Tras la Utilización de Hipoclorito al 5% y Clorhexidina al 2%. Proyecto FIOUCH, versión del 04 de Mayo, 2014, bajo la conducción de la Dra. Silvana Maggiolo Depto. Odontología Conservadora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile.

Una vez finalizado el estudio el comité deberá ser informado de los resultados mediante carta formal o envío electrónico del informe final. Este Comité se reserva el derecho de monitorear este proyecto si lo considera necesario y el investigador deberá, bajo mutuo acuerdo, presentar los antecedentes solicitados.



Dra. María Angélica Torres V.  
Presidente CEC-FOUCH

C/C. Investigador Principal.  
Secretaría C.E.C.



**ANEXO 2**  
**FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARADONACIÓN**  
**DE DIENTES PARA INVESTIGACIÓN**



Fecha de edición: Stgo, 4 de Mayo de 2014

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA DONACION DE DIENTES PARA**  
**INVESTIGACIÓN**  
**(Donantes Adultos)**

**Nombre de Estudio:** "Determinación Del Contenido Residual De P-Cloroanilina Ex Vivo Y En Humanos Producido En Un Tratamiento Endodóntico Tras La Utilización De Hipoclorito Al 5% Y Clorhexidina Al 2%".

**Investigador Responsable:** Dra. Silvana Maggiolo  
 Depto. Odntologia Conservadora.  
 Facultad de Odontología, Universidad de Chile.  
 Sergio Livingstone Pohlhammer 943,  
 Independencia, Santiago.  
 Fono: 29781839, E-mail: silvanamaggiolo@gmail.com

**Nombre del Patrocinante:** Facultad de Odontología, Universidad de Chile

Proyecto revisado y aprobado por el Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

**Presidente CEC:** Dra. María Angélica Torres  
 CEC-FOUCh. 4º piso Edificio Admnsitrativo  
 Facultad de Odontología . U de Chile  
 Sergio Livingstone Pohlhammer 943, Independencia, Santiago.  
 Fono 29781703, en horarios de oficina  
 e-mail: cec.fouch@odontologia.uchile.cl.

**Nombre del Participante:** \_\_\_\_\_

Este Documento de Consentimiento Informado tiene dos partes:

- Información (proporciona información sobre el estudio para usted)
- Formulario de Consentimiento (para firmar si está de acuerdo en participar)

**Se le dará una copia del Documento completo de Consentimiento Informado**

Solicitamos a Usted su colaboración con este estudio. Antes de decidir si colabora o no, debe conocer y comprender los aspectos que se exponen a continuación. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto sobre el cual tenga dudas. Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea colaborar, entonces se le pedirá que firme este fomulario.



## EXPLICACION DEL PROYECTO

La invasión bacteriana en los canales de las raíces dentarias es crucial para el comienzo y mantenimiento de las enfermedades de las raíces de los dientes. Cuando esto ocurre, la alternativa de tratamiento más conservadora y efectiva es el tratamiento de conducto, de canales o tratamiento endodóntico. El éxito de éste depende en gran medida de una completa eliminación del tejido pulpar inflamado, bacterias y otros restos de tejidos dentro del canal radicular.

Para esto en la sesión clínica se recurre a limpiar los canales con instrumentos mecánicos y a lavar con productos químicos. Sin embargo hay casos en los cuales esto no es suficiente y hay que dejar una medicación dentro de los canales de una sesión a otra, el que ayuda a la desinfección del canal radicular.

Dentro de los irrigantes químicos más usados y efectivos está el Hipoclorito de Sodio al 5%, mientras que la medicación intracanal se realiza en algunas ocasiones con Clorhexidina al 2% (CHX 2%) o con Hidróxido de Calcio con suero, pero la CHX 2% es más fácil de manipular. Se ha visto, sin embargo, que al interactuar el Hipoclorito de Sodio al 5% y la CHX 2%, forman un compuesto llamado Paracloroanilina (PCA), de color café-anaranjado, que dificulta el tratamiento endodóntico obstaculizando el sellado de los canales, además puede ser tóxico para los tejidos que rodean al diente en concentraciones más altas.

Existen numerosas investigaciones que demuestran que la formación del compuesto de PCA se puede prevenir o al menos minimizar irrigando en forma abundante con suero fisiológico luego del uso de Hipoclorito de Sodio, procedimiento que es realizado sistemáticamente en el protocolo de tratamiento de endodoncia usado en esta facultad, pero se desconoce la concentración final de este producto en los canales radiculares después del uso de esta técnica de lavado.

El objetivo del presente estudio es estudiar la concentración real de paracloroanilina que se forma o no al interior del canal durante el tratamiento endodóntico, de dientes medicados con CHX 2%, y usando el protocolo de irrigación de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, que busca evitar la formación de éste. Así podremos analizar si nuestros tratamientos están siendo óptimos y seguros para la salud, o si por el contrario deberemos realizar cambios en los irrigantes utilizados para lograr este objetivo.

Lo hemos contactado porque usted requiere la extracción de algunos dientes que cumplen con los requisitos para este estudio (la extracción de un diente sano por indicación protésica u ortodóncicas, sin enfermedad periodontal ni otras enfermedades generales); y quisieramos solicitar a Usted la donación de los dientes extraídos.

Los dientes donados se utilizarán sólo con el fin recién expuesto y no se guardará ningún registro de su relación con el donante. Ningún otro tipo de estudio se realizará con los dientes. Una vez observados y descritos, los dientes serán destruidos y eliminados siguiendo los protocolos de bioseguridad vigentes.

La obtención de estas muestras en sí no presenta riesgos, ni costos adicionales para usted, pero el financiamiento del proceso quirúrgico de extracción será su responsabilidad.

No existe ningún tipo beneficio inmediato por la participación en el estudio ya que los dientes a utilizar son normalmente desechados. Sin embargo, como consecuencia de esta donación y de la investigación a realizar se espera contribuir a aplicaciones futuras en el ámbito clínico.



**Aclaraciones**

- La donación del o los dientes es completamente voluntaria
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted en caso de no aceptar la invitación.
- No tendrá que efectuar gasto alguno como consecuencia del estudio.
- No recibirá pago por su donación.
- Si usted desea conocer los resultados o tiene cualquier pregunta puede hacerla ahora o más tarde, acudiendo a Av. La Paz 571, Facultad de Odontología de Universidad de Chile, Áreas de Endodoncia o Química y comunicarse con la Dra Maggiolo los días Martes, Jueves o Viernes de 8 a 12 horas o al teléfono 29781839.
- También puede contactarse con el Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología cuyo presidente es la Dra. María Angélica Torres, al fono 29781703, en horarios de oficina o al mail [cec.fouch@odontologia.uchile.cl](mailto:cec.fouch@odontologia.uchile.cl).

**FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

He sido invitado a colaborar con la investigación de "Determinación Del Contenido Residual De P-Cloroanilina Ex Vivo Y En Humanos Producido En Un Tratamiento Endodóntico Tras La Utilización De Hipoclorito Al 5% Y Clorhexidina Al 2%". Entiendo que colaboraré donando los dientes que me serán extraídos, los que serán utilizados para la realización de tratamiento de canal y destruidos una vez tratados y observados. Sé que no existen beneficios para mi persona y que no se me recompensará por participar. Se me ha proporcionado el nombre de un investigador que puede ser fácilmente contactado y su dirección de correo electrónico.

He leído la información proporcionada. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente colaborar en esta investigación donando mis dientes extraídos.

Nombre del Donante \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_  
Santiago, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Sección a llenar por el Investigador o su representante:**

He explicado al Sr(a)..... la naturaleza de la investigación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento

Nombre y Firma del Investigador que toma el CI \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Nombre y Firma del Investigador Principal \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Nombre y Firma del director del Centro o de su Representante \_\_\_\_\_



## ANEXO 3

**FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA  
REALIZACIÓN DE TESIS (ANEXO A CONSENTIMIENTO ORIGINAL DL  
PROYECTO FIOUCH 13-015)****TOMA DE MUESTRAS DENTARIAS PARA PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN****COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL  
5%, AL ACTIVAR CON "ACTIVACIÓN MANUAL DINÁMICA CON CONOS DE  
GUTAPERCHA", V/S "IRRIGACIÓN ULTRASONICA PASIVA", ESTUDIO *EX  
VIVO*"**

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar, o no, en una investigación médica.

Catalina Simone Reyes Sepúlveda, alumna de Odontología que realiza la Tesis de Pregrado en el Departamento de Odontología Conservadora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, bajo la tutoría de la Dra. Silvana Maggiolo, está realizando un estudio cuyo objetivo Comparar el incremento de la concentración del irrigante hipoclorito de sodio 5% en endodoncia, al activar con irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y con agitación manual dinámica con conos de gutapercha en dientes *ex vivo*

Todos los datos relacionados con su persona e información personal serán guardados de forma confidencial. Las muestras serán almacenadas indefinidamente, con un código, hasta la utilización en el laboratorio para el fin anteriormente explicado y se utilizarán únicamente para el propósito de esta investigación.

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria, sin que su decisión afecte la calidad de la atención médica que le preste nuestra institución. Usted no se beneficiará económicamente por participar en esta investigación y el estudio no tendrá costos para usted.

Es posible que los resultados obtenidos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo, su identidad e información personal no será divulgada.

Si usted desea conocer los resultados de los análisis, deberá preguntarle al alumno responsable (Nombre: **Catalina Simone Reyes Sepúlveda**; celular: +569 89214771)

He leído lo anteriormente descrito, se me ha explicado el propósito de esta investigación médica y mis dudas han sido aclaradas. Con mi firma voluntaria de este documento consiento a donar mis dientes extraídos para este estudio de investigación. Se me entregará una copia firmada de este documento y si solicito información, ella me será entregada por los investigadores.

---

Nombre del donante

---

Fecha

Firma del donante

---

Nombre del individuo que obtiene el consentimiento

Firma

## ANEXO 4

### CARTA APROBACIÓN Y ASIGNACIÓN CODIGO FIOUCH



Santiago, junio 18 de 2014

**DIFO Nº** 0093 / 2014

**Mat.:** Aprobación y asignación código FIOUCH

Señora  
**Dra. Silvana Maggiolo Villalobos**  
 Departamento de Odontología Conservadora  
 Facultad de Odontología  
Presente

Estimada doctora Maggiolo:

Me permito informar a usted que su proyecto "Determinación Del Contenido Residual De P-Cloroanilina Ex Vivo Y En Humanos Producido En Un Tratamiento Endodóntico Tras La Utilización De Hipoclorito Al 5% Y Clorhexidina Al 2%" fue aprobado en el Concurso de Proyectos de Investigación en Odontología FIOUCH 2013.

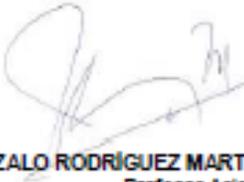
Dicho proyecto ha recibido el siguiente código de inscripción en la Dirección de Investigación: FIOUCH 13-015. La fecha de inicio es junio de 2014 y cuenta con una duración máxima de dos años (fecha de término: junio de 2016).

Recuerdo a usted que, según información entregada el 30 de agosto de 2013, todas las compras serán realizadas con el centro de costo de la Dirección de Investigación y las solicitudes de adquisiciones y de salida de bodega, deberán ser firmadas por el Director de Investigación; la Dirección Económica y Administrativa NO recibirá solicitudes de compras para proyectos FIOUCH que no provengan de la Dirección de Investigación.

Por lo señalado anteriormente, solicito a usted hacer llegar a esta Dirección el Formulario de Adquisición completo (se adjunta), cotizaciones en caso de ser necesario e indicar la fecha en que requiere los productos se encuentren en la Facultad.

Para formalizar el inicio del proyecto, solicitamos a usted firmar la carta de compromiso adjunta.

Sin otro particular, se despide cordialmente de usted,

**DR. GONZALO RODRÍGUEZ MARTÍNEZ**  
 Profesor Asistente  
 Director de Investigación

Dirección de Investigación, Sergio Livingstone Pohlhammer N° 943 3er Piso, Independencia  
 Fono: 2978 1845 / E-mail: [investigacion@odontologia.uchile.cl](mailto:investigacion@odontologia.uchile.cl) / <http://odontologia.uchile.cl>

**ANEXO 5**  
**CARTA AUTORIZACIÓN EXTENSIÓN PROYECTO FIOUCH**



Santiago, 9 de noviembre de 2016

**Mat.:** Autoriza extensión proyecto FIOUCH

Señor  
**Dr. Ismael Yévenes L.**  
Investigador Responsable  
Proyecto FIOUCH 13-015  
Presente

Estimado Dr. Yévenes:

En respuesta a su carta donde solicita prórroga del Proyecto FIOUCH 13/015, se le recuerda que en carta DIFO N° 0145/2015 del 27 de agosto de 2015 ya tuvo una extensión de plazo por 6 meses, que era hasta diciembre de 2016. Por tanto, el comité en esta oportunidad otorga el aplazamiento por 6 meses más, siendo hasta junio de 2017, cuando sus informes académico y económico deberán ser entregados en forma impostergable.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,



**Dra. Denisse Bravo Rodríguez**  
Directora de Investigación



**ANEXO 6**  
**CARTA AUTORIZACIÓN EXTENSIÓN PROYECTO FIOUCH**



Santiago, 16 de octubre de 2017

**Mat.:** Autoriza extensión Proyecto FIOUCH.

Señor

**Prof. Ismael Yévenes López**

Investigador Responsable

Proyecto FIOUCH 13/015

Presente

Estimado Prof. Yévenes:

En respuesta a su carta de fecha 16 de octubre del año en curso, donde solicita extender por un año, el plazo del Proyecto FIOUCH 13/015, titulado: "Determinación del contenido residual del p-cloroanilina (PAC) *ex vivo* y en humanos producido en un tratamiento endodóntico tras la utilización de hipoclorito al 5% y CHX 2%", informo a usted que su solicitud ha sido autorizada. Por lo tanto, el plazo de término del mencionado proyecto será el 31 de diciembre de 2018.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

**Dr. Alfredo Criollo C.**  
Director de Investigación



## ANEXO 7 PROTOCOLO DE IRRIGACIÓN

### PRIMERA SESIÓN:

1. Cavidad de acceso: Se realizará la cavidad de acceso endodóntico con piedra de diamante de alta velocidad (0.12, 0,14, 0.16) en esmalte, de acuerdo con el tamaño de la cámara pulpar del diente, refrigerando hasta llegar a dentina. En dentina se cortará con fresas de carburo-tungsteno redondas de baja velocidad de acuerdo con la anatomía del diente hasta realizar la comunicación con la cámara pulpar. Una vez que se comunique se irrigará con NaClO al 5% p/v con *Jeringa Irrigación Monoject 3mL*. Se realizará el destechamiento con la misma fresa con movimientos de tracción de adentro hacia afuera. Una vez finalizado el destechamiento, se realizará el cateterismo con una lima K fina N° 10 o 15 graduada a dos tercios de la longitud aparente del diente medida en la radiografía previa, irrigando durante todo el procedimiento con NaClO al 5%. → Recolección N° 1

La siguiente etapa en el acceso serán los desgastes compensatorios que en dientes anteriores corresponden al bisel incisal y desgaste de la convexidad palatina y en premolares, abordan las vertientes internas de las cúspides vestibular y palatina. Los desgastes serán efectuados con una fresa llama o Endo-Z de baja velocidad.

2. Preparación 1/3 cervical y medio (Crown Down): Con fresas Gates-Glidden. en una secuencia que se elige de acuerdo con el calibre del canal en los tercios cervical y medio. Las fresas deben graduarse a los dos tercios de la longitud aparente del diente medido en la radiografía previa. La secuencia para canales amplios será 3-2-1, para canales medios será 1-2-1 y para canales finos será un pre-flare con limas manuales y posteriormente la secuencia 1-2-1 irrigando con NaClO al 5%. → Recolección N° 2
3. Determinación Longitud de Trabajo (LT): Se realizará introduciendo la lima hasta que se visualice la punta de ésta por el foramen apical. Se dejará al ras con el foramen y esa longitud será definida como la longitud real del diente LRD, definiéndose la LT a -1mm de la LRD.

4. Preparación 1/3 Apical hasta Lima Maestra (LM) irrigando con NaClO al 5 % entre cada paso de lima. → Recolección N° 3
5. Retroceso (Step-Back): desde la LM hasta alcanzar el diámetro de la última fresa *Gates Glidden* utilizada al realizar el Crown Down (en la mayoría de los casos coincide con la fresa *Gates Glidden* #1 diámetro #50). Con esto se consigue unir la instrumentación del tercio apical con la preparación de los tercios cervical y medio del canal (técnica corono-ápico-medial). Se Irrigará con NaClO al 5 % entre cada paso de lima. → Recolección N°4
6. Secado del canal (con conos de papel).
7. Irrigación (IRR) con suero fisiológico. Irrigar con 3 jeringas de 3 mL cada una. → Recolección N° 5, 6 y 7
8. Secado (con conos de papel).
9. IRR con 1mL de EDTA al 10% durante 1 minuto. → Recolección N° 8
10. Secado (con conos de papel).
11. IRR con suero fisiológico. Irrigar con 3 jeringas de 3 mL cada una. → Recolección N° 9, 10 y 11
12. Secado (con conos de papel).
13. IRR con CHX al 2%. Irrigar con 1 jeringa de 3 mL. → Recolección N° 12
14. Doble sellado: Se obturará la cavidad de acceso del diente con doble sellado, Fermín y Vidrio Ionómero de autocurado y se sellará el ápice con cera rosada. Luego, se pondrá el diente en vial con suero fisiológico y estufa a 37° Celsius por una semana (tiempo habitual de medicación intracanal), simulando las condiciones del medio oral.

### **SEGUNDA SESIÓN:**

1. IRR con CHX 2%. Irrigar con 1 jeringa de 3 mL repasando con la LM. → Recolección N° 13

## ANEXO 8

### DISPOSITIVO PARA TOMA DE MUESTRAS

El dispositivo para toma de muestras fue creado y diseñado por el Dr. Mauricio Ruiz Nolf. Los materiales de construcción usados fueron elementos roscados de bronce (niples, conos de expansión y tees), cañería de cobre recocido de 3/16" de diámetro, un frasco de vidrio con tapa roscable de 28 mL de capacidad, aproximadamente 10 cm de manguera de poliamida negra de 3 mm de diámetro, y una aguja de grado medico 23G.

En la figura A se muestra el esquema del dispositivo. El vacío del eyector en a1 se transmite a través de la cañería a2 y de la tee a3 hasta el interior del contenedor de vidrio a4. El vacío dentro del contenedor a4 se aplica sobre la manguera de poliamida a5 hasta la aguja a6. Finalmente, el vacío se ejerce en la punta de la aguja en a7, lo que permite la succión de los fluidos contenidos dentro de la cavidad pulpar en dirección al frasco contenedor a4.

