

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

**TESIS**

**Efecto de disolución de tejido pulpar bovino  
con NaOCl de uso doméstico y dental.**

**PRESENTA:**

**C.D. Jonathan Barush Cervantes García**

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

**ASESOR DE TESIS: C.D.E.E. Benigno Miguel Calderón Rojas**

**COASESOR: M.C. Héctor Ruiz Reyes**

**COASESOR: M.C. Jesús Manuel Ortiz Madrigal**

**MORELIA, MICHOACÁN  
MÉXICO**

**Febrero, 2018**

## DEDICATORIA

*A mis padres Victor Cervantes Arce y Olivia García Arenas  
quienes han hecho posibles los más grandes logros de mi vida.*

*A mi hermano Gustavo y a mis hermanas Monse y Loretto  
por ser mi compañía y motivación todo el tiempo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por llenar de bendiciones mi vida y por hacer posible este día.

A mis padres Victor Cervantes Arce y Olivia García Arenas quienes son mi gran ejemplo y quienes me han brindado su apoyo incondicional durante toda mi vida, les agradezco por confiar en mis metas y cambiar todo su tiempo y esfuerzo por mis alegrías.

A mi hermano Gustavo y hermanas Monserrat y Loretto por apoyarme todo el tiempo y ser la mejor compañía con las que he pasado los mejores momentos de mi vida.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por abrirme sus puertas desde la preparatoria, en especial al Centro Universitario de Estudios de Posgrados e Investigación por brindarme la oportunidad de formar parte de la institución.

Especialmente al Dr. Benigno Miguel Calderón Rojas por ser un excelente profesor y sobre todo un gran ser humano, a quien agradezco por su tiempo, apoyo y paciencia al orientarme en la realización de esta tesis y otros trabajos, sobre todo gracias por brindarme su amistad. Sus conocimientos, palabras y consejos han sido de gran aportación en mi formación y en mi vida.

Al M.C. Héctor Ruiz Reyes por ser un excelente profesor y un gran ser humano. Por compartirme sus conocimientos, brindarme su apoyo, motivación y confianza durante esta etapa de mi vida y desarrollo profesional, sobre todo agradezco su amistad y su orientación que ha sido de gran ayuda en la realización de este y otros proyectos.

Al Dr. Jesús Manuel Ortiz Madrigal por sus observaciones, apoyo y motivación en la realización de esta tesis. A quien agradezco su ayuda en los momentos complicados del posgrado, por abrirme las puertas de su consultorio y por brindarme su valiosa amistad.

Al C.D. Juan Cortes Rodríguez por colaborar en este trabajo, siempre ambos con las ganas de aprender más, compañero de clases y amigo con quien compartí momentos importantes de la vida.

A mis profesores del posgrado por compartirnos sus conocimientos, por su paciencia y por saber guiarnos para ser buenos profesionistas.

Al personal administrativo por siempre ser amables y responsables en su trabajo.

A todos ustedes muchas gracias.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Resumen .....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Marco teórico .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Antecedentes generales .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.1. Definición de irrigación .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.2. Clasificación de las soluciones de irrigación .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.3. NaOCl como solución irrigadora .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.3.1. Definición .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.3.2. Antecedentes históricos .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.3.3. Mecanismo de acción .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.3.4. Citotoxicidad de NaOCl .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2. Antecedentes específicos .....</b>	<b>16</b>
<b>3. Planteamiento del problema .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1. Pregunta de investigación .....</b>	<b>24</b>
<b>4. Justificación .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1. Hipótesis de trabajo .....</b>	<b>25</b>
<b>5. Objetivos de la investigación .....</b>	<b>26</b>
<b>5.1. Objetivo general .....</b>	<b>26</b>
<b>5.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>26</b>
<b>6. Material y métodos .....</b>	<b>27</b>
<b>6.1. Universo de estudio .....</b>	<b>27</b>
<b>6.2. Clasificación del estudio .....</b>	<b>27</b>
<b>6.3. Criterios de elegibilidad .....</b>	<b>27</b>
<b>6.3.1. Criterios de inclusión .....</b>	<b>27</b>
<b>6.3.2. Criterios de no inclusión .....</b>	<b>27</b>
<b>6.4. Procedimiento metodológico .....</b>	<b>28</b>
<b>6.4.1. Muestras biológicas y soluciones de NaOCl .....</b>	<b>28</b>
<b>6.4.2. Fase experimental 1: Análisis Electroquímico .....</b>	<b>31</b>
<b>6.4.3. Fase experimental 2: Ensayos de disolución pulpar .....</b>	<b>31</b>

<b>6.4.4. Análisis Bioestadístico .....</b>	<b>34</b>
<b>7. Resultados .....</b>	<b>35</b>
<b>7.1. Comparación del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental en reposo .....</b>	<b>35</b>
<b>7.2. Comparación del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental en agitación .....</b>	<b>37</b>
<b>7.3. Comparación del efecto de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental en reposo y agitación .....</b>	<b>39</b>
<b>7.4. Comparación del efecto de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental .....</b>	<b>40</b>
<b>7.5. Análisis electroquímico de las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en reposo .....</b>	<b>41</b>
<b>7.6. Análisis electroquímico de las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en agitación .....</b>	<b>43</b>
<b>8. Discusión .....</b>	<b>45</b>
<b>9. Conclusión .....</b>	<b>48</b>
<b>10. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>49</b>

## RESUMEN.

**Antecedentes:** La literatura muestra que el hipoclorito de sodio (NaOCl) de uso doméstico es más utilizado en el tratamiento de conductos que el NaOCl para uso dental. Estas soluciones pueden presentar variaciones en sus características fisicoquímicas.

**Objetivo:** Comparar el efecto de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental.

**Material y Métodos:** Estudio experimental-comparativo. Se realizó un ensayo simple ciego para evaluar la capacidad de disolución de tejido con distintas marcas comerciales de NaOCl de uso doméstico y dental. Para ello se obtuvieron muestras de tejido pulpar bovino las cuales fueron puestas en contacto con 7ml de cada solución de NaOCl. Los ensayos de disolución se realizaron en reposo y en agitación. El pH de las soluciones se midió antes y después de los ensayos de disolución. Para el análisis estadístico se utilizó t de Student a IC95% y  $\alpha/2=0.05$ .

**Resultados:** El 100% de las soluciones de NaOCl doméstico disolvieron el tejido pulpar, tanto en su concentración íntegra como en diluciones y solo el producto comercial de uso dental VicDent 2% presentó efecto de disolución pulpar, mientras que el producto Viarzoni T en concentraciones de 2% y 5.25% no presentó esta propiedad. Al realizar los análisis electroquímicos, se observó que las soluciones de NaOCl que disolvieron pulpa presentaron potenciales de hidrógeno entre el rango de 11.3-12.8, sin embargo Viarzoni-T de uso dental presentó un pH=10.2 a concentración de 2% y pH=9.7 a concentración de 5.25%, siendo el único producto comercial que no disolvió tejido pulpar. El incorporar agitación a los ensayos experimentales permitió reducir el tiempo de disolución pulpar ( $p<0.05$ ).

**Conclusión:** Bajo las condiciones del presente estudio las soluciones de NaOCl doméstico presentaron mayor capacidad de disolución de tejido pulpar que las soluciones de NaOCl para uso dental.

**Palabras clave:** Hipoclorito de Sodio, soluciones irrigantes en endodoncia, disolución de tejido pulpar, mecanismo de acción, propiedades de NaOCl.

## **Abstract**

**Background:** The Literature shows that sodium hypochlorite (NaOCl) for domestic use is more used in root canal treatment than NaOCl for dental use. These solutions may present variations in their physicochemical characteristics.

**Aim:** To compare the bovine pulp tissue dissolution effect of NaOCl for domestic and dental use.

**Methods:** Experimental-comparative study. A simple blind study was performed to evaluate the tissue dissolution capacity with different commercial brands of NaOCl for domestic and dental use. For this purpose samples of bovine pulp tissue were obtained and placed in contact with 7 ml of each NaOCl solution. The dissolution tests were performed with and without agitation. The pH of the solutions was measured before and after the dissolution tests. Student's t test was used for statistical analysis at 95% CI and  $\alpha / 2 = 0.05$ .

**Results:** The 100% of domestic NaOCl solutions dissolved the pulp tissue, both at full and diluted concentrations. Only the commercial product 2% VicDent for dental use showed pulp dissolution effect, while 2% and 5.25% Viarzoni T commercial product did not show the same result. Once the electrochemical analysis was carried out, it was observed that the solutions of NaOCl which dissolved the pulp showed potentials of hydrogen in a range of 11.3 to 12.8. However Viarzoni-T for dental use presented a pH = 10.2 at a concentration of 2% and pH = 9.7 at a concentration of 5.25%, being the only commercial product that did not dissolve pulp tissue. The incorporation of agitation to the experimental tests allowed reducing the time of pulp dissolution. ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Within the limitations of the present study, the domestic NaOCl solutions showed greater ability to dissolve pulp tissue than dental use NaOCl solutions.

**Key words:** Sodium hypochlorite, irrigating solutions in endodontics, pulp tissue dissolution, mechanism of action, NaOCl properties.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el NaOCl es el agente irrigante más utilizado durante el tratamiento de endodoncia debido a sus propiedades químicas las cuales favorecen la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares<sup>1</sup>, la desventaja que presenta es la citotoxicidad que produce en contacto con tejidos periapicales<sup>2</sup>. Una de las propiedades importantes del NaOCl utilizado en endodoncia es la disolución del tejido orgánico lo cual brinda la habilidad de disolución de tejido pulpar del interior de la compleja anatomía del sistema de conductos radiculares<sup>3</sup>. Los factores que confieren a la solución de NaOCl mayor capacidad para disolver tejido orgánico son la concentración y pH principalmente<sup>4</sup>, otros factores como la temperatura y la agitación ultrasónica aumentan el mecanismo de acción del NaOCl<sup>5</sup>. Estudios han demostrado que las propiedades de las soluciones de NaOCl podrían variar de acuerdo al producto comercial utilizado<sup>6-7</sup>. Por lo cual la evaluación de las propiedades de las soluciones de NaOCl utilizadas para el tratamiento de conductos radiculares ha sido realizada en múltiples estudios con la finalidad de obtener resultados que demuestren los beneficios de sus características fisicoquímicas en el tratamiento endodóntico<sup>8-13</sup>. Actualmente en México existen distintos productos comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental utilizados en el tratamiento de endodoncia siendo los de uso doméstico los más utilizados<sup>7</sup>. Por lo que el evaluar y comparar las características de las soluciones a base de NaOCl de uso doméstico y dental es importante con la finalidad verificar que estos productos cumplan con las características necesarias para la irrigación en el tratamiento de los conductos radiculares.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES GENERALES

El principal objetivo del tratamiento de conductos radiculares es eliminar por completo el tejido pulpar inflamado e infectado con la finalidad de controlar la enfermedad periapical, los elementos empleados para lograr la limpieza y desinfección del interior de los conductos radiculares son la instrumentación mecánica y la irrigación química principalmente<sup>14</sup>. Por si sola la preparación mecánica tiene un efecto limitado en la reducción de la carga bacteriana intraconducto<sup>15</sup> debido a que la compleja y variable anatomía del conducto radicular dificulta el contacto de los instrumentos sobre todas las superficies infectadas<sup>16</sup>, por ello es necesario el empleo de agentes químicos con capacidad antimicrobiana como soluciones de irrigación durante el tratamiento endodóntico<sup>17</sup>.

#### 2.1.1. Definición de irrigación

De acuerdo con la Asociación Americana de Endodoncia la irrigación se define como “el lavado por una corriente de fluido; riego intraconducto que facilita la eliminación física de los materiales del conducto y la introducción de productos químicos para la actividad antimicrobiana, desmineralización, la disolución de tejido, blanqueo, desodorización y control de la hemorragia”<sup>18</sup>. Otros autores definen la irrigación de los conductos radiculares como un procedimiento quirúrgico en el cual se utilizan soluciones químicas durante y después de la instrumentación con la finalidad de lograr objetivos mecánicos, químicos y biológicos (tabla 1)<sup>19-20</sup>:

**Tabla 1. Objetivos de la irrigación.**

<b>Objetivos químico-mecánicos:</b>	<b>Objetivos biológicos:</b>
- Disolver el tejido orgánico e inorgánico	- Eliminación de microorganismos
- Lubricar el conducto radicular	- Inactivación de toxinas
- Remoción de residuos dentinarios	
- Prevenir la formación de barrillo dentinario o disolverlo una vez formado.	

Para lograr los objetivos anteriormente mencionados las soluciones utilizadas durante la irrigación en endodoncia deberían cumplir idealmente con las siguientes características (tabla 2)<sup>21,22,23,24</sup>:

**Tabla 2. Características ideales de una solución irrigante de conductos radiculares.**

<b>1. Actividad antimicrobiana amplia</b>
<b>2. Capacidad de disolución de tejido orgánico e inorgánico</b>
<b>3. No debe ser toxico para los tejidos</b>
<b>4. Capacidad de remover el debris dentinario</b>
<b>5. Prevenir la formación de barrillo dentinario</b>
<b>6. Actuar como lubricante durante la preparación mecánica</b>
<b>7. Ser efectivo germicida, fungicida y actuar en microorganismos organizados en biofilm</b>
<b>8. Permanecer estable en solución</b>
<b>9. Acción antimicrobiana de largo plazo</b>
<b>10. Mantenerse activo en presencia de sangre, suero y proteínas derivas de los tejidos</b>
<b>11. Tener baja tensión superficial</b>
<b>12. No interferir con la reparación periapical</b>
<b>13. No pigmentar la estructura dentaria</b>
<b>14. No alterar las propiedades físicas de la dentina</b>
<b>15. No tener efectos adversos en la obturación</b>
<b>16. Facilidad de uso y de almacenamiento</b>
<b>17. Bajo costo</b>
<b>18. Vida útil adecuada</b>
<b>19. Acción rápida</b>
<b>20. Ser incoloro, inodoro y de sabor neutro</b>

### **2.1.2. Clasificación de las soluciones de irrigación**

Diversos agentes químicos se han propuesto como soluciones de irrigación en endodoncia, los cuales se pueden clasificar de acuerdo a su mecanismo de acción en<sup>24-25</sup>:

1. Irrigantes no bactericidas: solución salina, solución anestésica, agua destilada.
2. Irrigantes bactericidas: hipoclorito de sodio (NaOCl), clorhexidina, peróxido de hidrógeno, yodo, cloruro de benzalconio, ozono y agua electrolizada.
3. Soluciones quelantes: ácido etilendiaminotetraacético, MTAD (mezcla de tetraciclina, ácido ascórbico y detergente neutro), tetraclean y ácido málico.

De entre las soluciones antes mencionadas el NaOCl es el agente irrigante más ampliamente utilizado en endodoncia<sup>1</sup> debido a su actividad antimicrobiana de amplio espectro<sup>26</sup> y a la capacidad de disolución de la materia orgánica<sup>27</sup> características que favorecen la limpieza y desinfección de los conductos radiculares.

### **2.1.3. NaOCl COMO SOLUCIÓN IRRIGADORA**

#### **2.1.3.1. Definición**

El NaOCl es descrito por la Asociación Americana de Endodoncia como un líquido de color amarillo verdoso pálido con un pH alcalino de 11, con olor fuerte a cloro, que actúa como solvente en contacto con tejidos orgánicos y con capacidad antimicrobiana potente, el cual es usado en concentración integral o en soluciones diluidas para irrigar los conductos radiculares<sup>28</sup>.

#### **2.1.3.2. Antecedentes históricos de su uso en medicina y en endodoncia**

En 1774 fue descubierto el cloro en su estado gaseoso por el químico Carl Wilhelm Scheele, una década después en 1789 el francés Claude-Louis Bertholet por medio de la dilución de cloro en agua obtuvo soluciones blanqueadoras y fue hasta 1810 que Sir Humphrey Davy consideró este gas como un elemento químico al cual le otorgo el nombre de Cloro<sup>29</sup>.

Bartholet en 1816 estableció que el cloro disuelto en agua produce una molécula llamada ácido hipocloroso (HOCl), por lo cual a Bartholet y Davy se les atribuye el identificar los dos estados químicos del cloro: 1) en su forma gaseosa como Cloro ( $Cl_2$ ) y 2) en solución acuosa como HOCl<sup>30</sup>.

Frenchman Labarraque en 1820 sustituyó la solución de potasa por una solución de sosa cáustica (NaOH) y obtuvo la solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) a la que se denominó “Eau Labarraque o soda clorada” la cual fue utilizada ampliamente como solución desinfectante de alimentos y agente blanqueador, así como en los ámbitos industrial y hospitalario<sup>31</sup>.

En 1915 Henry Drysdale Dakin comparo diferentes sustancias antisépticas sobre tejidos necróticos y determinó que el NaOCl en bajas concentraciones tenía la capacidad de disolución de tejido orgánico y actividad antimicrobiana potente<sup>32</sup>, por lo cual, Dakin y Alexis Carrel durante la primera guerra mundial utilizaron el NaOCl 0.5 % como antiséptico para heridas en una solución diluida neutralizada con ácido bórico<sup>33</sup>.

Las primeras referencias del empleo de soluciones cloradas en endodoncia se atribuyen a Coolidge quien en 1919 menciona que el uso de soluciones como la dicloramina-T, cuyo contenido es a base de cloro, tiene capacidad para desinfectar conductos radiculares con necrosis pulpar<sup>34</sup>.

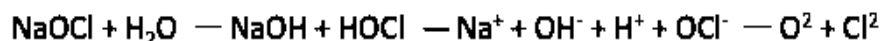
Crane en 1920 por primera vez utilizó la solución de Dakin en la desinfección de conductos radiculares como medicación intraconducto sin obtener resultados favorables<sup>35</sup>. Años después, en 1936, Walker sugiere que el uso de estas soluciones sería efectivo en la desinfección y disolución de tejido orgánico durante el tratamiento de conductos radiculares<sup>36</sup>.

### 2.1.3.3. Mecanismo de acción

El NaOCl disuelto en agua forma dos moléculas, el HOCl y el ion hipoclorito (OCl<sup>-</sup>)<sup>30</sup>. El HOCl y los iones OCl<sup>-</sup> conducen a la degradación e hidrólisis de los aminoácidos de la membrana celular bacteriana y tejido orgánico<sup>37</sup>.

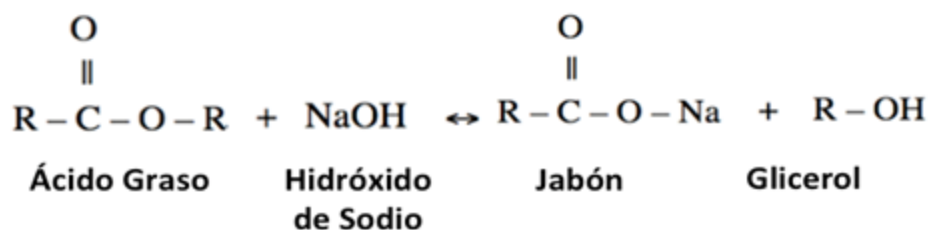
El pH es determinante en las propiedades biológicas del NaOCl<sup>38</sup>, cuando este se disuelve en agua la solución adquiere un pH alcalino en donde predomina el ion OCl<sup>-</sup> relacionado con actividad oxidativa, mientras que en soluciones ácidas predominará la molécula de HOCl la cual posee capacidad bactericida<sup>39-40</sup>. Además del pH otros factores como la concentración de la solución, el tiempo de exposición, la interacción con otras sustancias, la temperatura y la activación ultrasónica son factores que influyen en el mecanismo de acción del NaOCl<sup>41</sup>.

El NaOCl en contacto con agua se disocia en diferentes moléculas, una de estas moléculas es el Hidróxido de Sodio (NaOH)<sup>42</sup> (**Figura 1**):



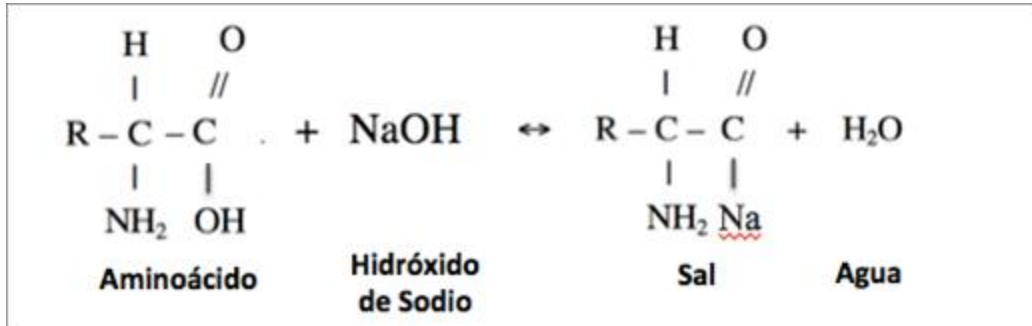
**Figura 1.** Reacción de NaOCl con H<sub>2</sub>O.

El NaOCl por medio de la formación de NaOH reacciona con ácidos grasos y lípidos desnaturalizándolos convirtiéndolos en sales de ácidos grasos y glicerol, proceso que se denomina reacción de saponificación<sup>43-44</sup> (**Figura 2**).



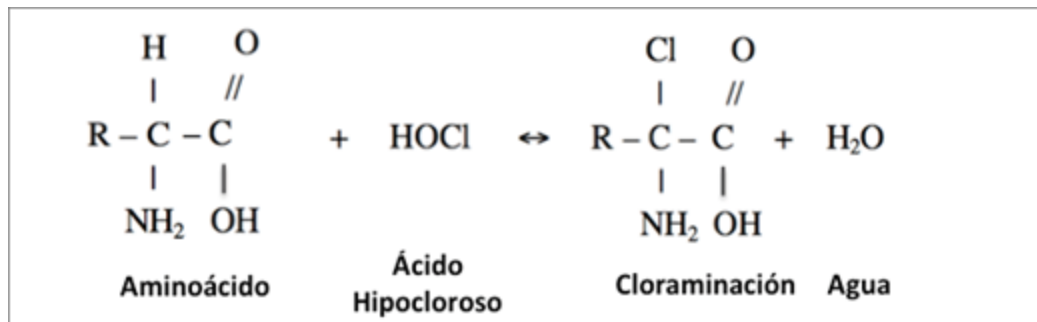
**Figura 2.** Reacción de saponificación.

Por otra parte, el NaOH neutraliza aminoácidos formando agua y sales, a estas reacciones se les denomina neutralización. En este proceso el ion hidroxilo es liberado lo que disminuye el pH de la solución<sup>43-44</sup> (**Figura 3**).



**Figura 3.** Reacción de neutralización.

El HOCl presente en la solución de NaOCl y formado en la disociación de la molécula libera cloro que reacciona con los grupos amino proteico (NH) para formar cloraminas, procedimiento al que se da el nombre de cloraminación (**Figura 4**). Las cloraminas interfieren en el metabolismo celular al inhibir enzimas bacterianas y oxidar de forma irreversible los grupos sulfidrilo (SH)<sup>42-45</sup>.



**Figura 4.** Reacción de cloraminación.

#### **2.1.3.4. Citotoxicidad de NaOCl**

El NaOCl es un agente químico con la capacidad de romper enlaces peptídicos lo que resulta en la disolución de proteínas<sup>46</sup>, su efecto citotóxico depende de la concentración y el pH de la solución<sup>47</sup>. Concentraciones elevadas como las de los productos a base de NaOCl de uso doméstico tienen mayor capacidad de producir toxicidad cuando estos son inyectados en los tejidos blandos<sup>48</sup>. Una de las complicaciones del uso de NaOCl durante la irrigación de conductos radiculares es su extrusión hacia tejidos periapicales la cual se caracteriza por dolor, edema y hematoma. Estos signos clínicos, propios de este accidente de procedimiento, son resultado de la hemólisis, inhibición de la migración de neutrófilos, aumento de la liberación de mediadores químicos y daño a células endoteliales y fibroblastos<sup>48-49</sup>. Gilioli et al (2014) demostraron que el NaOCl en concentraciones de 0.5%, 2.5% y 5.25% al reaccionar con tejidos orgánicos produce 4 subproductos: cloroformo, benzaldehído, hexacloroetano y diclorometilbenceno que tienen características de compuestos químicos organoclorados los cuales producen riesgos en la salud ya que se acumulan en tejido adiposo y tienen potencial carcinogénico<sup>50</sup>. Estudios como el realizado por Arroyo et al (2016) muestran que la membrana plasmática de eritrocitos sufre cambios morfológicos al contacto con NaOCl<sup>51</sup>. Además, aunque no es frecuente, se ha reportado hipersensibilidad ante el uso de NaOCl durante el tratamiento de conductos<sup>52-53</sup>. Por lo señalado anteriormente el uso de NaOCl en el tratamiento endodóntico demanda al clínico el conocimiento de las posibles complicaciones y efectos tóxicos específicos en el organismo ante un posible accidente así como su manejo clínico adecuado<sup>54,55</sup>.

## 2.2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

**Frais & Gulabivala (2001)** realizaron un estudio con la finalidad de evaluar el efecto que tienen las características del almacenamiento, la dilución de las soluciones y el aumento de la temperatura sobre la cantidad de cloro disponible en soluciones de NaOCl. Para ello incluyeron 96 botellas de un litro de NaOCl las cuales se dividieron en 4 grupos de acuerdo a las siguientes condiciones de almacenamiento: Grupo 1) botellas de 1 litro de NaOCl en oscuridad y a temperatura ambiente; Grupo 2) botellas de 500 ml de NaOCl en oscuridad y a temperatura ambiente; Grupo 3) botellas de 200 ml de NaOCl en oscuridad y a temperatura ambiente; Grupo 4) botellas de 200 ml almacenados en la oscuridad a 37°C. Las mediciones de cloro disponible en las soluciones de NaOCl se realizaron inicialmente en la primera y segunda semanas y posteriormente al mes, 2, 3, 4 y 6 meses. Los resultados muestran que en todo el período de evaluación no existió diferencia estadísticamente significativa en la cantidad de cloro disponible en los 3 primeros grupos en donde las soluciones de NaOCl se almacenaron en oscuridad y a temperatura ambiente, mientras que en el cuarto grupo las soluciones de NaOCl almacenadas a una temperatura de 37°C y en oscuridad presentaron una disminución en la cantidad de cloro disponible conforme aumentó el periodo de evaluación. Los autores sugieren tener cuidado en las condiciones de almacenamiento para evitar cambios en las propiedades de las soluciones de NaOCl<sup>9</sup>.

**Christensen et al. (2008)** evaluaron la concentración, el tiempo y la capacidad de disolución de tejido muscular porcino del NaOCl con pH 12, pH 9 y pH 6. Los grupos experimentales fueron: Grupo 1: solución salina (control); Grupo 2: NaOCl 5.25% - pH 12; Grupo 3: NaOCl 2.6% - pH 12; Grupo 4: NaOCl 5.25% - pH 9; Grupo 5: NaOCl 2.6% - pH 9; Grupo 6: NaOCl 5.25% - pH 6; Grupo 7: NaOCl 2.6% - pH 6. A partir de la solución de NaOCl 5.25% y 2.6% con pH 12 las soluciones con pH 9 y pH 6 fueron preparadas añadiendo con una pipeta ácido clorhídrico (HCl), el valor de pH fue confirmado con un potenciómetro digital. En cada grupo se realizaron evaluaciones en intervalos de 5, 15 y 30 minutos, a

excepción del grupo control en el que únicamente se hizo una evaluación a los 5 minutos. Para cada intervalo de tiempo utilizaron 10 muestras de tejido resultando un total de 90 muestras (n=90), las cuales fueron pesadas utilizando una balanza digital Santorius para posteriormente ser colocadas en 10 ml de cada solución e intervalo de tiempo a evaluar. Cada solución con la muestra de tejido fue agitada periódicamente. Al finalizar el tiempo de evaluación las muestras fueron retiradas de la solución, se secaron con papel absorbente y fueron pesadas para registrar el porcentaje de pérdida de peso de tejido. Los resultados muestran que cuando se examinó la disolución de tejido únicamente en relación con valor del pH, no hubo diferencia significativa entre los grupos de pH 12 y pH 9, pero se encontró una diferencia estadísticamente significativa al comparar ambos grupos con el de pH 6. Por la tanto el disminuir el pH de la solución de NaOCl requerirá un mayor tiempo de contacto para lograr la disolución del tejido sin importar la concentración de la solución. Además cuando se compararon los tiempos de evaluación, se demostró que los tiempos de exposición más largos dieron lugar a una mayor disolución del tejido<sup>4</sup>.

**Camps et al. (2009)** evaluaron la vida útil, la capacidad de disolución de tejido pulpar bovino y las propiedades antimicrobianas de una solución de NaOCl neutralizada al 2.5%. La vida útil se evaluó a partir de una solución de NaOCl 10% grado técnico la cual se mezcló con HCl para obtener una concentración de 2.5% con pH 7.5. Para evaluar el efecto de disolución de tejido de dientes de bovino se obtuvo pulpa la cual fue almacenada en solución salina. Se formaron 4 grupos de evaluación, G1: NaOCl 0.5%, G2: NaOCl 2.5% no modificado, G3: NaOCl 2.5% neutralizado y G4: solución salina (control), cada grupo tenía 20 muestras de tejido (n=20). En tubos de microcentrífuga se colocó 1ml de cada solución a evaluar y 0.1g de tejido pulpar, los tubos se agitaron a 150 rpm por 5, 10, 15 y 20 minutos. El estudio se realizó por quintuplicado. Al finalizar los tiempos establecidos se evaluó el peso del tejido pulpar disponible, el pH y el contenido de cloro de las soluciones. Los resultados no mostraron diferencia estadística significativa entre las soluciones al evaluar la pérdida de peso del tejido a los 5 minutos, sin

embargo, si existió diferencia a los 10, 15 y 20 minutos, la solución de NaOCl 2.5% no modificada fue más eficaz. Al comparar el pH de las soluciones no existió diferencia estadística significativa aún al aumentar el tiempo de evaluación. El porcentaje de cloro disponible no mostró diferencia estadística significativa entre las soluciones a los 5 minutos pero si se reportó diferencia a los 10, 15 y 20 minutos lo que indicó que existe influencia del tiempo y la concentración de la solución de NaOCl<sup>13</sup>.

**Stojicic et al. (2010)** realizaron un estudio comparativo del efecto que la concentración, temperatura y agitación de distintos productos a base de NaOCl tienen sobre la disolución de tejido bovino. En el estudio se incluyó NaOCl 6% de grado reactivo y dos soluciones hipocloradas de distinta marca a concentración de 5.8%, una de ellas convencional y la otra con un agente tensoactivo, a partir de la solución de grado reactivo se prepararon diluciones de 1%, 2%, 4% y 5.8%. Para la disolución se obtuvieron muestras de tejido bovino con tamaño y forma similares con un peso de 68 mg. Los experimentos se realizaron a temperatura ambiente, 37°C y 45°C, para los dos últimos se utilizó baño de agua a temperatura controlada la que se confirmó por medio de un termómetro. Para añadir movimiento a las soluciones se utilizaron distintos medios de agitación: ultrasónico, sónico y pipeteado. Las puntas de los diferentes medios de agitación fueron colocadas a 5 mm de distancia de la muestra de tejido sin tocarlo y la agitación se realizó durante 15 segundos por minuto en un período de evaluación de 5 minutos. Las muestras de tejido fueron pesadas en una balanza electrónica, antes de colocarlas en vasos de precipitados con 10 ml de NaOCl y separadas en baño de agua con temperatura controlada durante 5 minutos para posteriormente pesarlas de nuevo y obtener un porcentaje de pérdida de peso. Los resultados demostraron que el aumento de la temperatura y la agitación de forma continua de la solución de NaOCl aumenta el efecto de disolución de tejido, además, la presencia de agentes tensoactivos en las soluciones demostraron mayor eficacia en la disolución de tejido<sup>5</sup>.

**Jungbluth et al. (2012)** evaluaron las propiedades fisicoquímicas de seis marcas de NaOCl de uso doméstico y una marca de uso dental. El estudio se dividió en dos etapas, en la primera se evaluó el cloro disponible, el pH y la capacidad alcalina de las soluciones en su presentación original. En la segunda etapa de evaluación se utilizaron diluciones de los productos comerciales a concentración de 1% y se evaluó el cloro disponible, pH, la capacidad alcalina, osmolaridad, tensión superficial y la capacidad de disolución de tejido; una solución de NaOCl 1% grado técnico sirvió como control. La cantidad de cloro disponible se tituló yodométricamente, y el pH se midió con un potenciómetro. Para la disolución de tejido pulpar se incluyeron 110 diez pulpas bovinas de tamaño similar las cuales fueron secadas con membrana de celulosa y pesadas en una balanza analítica. Las muestras se dividieron en 11 grupos, siete formados por NaOCl de uso doméstico, dos por NaOCl de uso dental de lotes diferentes, otro grupo formado por NaOCl grado reactivo y otro por solución salina (control negativo). Las muestras se colocaron en tubos de ensayo a 37°C con 2ml de las soluciones por 3 minutos, enseguida se retiraron de los tubos, se enjuagaron, secaron y volvieron a pesar para calcular la pérdida de peso. Los resultados muestran una concentración de 5% a 6% en las soluciones comerciales de NaOCl en presentación original a excepción de los productos que contenían aromatizante en los que la concentración de NaOCl se redujo a la mitad. Todas las soluciones de NaOCl mostraron la misma capacidad de disolución del tejido pulpar<sup>10</sup>.

**Cárdenas et al. (2012)** realizaron un estudio que tuvo por objetivos: 1) obtener un referente sobre el modo de empleo de soluciones a base de NaOCl en la práctica endodóntica en México y 2) determinar la concentración de distintas soluciones comerciales de NaOCl utilizadas en endodoncia. Para lograr el primer objetivo los autores realizaron una encuesta a miembros de la Academia Mexicana de Endodoncia en 2010, los resultados mostraron que de 192 encuestados 77.1% utilizan únicamente NaOCl como irrigante durante el tratamiento endodóntico. La marca comercial más utilizada resultó ser Cloralex (43.2%) seguida de Clorox (30.2%), Viarzoni-T (16.7%), Great Value (1.0%), Los Patitos (0.5%) y otras

marcas (8.3%). El 35.9% de los encuestados usa el NaOCl directo de la botella, 19.8% utilizan las concentraciones de 5% y 2.5%, el 17.2% lo diluyen en partes iguales y el resto lo usa variando cantidades entre NaOCl y agua. Para determinar la concentración de las soluciones de NaOCl se incluyeron 6 distintos productos comerciales, de cada uno de ellos se obtuvieron 10 muestras de dos lotes distintos, a cada muestra se le realizaron 15 titulaciones yodométricas para alcanzar un total de 150 por cada marca comercial. Los resultados mostraron las siguientes concentraciones medias: Clorox Regular Bleach (6.34%), Clorox concentrado (5.43%), Cloralex (5.40%), Great Value (6.21%), Los Patitos (5.82%) y Viarzoni-T (2.86%), al comparar estas concentraciones con las señaladas en la etiqueta los autores reportan diferencias como en el caso de Viarzoni-T que en la etiqueta específica al 2% y en la titulación yodométrica mostró una concentración media de 2.86%<sup>7</sup>.

**Zaia et al. (2013)** evaluaron el efecto de NaOCl 2.5% y 5.25% en la disolución de tejido pulpar humano en la porción apical de raíces mesiales de molares inferiores con istmos y su efecto de disolución en tejido pulpar bovino. Para evaluar la disolución de tejido pulpar humano se incluyeron 30 conductos mesiales de piezas recientemente extraídas y al azar se dividieron en tres grupos (n=10). Se verificó la permeabilidad apical y se determinó la longitud de trabajo, se instrumentó con el sistema Mtwo y se irrigó con NaOCl durante 45 minutos, el primer grupo se irrigó con NaOCl 2.5%, el segundo con NaOCl 5.25% y el tercero con solución salina (grupo control). Después de ello 4mm apicales fueron seccionados y preparados para su observación histológica. Con la finalidad de evaluar la disolución de tejido pulpar bovino se seccionaron dientes bovinos para obtener fragmentos de tejido pulpar a un peso estandarizado de 0.20 gr, las muestras se colocaron en frascos color ámbar con 1 ml de NaOCl 2.5% y 5.25% en agitación constante a 37°C durante 30 minutos. Se calculó el tiempo de disolución y el porcentaje de pérdida de peso. Los resultados histológicos mostraron que no existe diferencia estadística significativa en el efecto de disolución de tejido pulpar de dientes humanos al utilizar NaOCl 5.25% y 2.5% durante la irrigación en conductos radiculares con

istmos. En cambio, el NaOCl 5.25% presentó mayor capacidad de disolución de tejido pulpar bovino en comparación con NaOCl 2.5%<sup>12</sup>.

**Dammanpreet et al. (2014)** realizaron una encuesta vía electrónica a 1970 dentistas de un Consejo Estatal Dental en Himachal Pradesh India, con la finalidad de conocer las características de la práctica de irrigación durante el tratamiento endodóntico. Las preguntas del cuestionario estaban relacionadas con la solución irrigante de elección, la concentración en la que se emplea el irrigante, la remoción de residuos y la combinación con otros agentes químicos. Los resultados señalan a la capacidad antimicrobiana de la solución como la propiedad más importante al momento de elegir la solución principal de irrigación, seguida en orden de otras razones como la biocompatibilidad, la disolución de tejido, el costo y la sustentividad. La mayoría de los encuestados (38%) indicaron que usan la solución de NaOCl como irrigante de primera elección, de entre ellos el 61% utiliza la solución a una concentración mayor de 5%, un 32% lo emplean en un rango que va de 1.5 a 5% mientras que el 7% restante consideran optar por una concentración menor a 1.5%. Los autores consideran que las soluciones de irrigación de conductos radiculares deben ser utilizadas de manera inteligente de acuerdo al caso<sup>56</sup>.

**Montealegre et al. (2014)** evaluaron la concentración, pH y la capacidad de disolución de tejido pulpar de soluciones comerciales a base de NaOCl (Clorain®, Cloro Prolim y Cloro Lemen) utilizadas en la irrigación de conductos radiculares en tres centros de atención odontológica de Costa Rica. Para evaluar la concentración y el pH las soluciones de NaOCl se colocaron en envases de vidrio de 500 ml color ámbar. Un químico experto, sin conocer el origen de las muestras, midió la concentración de las soluciones mediante titulación volumétrica con tiosulfato de sodio y yoduro de potasio, el pH se estableció por medio de un potenciómetro. Para las pruebas de disolución de tejido pulpar se utilizaron 100 dientes de origen bovino de los cuales se obtuvieron 60 fragmentos de pulpa de

tamaño similar. Las muestras fueron secadas con una gasa y un desecador a base de piedra sílice para ser pesadas en una balanza analítica. Para esta prueba se formaron 6 grupos: A) Clorain® 3.5%, B) Cloro Prolim 6%, C) Cloro Lemen 2%, D) Clorain® 2%, H) NaOCl 5.26% grado reactivo control positivo y lentocaína 3% como control negativo. Para cada una de las presentaciones de NaOCl a evaluar y en el grupo negativo se utilizaron 10 tubos de ensayo con 15 ml de solución en donde se sumergieron 10 muestras de pulpa por un lapso de 5 minutos. Enseguida, las muestras se retiraron de los tubos, se enjuagaron con agua destilada y se secaron con una gasa y desecador para ser pesadas por segunda vez y obtener el porcentaje de pérdida de peso. Los resultados mostraron un pH alcalino en todas las soluciones de NaOCl. El análisis volumétrico reflejó que la concentración de las soluciones estudiadas no correspondió con la especificada por el fabricante en su etiqueta y que incluso mismos lotes presentaron diferencias en la concentración de NaOCl. En el ensayo de disolución, Cloro Lemen mostró tener menor capacidad de disolución de tejido pulpar existiendo diferencia estadística significativa en comparación con las otras soluciones de NaOCl<sup>6</sup>.

**Van der Waal et al. (2014)** investigaron la influencia que factores como el tipo de solución de NaOCl, la dilución, el tipo de diluyente, el almacenamiento y la temperatura tienen sobre la concentración de cloro disponible en soluciones de NaOCl utilizadas en la irrigación en endodoncia. Para este estudio se incluyeron 10 marcas comerciales de NaOCl, 5 de uso doméstico y 5 de uso dental, de cada una se compraron 3 botellas de distintos lotes. Cada solución se diluyó 1:1 con agua destilada o agua de la llave, 150 ml de cada solución se colocaron en recipientes de polipropileno protegidos de la luz con papel aluminio y se almacenaron a 4°C y 18°C. El pH de las soluciones se midió con un potenciómetro y mediante titulación yodométrica se obtuvo la concentración de cloro disponible. Los periodos de evaluación fueron al comprar el producto, a las 2 semanas y las 22 semanas. Los resultados señalan pérdida de la concentración de cloro disponible en todas las soluciones a medida que avanzó el tiempo de evaluación, en esta pérdida de cloro no influyeron las diluciones, ni los diluyentes o la

temperatura. Los niveles de pH fueron similares entre los productos de NaOCl para uso doméstico y dental. Los autores concluyen que el NaOCl puede almacenarse por cinco meses en un recipiente resistente a la corrosión, a temperatura ambiente y diluido con agua sin esperarse una pérdida importante del cloro disponible en la solución<sup>11</sup>.

**Leichtweis et al. (2015)** analizaron la capacidad de disolución del tejido pulpar bovino con NaOCl a una concentración de 2.5%. Para ello obtuvieron dientes bovinos en un rastro de São Roque Cerro Largo en Brasil, los dientes fueron sumergidos en agua destilada y almacenados a una temperatura de -20° C hasta su uso. Para obtener la pulpa dental, los dientes fueron descongelados a temperatura ambiente y mediante un disco de diamante realizaron dos ranuras longitudinales (una vestibular y otra lingual) para posteriormente dividir el diente con una espátula #7 y así obtener el tejido pulpar el cual fue dividido en dos fragmentos de peso similar ( $45 \pm 5$  mg), de esta manera se incluyeron 30 muestras de tejido divididas en tres grupos (n=10). En el primer grupo sumergieron el tejido en 15 ml de NaOCl 2.5%, en el segundo grupo sumergieron el tejido en la misma cantidad de NaOCl 2.5% y lo agitaron con una lima endodóntica, mientras que en el tercer grupo el tejido fue sumergido en NaOCl al 2.5% y activado con ultrasonido, la evaluación de la disolución de tejido en los tres grupos se realizó en un periodo de tiempo establecido de dos horas. Los resultados mostraron que en el grupo de NaOCl 2.5% sin agitación se disolvió el tejido pulpar bovino en un periodo de tiempo aproximado de 60 minutos, mientras que en los grupos de NaOCl 2.5% con agitación de la solución tanto con lima endodóntica como con ultrasonido disminuyó el tiempo de disolución en un promedio de 30 minutos, no existiendo diferencia significativa entre ambos grupos. De acuerdo a los resultados, los autores concluyen que el NaOCl 2.5% tiene la capacidad de disolver el tejido pulpar en un periodo menor a una hora, además el proceso de agitación disminuyó considerablemente el tiempo de disolución de tejido pulpar a un 50% en comparación con el grupo que no se agitó<sup>8</sup>.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La variabilidad anatómica del sistema de conductos radiculares representa un reto clínico que influye en el éxito del tratamiento de endodoncia ya que existen espacios y superficies inaccesibles a la acción de los instrumentos y agentes irrigantes<sup>57</sup>, quedando restos de materia orgánica y microorganismos atrapados dentro del sistema de conductos radiculares<sup>58</sup>. Además los microorganismos establecidos en forma de biofilm resistentes a los procedimientos de desinfección tienen la capacidad de producir enfermedad periapical posterior al tratamiento de endodoncia<sup>59-61</sup>. Debido a estos factores es necesario el uso de soluciones desinfectantes como coadyuvantes en la limpieza y desinfección del conducto radicular. En la actualidad son diversas las opciones de soluciones que se pueden utilizar como irrigantes en endodoncia, de entre esas opciones el NaOCl es la solución más utilizada debido a sus propiedades de disolución de materia orgánica y su capacidad antimicrobiana de amplio espectro<sup>1</sup>. La literatura demuestra que pueden existir diferencias en las características fisicoquímicas de las soluciones de NaOCl<sup>4,5,6</sup>, por lo cual es necesario evaluar los productos comerciales a base de NaOCl utilizados en el tratamiento de endodoncia con la finalidad de determinar que estos cumplan con las características descritas por la Asociación Americana de Endodoncia<sup>18</sup>.

#### **3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles soluciones a base de NaOCl de uso doméstico y dental presentan mayor capacidad para disolver tejido pulpar bovino?

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

Hasta el momento la literatura muestra poca información en relación a las características físicas y la capacidad de disolución de las soluciones a base de NaOCl de uso doméstico y dental empleados en el tratamiento endodóntico. Por lo tanto, en México es necesario evaluar las características de productos comerciales a base de NaOCl para verificar que cumplan con las propiedades deseables señaladas por organismos como la Asociación Americana de Endodoncia, la cual describe al hipoclorito de sodio como un líquido de color amarillo claro o pálido con un pH alcalino, de olor fuerte a cloro, que actúa como solvente en contacto con tejidos orgánicos y con capacidad antimicrobiana potente, el cual es usado en concentración integral o en soluciones diluidas para irrigar los conductos radiculares.

##### **4.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO.**

**HT:** Las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental presentarán distinta capacidad de disolución de tejido pulpar bovino.

**A=** NaOCl uso dental

**B=** NaOCl uso doméstico

**H<sub>T</sub>:** A ≠ B

## **5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL:**

- Comparar el efecto de disolución de tejido pulpar bovino con diferentes productos a base de NaOCl de uso doméstico y dental.

### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Evaluar el tiempo de disolución de tejido pulpar bovino de los diferentes productos a base de NaOCl de uso doméstico y dental.
- Determinar a través de un método electroquímico el potencial de hidrógeno de los diferentes productos comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental.

## **6. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **6.1. UNIVERSO DE ESTUDIO**

Soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental disponibles en México.

#### **Muestra:**

Dos soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico (Cloralex® y Clorox®) y tres soluciones a base de NaOCl de uso dental (Viarzoni-T 5.25% y 2% y VicDent 2%).

### **6.2. CLASIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Estudio experimental-comparativo.

Este estudio es comparativo ya que se comparó la capacidad de disolución de tejido pulpar bovino entre soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental.

### **6.3. CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD**

#### **6.3.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Soluciones a base de NaOCl de uso doméstico que la literatura refiere usarse para el tratamiento de endodoncia en México.
- Soluciones a base de NaOCl de uso dental disponibles en depósitos dentales en México.
- Soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental nuevas (selladas o empaquetadas).

#### **6.3.2. CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN**

- Soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental previamente expuestas al medio ambiente (abiertas).
- Soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental no disponibles en México.

## 6.4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

### 6.4.1 Recolección de las muestras biológicas y las soluciones de NaOCl.

Se obtuvieron del rastro municipal de Morelia Michoacán dos mandíbulas de origen bovino a las que se les realizó la extracción de los órganos dentales anteriores con un forceps #150 y un elevador recto, los dientes fueron lavados con agua y colocados en un vaso de precipitado con 250ml de glicerina (figuras 5 y 6).



**Figura 5.** Recolección de la muestra biológica.



**Figura 6.** Recolección de la muestra biológica.

Posteriormente los órganos dentales fueron cortados con un disco de diamante y un micromotor de manera transversal a nivel del tercio apical de la raíz para permitir extraer el tejido pulpar completo con unas pinzas de curación a través del foramen apical. Las muestras de tejido pulpar que se obtuvieron fueron conservadas en un tubo cónico con 30ml de solución de fosfatos al 0.1mol hasta su uso (figuras 7 y 8).



**Figura 7.** Obtención de la muestra biológica.



**Figura 8.** Conservación de la muestra biológica.

Las soluciones comerciales a base de NaOCl incluidas en este estudio fueron Cloralex® y Clorox® de uso doméstico, además Viarzoni-T 5.25%, Viarzoni-T 2% y VicDent 2% de uso dental (figura 9).



**Figura 9.** Soluciones comerciales de NaOCl.

Una solución a base de NaOCl 6% de grado reactivo fue utilizada como control positivo, agua destilada se utilizó para realizar diluciones 1:1 y 1:2 de las soluciones de NaOCl de uso doméstico y grado reactivo. Las diluciones de las soluciones fueron realizadas por medio de una probeta graduada y un matraz de bola aforado de 100ml (figura 10).



**Figura 10.** NaOCl 6% grado reactivo, agua destilada e instrumental de laboratorio químico.

Las soluciones de NaOCl antes señaladas se colocaron en frascos azul cobalto, cada frasco fue etiquetado indicando el nombre de la solución y su concentración (íntegra o en dilución). Todas las soluciones fueron almacenadas en condiciones de oscuridad y a temperatura ambiente durante 12 horas antes de su uso. El transporte de las muestras de tejido pulpar bovino y las soluciones a evaluar fue realizado de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-2011, Salud ambiental-Índices biológicos de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas: (figuras 11 y 12).



**Figura 11.** Almacenamiento de las soluciones comerciales a base de NaOCl.



**Figura 12.** Conservación de las muestras químicas y biológicas.

#### 6.4.2. FASE EXPERIMENTAL 1: Análisis Electroquímico

Para el análisis electroquímico de las soluciones a base de NaOCl se utilizó un potenciómetro digital (HM Digital PH-80 Digital pH/Temperature Meter). La medición del pH se realizó dos veces: la primera cuando las soluciones de NaOCl fueron agregadas a los vasos de precipitados y la segunda medición una vez finalizado el periodo de evaluación del efecto de disolución del tejido pulpar bovino (figura 13).



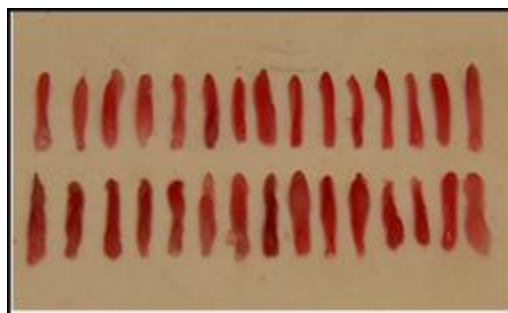
**Figura 13.** Análisis electroquímico de las soluciones de NaOCl.

#### 6.4.3. FASE EXPERIMENTAL 2: Ensayos de disolución pulpar

El tejido pulpar fue seccionado en muestras de tamaño, forma y peso similares utilizando para ello pinzas de curación y una navaja (figuras 14 y 15).



**Figura 14.** Disección de la muestra biológica.



**Figura 15.** Estandarización del tamaño del tejido para su pesaje..

Con la finalidad de estandarizar el peso del tejido pulpar bovino cada muestra fue pesada por medio de una balanza analítica. Se incluyeron en el estudio únicamente muestras cuyo peso oscilara entre  $0.010 \pm 0.004$  gr. El peso promedio final de todas las muestras fue de  $0.010 \pm 0.002$  gr (figuras 16 y 17).



**Figura 16.** Balanza analítica.



**Figura 17.** Estandarización del peso de la muestra.

Este estudio se realizó a simple ciego para evitar el sesgo al evaluar la capacidad de disolución de tejido pulpar bovino y el pH de las soluciones a base de NaOCI, para ello un código fue asignado a cada una de las soluciones por un investigador diferente al que realizaría las pruebas de disolución (figura 18).



**Figura 18.** Asignación de códigos para estudio simple ciego.

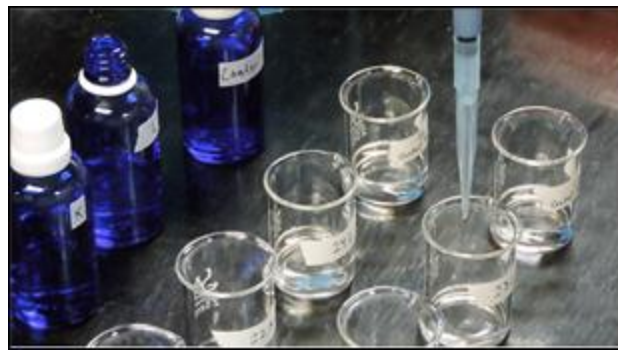
En vasos de precipitados se agregaron 7ml de cada una de las soluciones a evaluar utilizando una micropipeta de 1000 $\mu$ l (Eppendorf). Enseguida en cada vaso se colocó una muestra de tejido pulpar bovino para evaluar el efecto de disolución (figuras 19, 20 y 21).



**Figura 19.** Vasos de precipitados y soluciones de NaOCl para ensayo de disolución en reposo.



**Figura 20.** Uso de micropipeta para la colocación de NaOCl en vasos de precipitados.



**Figura 21.** Colocación de 7ml de NaOCl en vasos de precipitados.

Un agitador mecánico (Boekel Scientific 270340 Microplate Shaker) fue utilizado para agregar movimiento continuo y estandarizado a las soluciones de NaOCl y evaluar si la agitación tenía algún efecto sobre la disolución del tejido pulpar bovino (figura 22).



**Figura 22.** Agitador mecánico para agregar movimiento a las soluciones de NaOCl en el ensayo de disolución de tejido pulpar bovino.

El periodo de evaluación de la disolución de tejido pulpar bovino fue establecido a 1 hora, tiempo durante el cual el investigador estuvo en constante observación de las muestras para registrar el momento de la completa disolución. Cada ensayo experimental fue realizado por duplicado.

#### **6.4.4. ANÁLISIS BIOESTADÍSTICO**

Para el análisis estadístico de los resultados del efecto de disolución de tejido pulpar y valores de pH iniciales y finales de las soluciones a base de NaOCl de uso doméstico y dental en concentraciones integrales y diluciones se utilizó la prueba estadística t Student por comparación de medias a IC 95% y una  $\alpha/2 = 0.05$ . Para el procesamiento de estos datos se utilizó el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Comparación del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental en reposo

Al evaluar el tiempo de disolución entre las soluciones a base de NaOCl de uso doméstico y dental en reposo, los resultados muestran que las soluciones de NaOCl de uso doméstico necesitaron un menor tiempo para llevar a cabo el efecto de disolución del tejido pulpar bovino en comparación con las soluciones de NaOCl de uso dental. Cabe mencionar que bajo las condiciones de este estudio la marca comercial de NaOCl de uso dental Viarzoni-T 5.25% y 2% no logró disolver el tejido pulpar durante el período de evaluación de 1 hora. Al evaluar los resultados de las diluciones 1:1 y 1:2 de las soluciones de NaOCl de uso doméstico y grado reactivo los resultados obtenidos muestran que el tiempo de disolución de tejido aumenta conforme se diluyen las soluciones de NaOCl. Sin embargo las diluciones 1:1 necesitan un menor tiempo de disolución en comparación con las diluciones 1:2. La solución de uso doméstico a base de NaOCl marca Cloralex® en concentración íntegra y en dilución 1:1 mostró un comportamiento semejante en el tiempo de disolución al compararse con los tiempos del grado reactivo (control +) en concentración íntegra y en dilución 1:1 respectivamente (tablas 3, 4 y gráfica 1).

**Tabla 3. Resultados del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico en reposo**

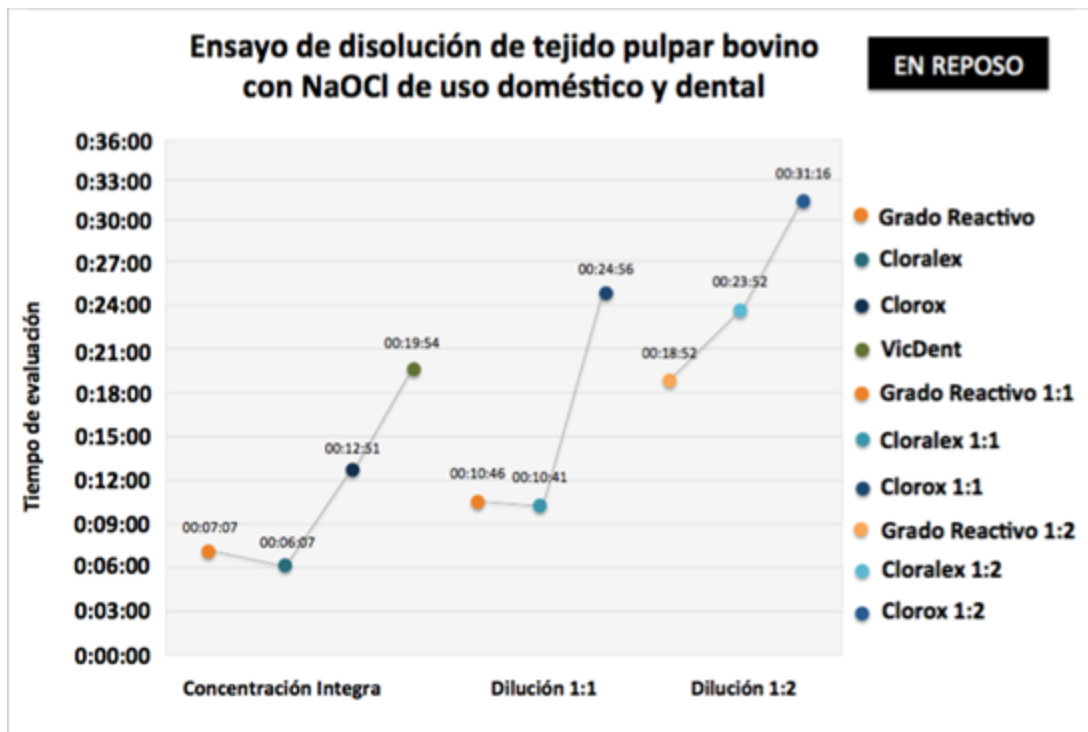
Soluciones de NaOCl de uso doméstico en reposo	Peso de tejido Pulpar (gr) Ensayo 1	Tiempo de disolución Ensayo 1	Peso de tejido Pulpar (gr) Ensayo 2	Tiempo de disolución Ensayo 2	Tiempo promedio de disolución	Desviación estándar
Cloralex® íntegra	0.01	05:43	0.01	06:32	06:07	± 00:35
Cloralex® 1:1	0.009	10:49	0.009	10:32	10:41	± 00:12
Cloralex® 1:2	0.01	23:46	0.011	23:58	23:52	± 00:08
Clorox® íntegra	0.011	14:54	0.012	10:48	12:51	± 02:54
Clorox® 1:1	0.01	23:56	0.01	25:55	24:56	± 01:24
Clorox® 1:2	0.01	30:56	0.01	31:36	31:16	± 00:28
Grado Reactivo 6%	0.009	06:36	0.009	07:38	07:07	± 00:44
Grado Reactivo 1:1	0.009	10:43	0.009	10:49	10:46	± 00:04
Grado Reactivo 1:2	0.009	18:44	0.009	18:59	18:52	± 00:11

**Tabla 4. Resultados del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso dental en reposo**

N/D No disolvió

Soluciones de NaOCl de uso dental en reposo	Peso de tejido Pulpar (gr) Ensayo 1	Tiempo de disolución Ensayo 1	Peso de tejido Pulpar (gr) Ensayo 2	Tiempo de disolución Ensayo 2	Tiempo promedio de disolución	Desviación estándar
Viarzoni-t 5.25 %	0.009	N/D	0.009	N/D	---	---
Viarzoni-t 2%	0.008	N/D	0.009	N/D	---	---
VicDent 2%	0.01	19:27	0.01	20:21	19:54	± 00:38
Grado Reactivo 6%	0.009	06:36	0.009	07:38	07:07	± 00:44

**Gráfica 1. Resultados del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental en reposo**



## 7.2. Comparación del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental en agitación

Al evaluar el tiempo de disolución entre las soluciones a base de NaOCl de uso doméstico y dental en agitación, los resultados muestran que el tiempo de disolución fue menor en las soluciones comerciales a base de NaOCl en comparación con las soluciones en reposo. Cabe señalar que la marca comercial de NaOCl de uso dental Viarzoni-T 5.25% y 2% no logro disolver el tejido durante el periodo de evaluación aun en agitación. Además las soluciones a base de NaOCl de uso doméstico requirieron un menor tiempo para llevar a cabo el efecto de disolución del tejido en comparación con las soluciones de NaOCl de uso dental. Los resultados de las diluciones 1:1 de las soluciones comerciales de NaOCl de uso doméstico (Cloralex® y Clorox®) y grado reactivo (control +) mostraron un tiempo de disolución de tejido similar. Las diluciones 1:2 de las soluciones de NaOCl grado reactivo mostraron que el tiempo de disolución de tejido pulpar bovino se comporta de manera semejante a la dilución 1:1, sin embargo las soluciones comerciales de NaOCl de uso doméstico en dilución 1:2 necesitaron el mayor tiempo para disolver el tejido (tablas 5, 6 y gráfica 3).

**Tabla 5. Resultados del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico en agitación**

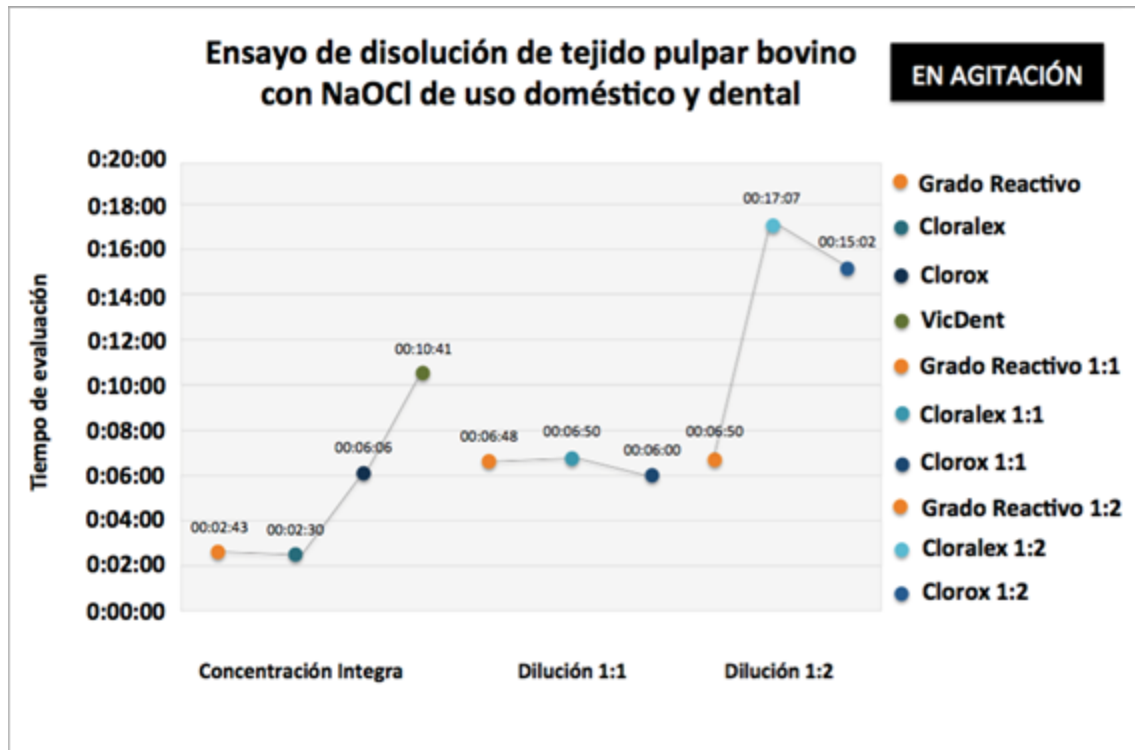
Soluciones de NaOCl de uso doméstico en agitación	Peso de tejido Pulpar (gr) Ensayo 1	Tiempo de disolución Ensayo 1	Peso de tejido Pulpar (gr) Ensayo 2	Tiempo de disolución Ensayo 2	Tiempo promedio de disolución	Desviación estándar
Cloralex® integra	0.007	02:20	0.007	02:41	02:30	± 00:15
Cloralex® 1:1	0.012	07:01	0.012	06:39	06:50	± 00:16
Cloralex® 1:2	0.011	17:23	0.011	16:52	17:07	± 00:22
Clorox® integra	0.011	05:54	0.011	06:18	06:06	± 00:17
Clorox® 1:1	0.007	06:05	0.006	05:54	06:00	± 00:08
Clorox® 1:2	0.012	15:51	0.012	14:13	15:02	± 01:09
Grado Reactivo 6%	0.009	02:40	0.007	02:45	02:43	± 00:04
Grado Reactivo 1:1	0.012	06:55	0.012	06:40	06:48	± 00:11
Grado Reactivo 1:2	0.01	06:55	0.009	06:45	06:50	± 00:07

Tabla 6. Resultados del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso dental en agitación

Soluciones de NaOCl de uso dental en agitación	Peso de tejido Pulpar (gr) Ensayo 1	Tiempo de disolución Ensayo 1	Peso de tejido Pulpar (gr) Ensayo 2	Tiempo de disolución Ensayo 2	Tiempo promedio de disolución	Desviación estándar
Viarzoni-t 5.25 %	0.006	N/D	0.008	N/D	---	---
Viarzoni-t 2%	0.01	N/D	0.01	N/D	---	---
VicDent 2%	0.009	10:24	0.007	10:58	10:41	± 00:24
Grado Reactivo 6%	0.009	02:45	0.007	02:42	02:44	± 00:02

N/D No disolvió.

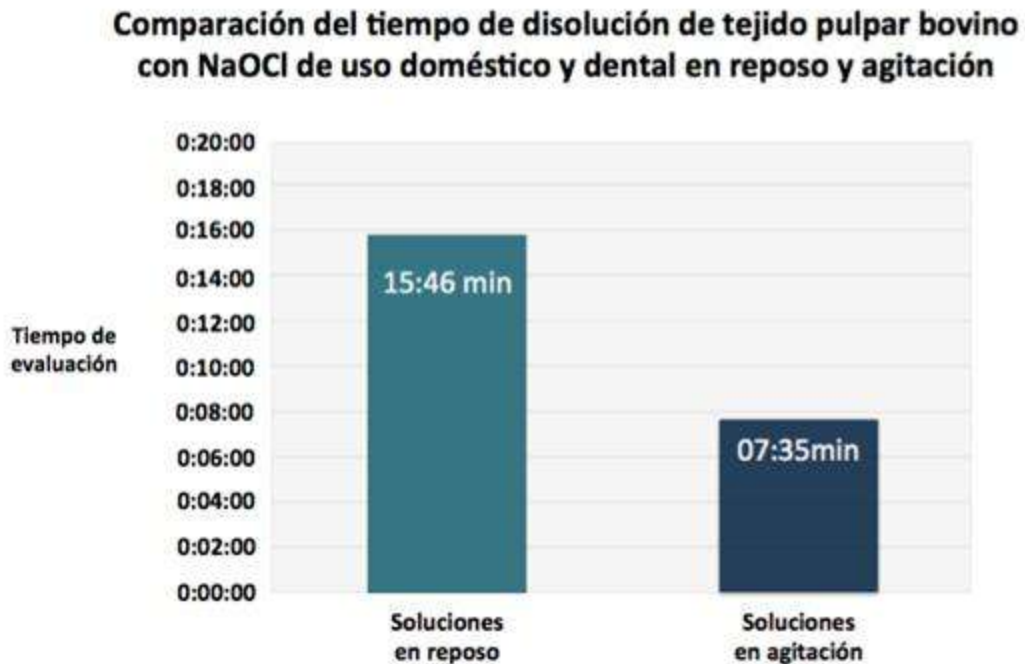
Gráfica 2. Resultados del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental en agitación



### 7.3. Comparación del efecto de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental en reposo y agitación

El análisis estadístico de los resultados del efecto de disolución de tejido con las distintas soluciones de NaOCl en reposo y agitación mostró que el movimiento de agitación continua de las soluciones de NaOCl aumenta el efecto de disolución de tejido pulpar  $p < 0.05$ , disminuyendo el tiempo de disolución en un 47.54% en comparación con las soluciones de NaOCl en reposo (gráfica 3).

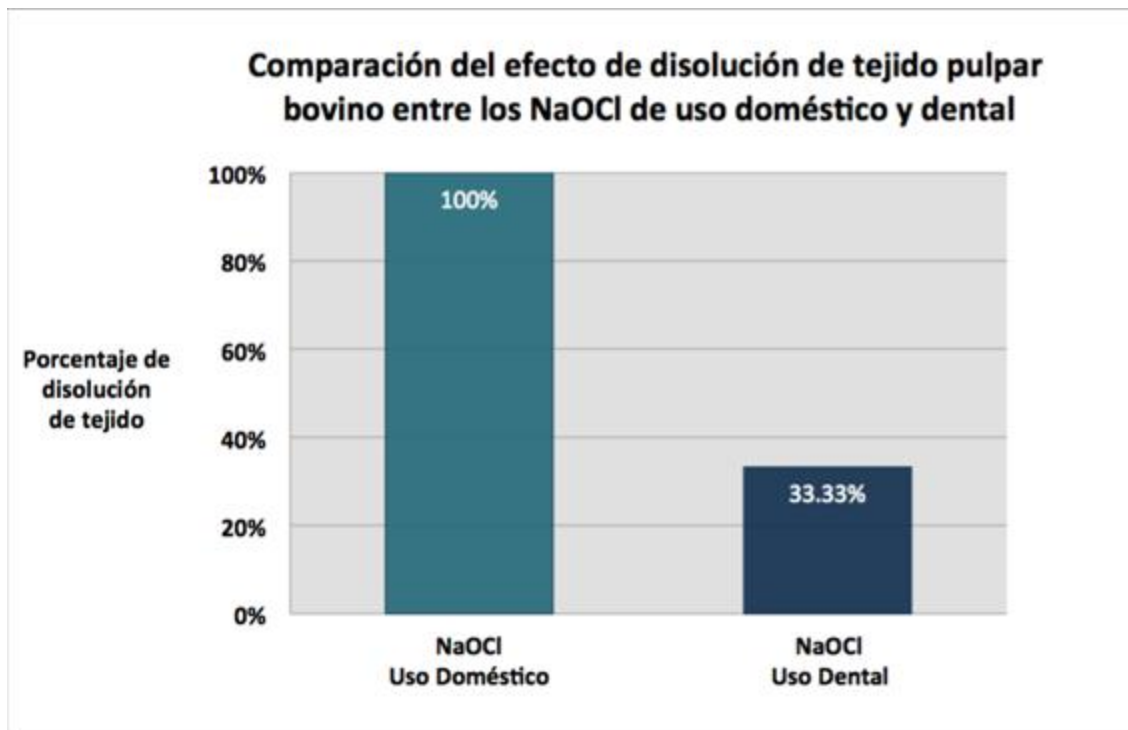
**Gráfica 3. Comparación del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental en reposo y en agitación**



#### 7.4. Comparación del efecto de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental

Al comparar el efecto de disolución de tejido pulpar bovino entre las soluciones a base de NaOCl de uso doméstico y dental los resultados muestran que las soluciones de NaOCl de uso doméstico lograron disolver el 100% del tejido pulpar mientras que las de uso dental únicamente disolvieron un 33% (**gráfica 4**).

**Gráfica 4. Comparación del efecto de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental**



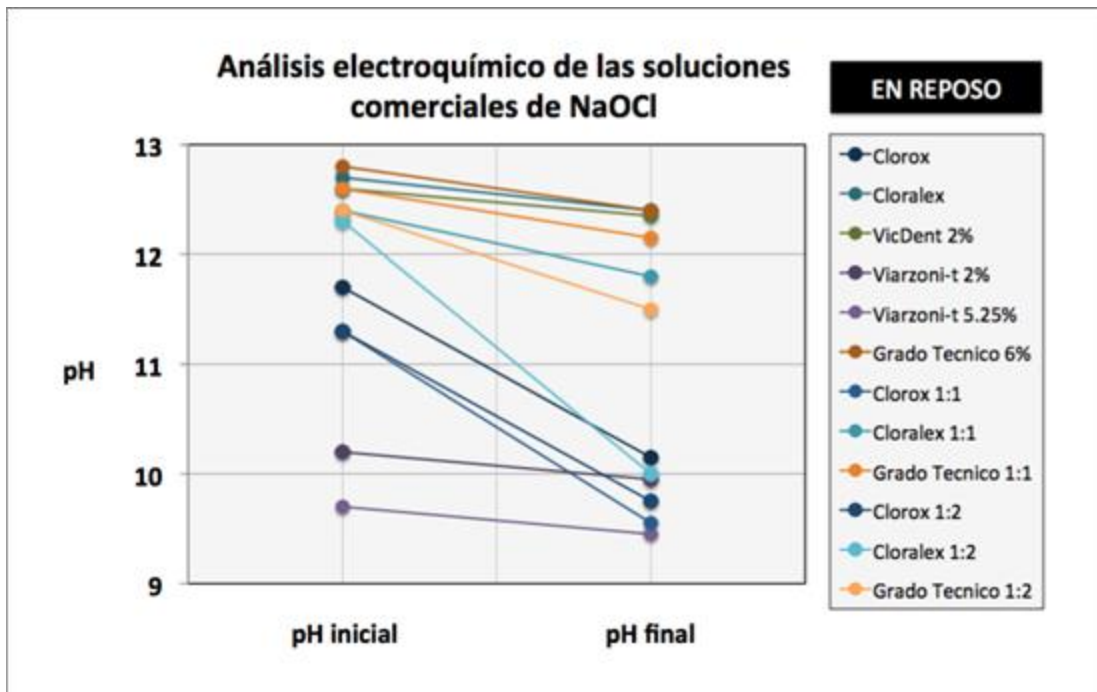
### 7.5. Análisis electroquímico de las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en reposo

Al analizar el pH de las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en reposo los resultados de las mediciones muestran que existen diferencias en el nivel de pH entre las distintas soluciones de NaOCl. Además al analizar el pH después del periodo de evaluación del efecto de disolución de tejido pulpar bovino los resultados muestran que Viarzoni-T 5.25% y 2% tienen un pH menor a 11. A pesar de la concentración de 5.25% de Viarzoni-T su pH fue de 9.7 menor al de la concentración de 2% el cual fue de 10.2 (tabla 7 y gráfica 5).

**Tabla 7. Resultados del análisis electroquímico de las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en reposo**

Soluciones de NaOCl en Reposo	Ensayo 1 pH Inicial	Ensayo 2 pH Inicial	Promedio pH Inicial	D.E. pH Inicial	Ensayo 1 pH final	Ensayo 2 pH final	Promedio pH final	D.E. pH final
Cloralex®	12.7	12.7	12.7	± 0	12.4	12.4	12.4	± 0
Cloralex® 1:1	12.4	12.4	12.4	± 0	11.6	12	11.8	± 0.28
Cloralex® 1:2	12.3	12.3	12.3	± 0	10.2	9.8	10	± 0.28
Clorox®	11.7	11.7	11.7	± 0	10	10.3	10.15	± 0.21
Clorox® 1:1	11.3	11.3	11.3	± 0	9.5	9.6	9.55	± 0.07
Clorox® 1:2	11.3	11.3	11.3	± 0	9.8	9.7	9.75	± 0.07
Grado Tecnico 6%	12.8	12.8	12.8	± 0	12.4	12.4	12.4	± 0
Grado Tecnico 1:1	12.6	12.6	12.6	± 0	12.1	12.2	12.15	± 0.07
Grado Tecnico 1:2	12.4	12.4	12.4	± 0	11.3	11.7	11.5	± 0.28
Viarzoni-t 5.25%	9.7	9.7	9.7	± 0	9.5	9.4	9.45	± 0.07
Viarzoni-t 2%	10.2	10.2	10.2	± 0	9.9	10	9.95	± 0.07
VicDent 2%	12.6	12.6	12.6	± 0	12.1	12.6	12.35	± 0.35

**Gráfica 5. Resultados del análisis electroquímico de las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en reposo**



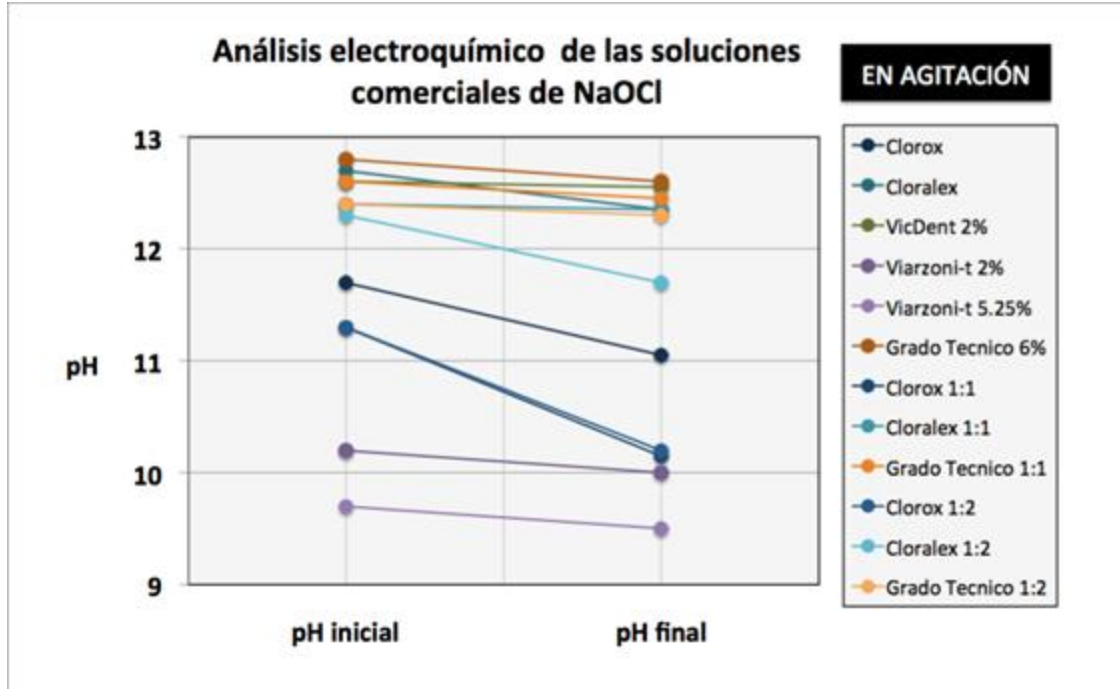
## 7.6. Análisis electroquímico de las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en agitación

Al analizar el pH de las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en agitación los resultados de las mediciones muestran que el pH de las soluciones de NaOCl se comporta de manera más estable que el de las soluciones de NaOCl de uso doméstico y dental en reposo lo cual mostro una diferencia estadística significativa  $p < 0.05$ . Las soluciones en agitación presentaron menor pérdida en el pH al llevar a cabo el efecto de disolución de tejido pulpar bovino en comparación con las soluciones en reposo (tabla 8 y gráfico 6).

**Tabla 8. Resultados del análisis electroquímico de las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en agitación**

Soluciones de NaOCl en agitación	Ensayo 1 pH Inicial	Ensayo 2 pH Inicial	Promedio pH Inicial	D.E. pH Inicial	Ensayo 1 pH final	Ensayo 2 pH final	Promedio pH final	D. E. pH final
Cloralex®	12.7	12.7	12.7	± 0	12.4	12.3	12.35	± 0.07
Cloralex® 1:1	12.4	12.4	12.4	± 0	12.4	12.3	12.35	± 0.07
Cloralex® 1:2	12.3	12.3	12.3	± 0	11.6	11.8	11.7	± 0.14
Clorox®	11.7	11.7	11.7	± 0	11.1	11	11.05	± 0.07
Clorox® 1:1	11.3	11.3	11.3	± 0	10.5	9.8	10.15	± 0.49
Clorox® 1:2	11.3	11.3	11.3	± 0	10.3	10.1	10.2	± 0.14
Grado Técnico 6%	12.8	12.8	12.8	± 0	12.6	12.6	12.6	± 0
Grado Técnico 1:1	12.6	12.6	12.6	± 0	12.4	12.5	12.45	± 0.07
Grado Técnico 1:2	12.4	12.4	12.4	± 0	12.4	12.2	12.3	± 0.14
Viarzoni-t 5.25%	9.7	9.7	9.7	± 0	9.5	9.5	9.5	± 0
Viarzoni-t 2%	10.2	10.2	10.2	± 0	10	10	10	± 0
VicDent 2%	12.6	12.6	12.6	± 0	12.5	12.6	12.55	± 0.07

Gráfica 6. Resultados del análisis electroquímico de las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en agitación



## 8. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que existe diferencia en la capacidad de disolución de tejido pulpar bovino del NaOCl de uso doméstico en comparación con el NaOCl de uso dental, las soluciones de NaOCl que reúnen los criterios descritos por la Asociación Americana de Endodoncia fueron principalmente las soluciones a base de NaOCl de uso doméstico (Cloralex® y Clorox®), mientras que solo una de las soluciones de uso dental (VicDent) cumplió estos criterios. Cabe destacar que las soluciones comerciales de uso dental Viarzoni-T en concentraciones de 5.25% y 2% no lograron reunir los criterios descritos, tal es el caso de la evaluación del pH donde a pesar de tener una concentración de 5.25% obtuvo un pH= 9.7 y el cual era aún menor que el de la solución al 2% la cual obtuvo un pH= 10.2. Además al evaluar su capacidad de disolución de materia orgánica los resultados mostraron que Viarzoni-T al 5.25% y 2% no logro disolver el tejido pulpar bovino durante el período de evaluación de 1 hora. Estos resultados concuerdan con lo reportado en estudios como el realizado por **Montealegre et al. (2014)** quienes reportan que los distintos productos a base de NaOCl utilizados para el tratamiento de endodoncia tienen distinta capacidad de disolución de tejido pulpar aun cuando estas se encuentran a una misma concentración. Lo que se contrapone a los resultados obtenidos en estudios como el de **Jungbluth et al. (2012)** quienes reportan que las soluciones de NaOCl analizadas presentaron la misma capacidad de disolución del tejido pulpar. Esta diferencia en la capacidad de disolución entre los productos comerciales de NaOCl tanto de uso doméstico y dental podría deberse al proceso de elaboración y almacenamiento de las soluciones, lo cual podría afectar las características fisicoquímicas disminuyendo el mecanismo de acción de cada solución. Esto puede relacionarse con los resultado obtenidos por **Cardenas et al. (2012)** quienes evaluaron la concentración de NaOCl por medio de titulación yodométrica en diferentes lotes de productos comerciales a base de NaOCl utilizados en México para el tratamiento de endodoncia, reportando diferencias en la concentración de NaOCl en relación a lo especificado por los fabricantes en la etiqueta de los productos comerciales, tal es el caso de Viarzoni-T en el que la

etiqueta específica tener una concentración de 2% y en la titulación yodométrica mostró una concentración promedio de 2.86%. Si bien en el presente estudio las soluciones de NaOCl de uso doméstico obtuvieron resultados favorables en la disolución de tejido pulpar en comparación con las de uso dental, autores como **van der Waal et al. (2014)** señalan que el NaOCl doméstico es impredecible en su concentración y no es adecuado su uso en la irrigación endodóntica.

En el presente estudio los resultados del efecto de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental, en los ensayos experimentales en reposo y agitación demostraron que el agregar movimiento de manera continua a las soluciones de NaOCl disminuye un 47.54% el tiempo de disolución del tejido, estos resultados concuerdan con datos publicados por **Stojicic et al. (2010)** y **Leichtweis et al. (2015)**, donde comentan que la agitación de forma continua de las soluciones de NaOCl aumenta la capacidad de disolución de tejido, disminuyendo hasta en un 50% el tiempo de disolución. Esto parece indicar que la agitación continua de las soluciones de NaOCl facilitará la disolución pulpar, materia orgánica, restos de tejido y MO que pueden quedar atrapados en la compleja anatomía del sistema de conductos radiculares durante el tratamiento de endodoncia.

Por otra parte, al realizar los análisis electroquímicos, se observó que las soluciones de NaOCl que disolvieron pulpa presentaron potenciales de hidrogeno entre el rango de 11.3-12.8, sin embargo Viarzoni-T de uso dental presento un pH=10.2 a concentración de 2% y pH=9.7 a concentración de 5.25%, siendo el único producto comercial que no disolvió tejido pulpar, lo cual podría ser determinante en la limpieza de los conductos radiculares. Autores como **Christensen et al (2008)** concluyen que la concentración, el tiempo de contacto y el pH determinan la capacidad de disolución del tejido. Además **Pozano (2006)** concluye que las soluciones de NaOCl más estables son aquellas que tienen baja concentración de OCl, pH entre 11.5 y 13, ausencia de partículas de grafito y iones metálicos, almacenamiento a temperatura controlada de 30°C y soluciones almacenadas en contenedores impermeables a la luz.

Es importante que el clínico implemente métodos para verificar que las soluciones de NaOCl utilizadas en la práctica clínica cumplan con características fisicoquímicas necesarias para la irrigación de conductos radiculares y con ello aumentar las probabilidades de éxito del tratamiento endodóntico.

## 9. CONCLUSIÓN

- Bajo las condiciones del presente estudio se observó que las soluciones de NaOCl de uso doméstico presentaron mayor capacidad de disolución de tejido pulpar bovino en relación a productos comerciales de uso dental.
- El incorporar agitación a los ensayos experimentales permitió reducir el tiempo de disolución pulpar.
- Las soluciones de NaOCl que disolvieron pulpa presentaron potenciales de hidrogeno entre el rango de 11.3-12.8.
- El producto comercial de uso dental Viarzoni-T que no disolvió tejido pulpar en concentraciones 2% y 5.25%, presentaron un pH=10.2 y pH=9.7 respectivamente.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dutner J, Mines P. & Anderson A. Irrigation trends among american association of endodontists members: a web-based Survey. *JOE*. 2012; 38(1): 37 – 40.
2. Guivarc'h M, Ordioni U, Ahmed H, Cohen S, Catherine J, & Bukiet F. Sodium hypochlorite accident: a systematic review. *JOE*. 2017; 43(1):16–24.
3. Jain A, Shrivastava TV, Tabassum S, Bahuguna R. Comparison of human pulp tissue dissolution capacities of different irrigating solutions: An in vitro study. *Eur J Gen Dent*. 2015; 4(2):64-67.
4. Christensen CE, McNeal SF. & Eleazer P. Effect of lowering the pH of sodium hypochlorite on dissolving tissue in vitro. *JOE*. 2008; 34(4):449–452.
5. Stojcic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H. & Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: Effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *JOE*. 2010; 36(9):1558–1562.
6. Montealegre M, Zeledón R, Benavides M. & Gallardo C. Propiedades fisicoquímicas y disolución de tejido pulpar del hipoclorito de sodio utilizado como irrigante endodóntico en tres centros de atención odontológica de la caja costarricense del seguro social. *Rev Cient Odontol*. 2014; 10(1):43-51.
7. Cárdenas A, Sánchez S, Tinajero C, González V & Baires L. Hipoclorito de sodio en irrigación de conductos radiculares: Sondeo de opinión y concentración en productos comerciales. *Revista Odontológica Mexicana*. 2012; 16(4):252-258.
8. Leichtweis AL, Fontoura de Melo TA. & Kunert GG. Analysis of the time required for dissolving the pulp tissue according to different methods of sodium hypochlorite activation. *RSBO*. 2015; 12(3):285-288.
9. Frais S, Y-L. Ng, and Gulabivala K. Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *Int Endod J*. 2001; 34(3):206–215.
10. Jungbluth H, Peters C, Peters O, Sener B & Zehnder M. Physicochemical and pulp tissue dissolution properties of some household bleach brands compared with a dental sodium hypochlorite solution. *JOE*. 2012; 38(3):372–375.
11. van der Waal, SV., van Dusseldorp NE. & de Soet JJ. An evaluation of the accuracy of labeling of percent sodium hypochlorite on various commercial and professional sources: Is sodium hypochlorite from these sources equally suitable for endodontic irrigation? *JOE*. 2014; 40(12):2049-2052.

12. Zaia AA, Silva EJNL, Gomes AC. & Moreira DM. Can the sodium hypochlorite tissue dissolution ability during endodontic treatment really be trusted? An in vitro and ex vivo study. *Dental Press Endod.* 2013; 3(2):24-9.
13. Camps J, Pommel L, Aubut V, Verhille B, Satoshi F, Lascola B. & About I. Shelf life, dissolving action, and antibacterial activity of a neutralized 2.5% sodium hypochlorite solution. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108(2):e66-e73.
14. Haapasalo M, Endal U, Zandi H. and Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics.* 2005; 10(1):77–102.
15. Byström A. & Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *European Journal of Oral Sciences.* 1981; 89(4): 321–328.
16. Peters OA, Schönenberger K. & Laib A. Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J.* 2001; 34(3): 221–230.
17. Siqueira JF Jr, Rocas IN, Santos SR, Lima KC, Magalhaes FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *JOE.* 2002; 28(3):181–184.
18. Asociación Americana de Endodoncia. Glosario de términos endodónticos. 9<sup>a</sup> ed. Chicago: Asociacion Americana de Endodoncia. 2015, pp. 30.
19. Basrani B. & Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endod Topics.* 2012; 27(1): 74–102.
20. Haapasalo M, Udnæs T. & Endal U. Persistent, recurrent, and acquired infection of the root canal system post-treatment. *Endodontic Topics.* 2003; 6(1): 29–56.
21. Zehnder M. Root canal irrigants. *JOE.* 2006; 32(5): 389-398
22. Young RG, Parashos P. & Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J Supplement.* 2007; 52(1): S52-S63.
23. Ghorbanzadeh S, Loodaricheh SA, Samizade S. & Zadsirjan S. Irrigants in endodontic treatment. *Int J Contemp Dent Med Rev.* 2015; (2015):1-7, Article ID: 030515.

24. Napte B. & Srinthi SR. Endodontic irrigants. *J Dent Allied Sci.* 2015; 4(1): 25-30.
25. Azhar Iqbal. Antimicrobial irrigants in the endodontic therapy. *Int J Health Sci.* 2012; 6(2): 153-158.
26. Misuriya A, Bhardwaj A, Bhardwaj A, Aggrawal S, Pawan KPS. & Gajjarepu S. A Comparative antimicrobial analysis of various root canal irrigating solutions on endodontic pathogens: an in vitro study. *The Journal of Contemporary Dental Practice.* 2014; 15(2):153-160.
27. Clarkson RM, Moule AJ, Podlich H, Kellaway R, Macfarlane R, Lewis D. & Rowell J. Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solutions of varying compositions and concentrations. *Aust Dent J.* 2006 51: 245–251.
28. Asociación Americana de Endodoncia. Glosario de Términos Endodónticos. 9na ed. Chicago: Asociación Americana de Endodoncia;2015. p. 45.
29. Baldwin RT. History of the chlorine industry. *J Chem Educ.* 1927; 4(3):313-319.
30. Ponzano GP. Sodium hypochlorite: history, properties, electrochemical production. *Contrib Nephrol.* 2007; 154:7-23.
31. Rutala WA. & Werber DJ. Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. *Clin Microbiol Rev.* 1997; 10(4):597-610.
32. Dakin HD. On the use of certain antiseptic substances in treatment of infected wounds. *Br Med J.* 1915; 2(2852):318-320.
33. Barret MT. The Dakin-Carrel antiseptic solution. *Dent Cos.* 1997; 59():446-448.
34. Coolidge ED. The diagnosis and treatment of conditions resulting from diseased dental pulps. *J Nat Dent Assoc.* 1919; 6:337-349.
35. Crane AB. A practicable root canal technique. 1st ed. Philadelphia. Pa: Lea and febiger. 1920. p. 69.
36. Walker A. A definite and dependable therapy for pulpless teeth. *J Ame Dent Assoc.* 1936; 23:1418-1425.
37. Fukuzaki S. Mechanisms of actions of sodium hypochlorite in cleaning and disinfection processes. *Biocontrol Sci.* 2006; 11(4):147-157.

38. Beaker RW. Studies on the reaction between sodium hypochlorite and proteins: 1. Physico-chemical study of the course of the reaction. *Biochem J.* 1947; 41(3):337-342.
39. Haapasalo M, Shen Y, Qian W. & Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am.* 2010; 54(2):291-312.
40. Jena A, Kumar SS. & Govind S. Root canal irrigants: A review of their interactions, benefits and limitations. *Compend Contin Educ Dent.* 2015;36(4):256-261.
41. Macedo RG, Wesselink PR, Zaccheo F, Fanali D. & Van Der Sluis LW. Reaction rate of NaOCl in contact with bovine dentine: effect of activation, exposure time, concentration and pH. *Int Endod J.* 2010; 43(12):1108-1115.
42. Loiacono R, Rodríguez P, Sierra L, Pinasco L, Gualtieri A. & Casadoumeca AC. Hipoclorito de sodio y ácido hipocloroso: capacidad de disolución de tejido orgánico (estudio in vitro). *Rev OACTIVA UC CUENCA.* 2016;1(2):15-21.
43. Basrani B. Endodontic irrigation: chemical disinfection of the root canal system. *Springer International Publishing Switzerland.* 2015; pp.101-102.
44. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spanó JC, Marchesan & Pécora. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *JD. Braz Dent J.* 2002; 13(2):113-117.
45. Kantouch A. & Abdel- Fattah SH. Action of sodium hypochlorite on  $\alpha$ -amino acids. *Chem Zvesti.* 1971; 25:222 -230.
46. Mohammadi YZ. & Iran. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J.* 2008; 58(6):329-341.
47. Lam TSK, Wong OF. & Tang SYH. A case report of sodium hypochlorite accident. *Hong Kong J Emerg Med.* 2010;17(2):173-176.
48. Peck B, Workeneh B, Kadikoy H, Patel SJ. & Abdellatif A. Spectrum of sodium hypochlorite toxicity in man-also a concern for nephrologists. *NDT Plus.* 2011; 4(4):231-235.
49. Spencer HR, Ike V. & Brennan PA. Review: The use of sodium hypochlorite in endodontics – potential complications and their management. *British Dent J.* 2007; 202(9):555-559.
50. Gilloli TV, Estrela C, Fernandes DCG, Sousa-Neto MD. & Pécora JD. Detection of organochlorine compounds formed during the contact of sodium hypochlorite with dentin and dental pulp. *Braz Dent J.* 2014; 25(2):109-116.

51. Arroyo CR, Cuin MSI, Calderón RBM, Rodríguez ZDE. & Ruiz RH. Propuesta de un modelo experimental in vitro para evaluar alteraciones morfológicas de eritrocitos expuestos a NaOCI 5.25%. *Revevista Odontológica Mexicana*. 2016;20(4):248-252.
52. Kaufman AY. & Keila S. Hypersensitivity to sodium hypochlorite. *JOE*. 1998; 15(5):224-226.
53. Caliskan MK, Türkün M. & Alper S. Allergy to sodium hypochlorite during root canal therapy: a case report. *Int Endod J*. 1994; 27(3):163-167.
54. Patel E. & Gangadin M. Managing sodium hypochlorite accidents: the reality of toxicity. *saDJ*. 2017; 72(6):271-274.
55. Mathew ST. Risks and management of sodium hypochlorite in endodontics. *Oral Hyg Health*. 2015; 3(3):1-5.
56. Damanpreet, Miglani S, Karda B. & Sarangal P. A survey of irrigation practice among dental practitioners in Himachal Pradesh. *DJAS*. 2014; 2(II):80-83.
57. Cantatore G, Berutti E. & Castellucci A. Missed anatomy: frequency and clinical impact. *Endodontic Topics*. 2006; 15(1):3–31.
58. Naik M, de Noronha I de A, Fernandes M, & Lambor R. Root canal failure-demystified. *International Journal of Current Research*. 2017;9(05):50506-50510.
59. Siqueira JF Jr. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J*. 2001; 34(1):1–10.
60. Correa TF, Delgado HL, Echavarría GC, Serna VF, Rodríguez CA, Díez OH. Ex vivo model for studying polymicrobial biofilm formation in root canals. *Universitas Scientiarum*. 2017; 22(1): 31-43.
61. Neelakantan P, Romero M, Vera J, Daood U, Khan AU, Yan A. & Shun PCG. Biofilms in endodontics—current status and future directions. *Int. J. Mol. Sci*. 2017; 18(1748):1-21.

## RELACIÓN DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS.

Tabla 1. Objetivos de la irrigación .....	9
Tabla 2. Características ideales de una solución irrigante .....	10
Tabla 3. Resultados del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico en reposo .....	35
Tabla 4. Resultados del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso dental en reposo .....	36
Tabla 5. Resultados del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico en agitación .....	37
Tabla 6. Resultados del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso dental en agitación .....	38
Tabla 7. Resultados del análisis electroquímico de las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en reposo .....	41
Tabla 8. Resultados del análisis electroquímico de las soluciones comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en agitación .....	43
Figura 1. Reacción de NaOCl con H <sub>2</sub> O .....	13
Figura 2. Reacción de Saponificación .....	13
Figura 3. Reacción de Neutralización .....	14
Figura 4. Reacción de Cloraminación .....	14
Figura 5 y 6. Recolección de la muestra biológica .....	28
Figura 7. Obtención de la muestra biológica .....	29
Figura 8. Conservación de la muestra biológica .....	29
Figura 9. Soluciones comerciales de NaOCl .....	29
Figura 10. NaOCl 6% grado reactivo, agua destilada e instrumental de laboratorio químico .....	30

<b>Figura 11. Almacenamiento de las soluciones comerciales a base de NaOCl .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 12. Conservación de las muestras químicas y biológicas .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 13. Análisis electroquímico de las soluciones de NaOCl .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 14. Disección de la muestra biológica .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 15. Tamaño de la muestra .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 16. Balanza analítica .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 17. Estandarización del peso de la muestra .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 18. Asignación de códigos para estudio simple ciego .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 19. Vasos de precipitados y soluciones de NaOCl para ensayo de disolución en reposo .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 20. Uso de micropipeta para la colocación de NaOCl en vasos de precipitados .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 21. Colocación de 7ml de NaOCl en vasos de precipitados .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 22. Agitador mecánico para agregar movimiento a las soluciones de NaOCl en el ensayo de disolución de tejido pulpar bovino .....</b>	<b>34</b>
<b>Grafica 1. Resultados del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico dental en reposo .....</b>	<b>36</b>
<b>Grafica 2. Resultados del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental en agitación .....</b>	<b>38</b>
<b>Grafica 3. Comparación del tiempo de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental en reposo y en agitación .....</b>	<b>39</b>
<b>Grafica 4. Comparación del efecto de disolución de tejido pulpar bovino con NaOCl de uso doméstico y dental .....</b>	<b>40</b>
<b>Grafica 5. Resultados del análisis electroquímico de las soluciones</b>	

**comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en reposo ..... 42**

**Grafica 6. Resultados del análisis electroquímico de las soluciones**

**comerciales a base de NaOCl de uso doméstico y dental en agitación ..... 44**