



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Endodoncia

“INFLUENCIA DEL TIEMPO, TEMPERATURA Y MEDIO DE ALMACENAMIENTO  
EN LA CONCENTRACIÓN DEL HIPOCLORITO DE SODIO EN UNA SOLUCIÓN  
DE IRRIGACIÓN AL 2.5%”

**Tesis**

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

**Presenta:**

Lic. En Odont. Andrea López Romero

**Dirigido por:**

C.D.E.E Larissa Argentina Zavala Vargas

C.D.E.E Larissa Argentina Zavala Vargas  
Presidente

\_\_\_\_\_

Dra. María del Socorro Maribel Liñán Fernández  
Secretario

\_\_\_\_\_

C.D.E.E Daniel Alberto de la Rosa Moreno  
Vocal

\_\_\_\_\_

C.D.E.E María Yolanda Elisa López Gómez  
Suplente

\_\_\_\_\_

Dra. Rosa Martha Pérez Serrano  
Suplente

\_\_\_\_\_

Centro Universitario, Querétaro, Qro.  
2020  
México

## Resumen

### Introducción:

El objetivo del tratamiento del conducto radicular es resolver o prevenir el desarrollo de periodontitis apical: Su éxito depende de la quimiomecánica y desbridamiento. La irrigación juega un papel indispensable, en las zonas inaccesibles para la instrumentación.

El nivel de cloro disponible afecta la actividad de las soluciones de hipoclorito de sodio; este se deteriora con el tiempo, exposición a luz, calor, contacto con aire, iones metálicos y materiales orgánicos.

**Objetivo:** Determinar la influencia del tiempo, temperatura y medio de almacenamiento en la concentración del hipoclorito de sodio en una solución de irrigación al 2.5%

### Material y métodos:

Las soluciones se guardaron en botellas de plástico de 250 ml agrupándose así: (1) Botellas que se abrieron diario. (2) Botellas que permanecieron abiertas. (3) Botellas expuestas a luz solar. (4) Botellas que permanecieron cerradas a 25° C. (5) Botellas cerradas a 4° C.

Para determinar la estabilidad de las soluciones, se utilizó una prueba que mide el porcentaje de cloro disponible: titulación yodométrica; con base en la norma mexicana NMX-K-281-SCFI-2012. Realizando mediciones a los 15, 30, 60 y 90 días.

### Resultados:

Las soluciones almacenadas a 25 ° C que se abrieron diario, presentaron una pérdida del 50% del porcentaje a los 15 días.

Las soluciones almacenadas a 25° c que permanecieron abiertas mostraron una pérdida gradual del porcentaje los primeros 60 días.

Las menos estables fueron las soluciones expuestas a luz solar con una pérdida total del porcentaje en la segunda medición.

Las soluciones cerradas a 25 °C y los frascos almacenados a 4 ° C constituyeron los grupos más estables.

### Conclusiones:

Existen diversos factores que pueden influir en la estabilidad, por ejemplo, la concentración de NaOCl, el volumen de solución, el tipo de envase donde se almacena, la temperatura, la exposición directa e indirecta a luz solar, el uso de tapas herméticas.

Los resultados de este estudio sugirieron que para mantener una concentración constante y menor pérdida de porcentaje original es aceptable almacenar las soluciones en un lugar fresco y oscuro con botellas con una tapa hermética.

**Palabras clave:** concentración, hipoclorito de sodio, almacenamiento, estabilidad

## Summary

### **Introduction:**

The goal of root canal treatment is to resolve or prevent the development of apical periodontitis: Its success depends on chemomechanics and debridement. Irrigation plays an indispensable role, in areas inaccessible to instrumentation.

The level of available chlorine affects the activity of sodium hypochlorite solutions; This deteriorates over time, exposure to light, heat, contact with air, metal ions and organic materials.

**Objective:** To determine the influence of time, temperature and storage medium on the concentration of sodium hypochlorite in a 2.5% irrigation solution

### **Material and methods:**

The solutions were stored in 250 ml plastic bottles, grouped as follows: (1) bottles that were opened daily. (2) bottles that remained open. (3) bottles exposed to sunlight. (4) bottles that remained closed at 25 ° C. (5) bottles closed at 4 ° C. To determine the stability of the solutions, a test was used that measures the percentage of available chlorine: household titration; based on the Mexican standard NMX-K-281-SCFI-2012. Performing measurements at 15, 30, 60 and 90 days

### **Results:**

The solutions stored at 25 ° C that were opened daily, showed a loss of 50% of the percentage at 15 days.

The solutions stored at 25 ° C that remained open showed a gradual loss of the percentage the first 60 days.

The least stable were the solutions exposed to sunlight with a total loss of the percentage in the second measurement.

The solutions closed at 25 ° C and the bottles stored at 4 ° C constituted the most stable groups.

### **Conclusions:**

There are several factors that can influence stability. The concentration of NaOCl, the volume of solution, the type of container where it is stored, the temperature, direct and indirect exposure to sunlight, the use of airtight lids.

The results of this study suggest that in order to maintain a constant concentration and with less loss of the original percentage it is acceptable to store the solutions in a cool and dark place with bottles with an airtight lid.

**Keywords:** concentration, sodium hypochlorite, storage, stability

## **Dedicatorias**

A mis maravillosos padres y hermana: a quienes jamás encontrare la forma de agradecer el cariño, comprensión y apoyo brindados en las derrotas y logros obtenidos, haciendo de este un triunfo más suyo que mío por la forma en la que lo hemos compartido, solo espero que comprendan que mis ideales esfuerzos y logros han sido también suyos e inspirados en ustedes. Gracias por tanto.

Andrea.

## **Agradecimientos**

A mis padres y hermana que siempre han estado incondicionalmente para apoyarme, comprenderme, escucharme y guiarme. Sin ustedes nada de esto sería posible.

A la Universidad Autónoma de Querétaro, por permitir y hacer posible mi formación académica.

A mis maestros por los conocimientos transmitidos y su dedicación, gracias por ayudarme en gran manera a concluir este proyecto.

A mi directora y asesora de tesis, Dra. Larissa Argentina Zavala Vargas por sus valiosas aportaciones para el desarrollo de esta tesis; al Dr. Rubén Domínguez por su aportación y comentarios para guiarme en este trabajo de investigación.

Al Comité Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por permitirme realizar mis estudios de especialidad y llevar a cabo este proyecto de tesis.

## Índice

Contenido	Página
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Abreviaturas y siglas	viii
I. Introducción	1
II. Antecedentes/estado del arte	3
III. Fundamentación teórica	5
III.1 Hipoclorito	5
III.2 Hipoclorito de sodio	5
III.3 Producción y propiedades del hipoclorito de sodio	5
III.4 Historia del cloro y agentes relacionados	7
III.5 Uso en endodoncia	7
III.6 Concentración de hipoclorito de sodio para uso endodóntico	9
III.7 Incremento de la eficacia en preparaciones de hipoclorito	9
III.8 pH	10
III.9 Aumento de la temperatura	11
III.10 Vida útil de NaClO	13
IV. Hipótesis o supuestos	14
V. Objetivos	
V.1 General	15
V.2 Específicos	15

VI. Material y métodos	16
VI.1 Tipo de investigación	16
VI.2 Población o unidad de análisis	16
VI.3 Muestra y tipo de muestra	16
VI. Técnicas e instrumentos	16
VI. Procedimientos	18
VII. Resultados	23
VIII. Discusión	33
IX. Conclusiones	37
X. Propuestas	38
XI. Bibliografía	39
XII. Anexos	43

### Índice de tablas

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
<b>Tabla 1</b>	Perdida de cloro y porcentaje de NaOCL en soluciones de hipoclorito al 2.5% almacenadas a 25° C que se abrieron diario	23
<b>Tabla 2</b>	Perdida de cloro y porcentaje de NaOCL en soluciones de hipoclorito al 2.5% almacenadas a 25° C que permanecieron abiertos	24
<b>Tabla 3</b>	Perdida de cloro y porcentaje de NaOCL en soluciones de hipoclorito al 2.5% expuestas a luz solar	25
<b>Tabla 4</b>	Perdida de cloro y porcentaje de NaOCL en soluciones de hipoclorito al 2.5% cerrados almacenados a 25°C	26
<b>Tabla 5</b>	Perdida de cloro y porcentaje de NaOCL en soluciones de hipoclorito al 2.5% cerrados almacenados a 4°C.	27
<b>Tabla 6</b>	Comparación de los valores de perdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 15 días	28
<b>Tabla 7</b>	Comparación de los valores de perdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 30 días	29

<b>Tabla 8</b>	Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 60 días	30
<b>Tabla 9</b>	Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 90 días	31

### Índice de figuras

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>Figura 1</b>	Perdida de cloro y porcentaje de NaOCL en soluciones de hipoclorito al 2.5% almacenadas a 25° C que se abrieron diario	23
<b>Figura 2</b>	Perdida de cloro y porcentaje de NaOCL en soluciones de hipoclorito al 2.5% almacenadas a 25° C que permanecieron abiertos	24
<b>Figura 3</b>	Perdida de cloro y porcentaje de NaOCL en soluciones de hipoclorito al 2.5% expuestas a luz solar	25
<b>Figura 4</b>	Perdida de cloro y porcentaje de NaOCL en soluciones de hipoclorito al 2.5% cerrados almacenados a 25°C	26
<b>Figura 5</b>	Perdida de cloro y porcentaje de NaOCL en soluciones de hipoclorito al 2.5% cerrados almacenados a 4°C.	27
<b>Figura 6</b>	Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 15 días	28
<b>Figura 7</b>	Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 30 días	29
<b>Figura 8</b>	Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 60 días	30
<b>Figura 9</b>	Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 90 días	31



## Abreviaturas y siglas

CONACyT Comité Nacional de Ciencia y Tecnología

NaOCl Hipoclorito de sodio

Ca(OCl)<sub>2</sub> hipoclorito de calcio

NaOH solución de hidróxido de sodio

NaCl Cloruro de sodio

H<sub>2</sub>O agua

OH iones hidroxilo

OCl ion hipoclorito

HOCl Acido hipocloroso

C1 Hipoclorito

pH Potencial de hidrogeno

HEBP hidroxiliceno de fosfato

EDTA ácido etilendiaminotetraacético

## I. Introducción

### Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio es un agente oxidante e hidrolizante, bactericida y proteolítico. Las soluciones de hipoclorito de sodio se han usado como irrigantes de heridas desde 1915, y como irrigante endodóntico desde 1920 (Clarkson y Moule, 1998).

El tratamiento de conducto radicular está diseñado para resolver o prevenir el desarrollo de periodontitis apical causada principalmente por bacterias. Su objetivo es, eliminar la biopelícula, las toxinas bacterianas y los restos de tejido que pueden servir como sustrato microbiano (Mohammed et al., 2017).

El éxito en el tratamiento endodóntico depende en gran medida de la quimiomecánica y desbridamiento de los conductos. Aunque los instrumentos eliminan la mayoría de los contenidos del conducto, la irrigación juega un papel indispensable, en aquellas partes inaccesibles para la instrumentación (Stojicic et al., 2010).

La irrigación es el paso más importante en el tratamiento de conductos radiculares para la eliminación de bacterias de las paredes infectadas (Byström y Sundqvist, 1983).

Las soluciones de hipoclorito de sodio se recomiendan como irrigantes principales, debido a su amplio espectro antimicrobiano y capacidad para disolver restos de tejido necrótico.

El nivel de cloro disponible es el factor crítico que afecta la actividad de las soluciones de hipoclorito de sodio. Estas soluciones son inestables (Türkün, 1995). La concentración de cloro disponible se deteriora con el tiempo, la exposición a la luz, calor y al contacto con el aire, metales, iones metálicos y materiales orgánicos.

El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia del tiempo, temperatura y medio de almacenamiento en la concentración del hipoclorito de sodio en una solución de irrigación al 2.5%

### **JUSTIFICACIÓN**

El porcentaje de cloro disponible es un factor que afecta la actividad de las soluciones de hipoclorito de sodio. La influencia de los factores ambientales sobre la estabilidad del hipoclorito de sodio ha sido documentada de manera individual, sin embargo, no se ha examinado la influencia de estos factores en combinación. El hipoclorito de sodio (NaOCl) ha demostrado ser el irrigante que reúne la mayoría de las especificaciones requeridas en el tratamiento de conductos debido a su eficacia antimicrobiana, disolución del tejido orgánico y propiedades de eliminación de residuos.

## II. Antecedentes

Rutala et al. (1998) en un estudio demostraron que 1% de las soluciones analizadas se deterioraron 83% a los 30 días cuando se expusieron a luz directa e indirecta.

Aparecida et al. (1996) informaron que las soluciones de 2.6 por ciento almacenadas en contenedores abiertos, con una concentración de cloro residual del 40 por ciento durante un mes, mostraron menor deterioro inicial.

Türkün (1995) encontró una estabilidad satisfactoria de diferentes soluciones de hipoclorito de sodio después de 200 días cuando se almacenan en condiciones adecuadas.

Schroeder et al., (2011) mostraron que se produjo un deterioro más rápido una solución no diluida (-10% de cloro disponible) que en las diluidas (1: 2 o 1:10). Ragnarsson et al. (2015) demostraron que la solución de Dakin (0,5% de cloro disponible) tenía una tasa de descomposición más alta que las formas diluidas.

Leonardo et al. (2016) evaluó la estabilidad de NaOCl y Ca(OCl)<sub>2</sub>, las soluciones de Ca(OCl)<sub>2</sub> tienden a tener más contenido de cloro disponible y mayor tensión superficial en comparación con NaOCl con la misma concentración. Con respecto al contenido de cloro disponible, tienden a ser estables, hasta 30 días de almacenamiento cuando se mantienen a 4 ° C o temperatura ambiente.

Clarkson et al. (2001) encontraron que el calentamiento del blanqueador diluido causa pérdida modesta del contenido de cloro, los resultados de este estudio sugieren que calentar soluciones al cuatro por ciento a 50 ° C para su uso durante una única cita endodóntica no parece causar pérdida significativa del contenido de cloro disponible.

Gambarini et al. (1998) también informaron una pérdida mínima de la concentración de cloro cuando las soluciones se calentaron intermitentemente.

Sirtes et al. (2005) usaron células de *E. faecalis*; un aumento de la temperatura de 25 ° C aumentó la eficacia de NaOCl por un factor de 100. Se encontró mayor cantidad de disolución de tejido al aumentar la concentración, el tiempo de contacto y el volumen de hipoclorito de sodio y al mantener la temperatura de la solución a 36 ° C

Costigan (1936) demostró el efecto de la temperatura NaOCl en la supervivencia de *Mycobacterium tuberculosis*. Una solución de NaOCl de 50 ppm (0.005%), obtuvo la muerte completa en 30 segundos a 60 ° C, en 60 segundos a 55 ° C y en 150 segundos a 50 ° C. Las tasas bactericidas para las soluciones de hipoclorito de sodio son más del doble por cada aumento de 5 ° C en la temperatura en el rango de 5 a 60 ° C

Velvart (2001) concluyó que el almacenamiento en frío no parecía mejorar la vida útil de las soluciones al dos por ciento, otros autores demostraron mejor vida útil en refrigeración, las soluciones diluidas fueron más estables que las concentradas.

Camps et al. (2009) demostraron que el contenido de cloro de la solución neutralizada de NaOCl al 2.5% disminuyó al 93% del valor inicial después de 1 hora, 72% después de 2 horas, 52% después de 3 horas, 29% después de 4 horas no se registraron mediciones después de 5 horas. El pH disminuyó desde 7.3 a 4.9 después de 5 horas. Se concluyó que la solución de NaOCl al 2.5% neutralizada debe usarse dentro de las 2 horas posteriores a la mezcla.

Rossi-Fedele et al. (2011) encontraron que al modificar el pH de las soluciones de NaOCl a valores alrededor de 6 y 7.5 usando ácidos específicos, el efecto antimicrobiano parece aumentar. Al modificar el pH de las soluciones de NaOCl a valores por debajo de 7.5, la capacidad de disolución del tejido parece disminuir.

### III. Fundamentación teórica

#### Hipoclorito

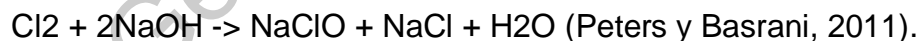
Es uno de los elementos más distribuidos en la tierra. No se encuentra en estado libre en la naturaleza, pero existe en combinación con sodio, potasio, calcio y magnesio. En el cuerpo humano forma parte de las defensas no específicas inmunes, generalmente neutrófilos, mediante la cloridación de componentes de nitrógeno o un conjunto de compuestos (Rutala, 1996).

#### Hipoclorito de sodio

En odontología, se usa en forma de soluciones acuosas diluidas con concentraciones que varían de 0.1% a 6.0%. Al ser un compuesto altamente oxidante, muestra propiedades adecuadas para disolver restos de pulpa dental, además de actuar como agente antimicrobiano. (Clarkson y Moule, 1998).

#### Producción y propiedades del hipoclorito de sodio

Ha sido tradicionalmente producido por burbujeo de cloro gaseoso a través de una solución de hidróxido de sodio (NaOH), para producir hipoclorito de sodio (NaClO), sal (NaCl) y agua (H<sub>2</sub>O).



Un método alternativo utiliza la electrólisis de una solución saturada de salmuera para producir iones de sodio y cloruro.

Los iones de sodio se difunden a través de una membrana, donde se combinan con agua para producir hidróxido de sodio (Pashley et al., 1985). Los iones de cloruro del primer compartimento se combinan para dar gas de cloro que se disuelve en el hidróxido de sodio para dar hipoclorito de sodio, sal y agua. Las soluciones comerciales de hipoclorito de sodio son fuertemente alcalinas, hipertónicas, y tienen concentraciones nominales de 10 a 14 por ciento de cloro

disponible. Se deterioran con el tiempo, la temperatura, la exposición a la luz y la contaminación con iones metálicos (Johnson y Remeikis, 1993).

Todas las soluciones de hipoclorito de sodio contendrán algunos compuestos además del hipoclorito de sodio (Sabala y Powel, 1989). Los identificados se enumeran a continuación:

Clorato de sodio: a partir de la descomposición de  $\text{NaClO}$ .

Hidróxido de sodio: mantiene el pH alto para mayor estabilidad.

Iones metálicos: de contenedores metálicos.

Cloraminas: por reacción con contaminantes orgánicos.

Perfumes: agregado a los blanqueadores domésticos como estrategia de marketing.

Tensioactivos (óxidos de aminas): para mejorar las propiedades de limpieza.

Ácidos grasos: formando jabón con exceso de  $\text{NaOH}$ .

Cloruro de Sodio: de la descomposición de  $\text{NaClO}$  (Zehnder, 2006).

Historia del cloro y agentes relacionados

El hipoclorito de potasio fue el primero químicamente producido en solución de cloro, inventado en Francia por Berthollet (1749-1822). Subsecuentemente el hipoclorito de sodio fue recomendado por Labarranque para prevenir la fiebre de parto y otras enfermedades infecciosas. Basado en estudios de laboratorio controlados por Coch y Pasteur, el hipoclorito ganó aceptación como desinfectante al final del siglo XIX (Zehnder, 2006). En la primera guerra mundial el químico Henry Drysdale Dakin, y el cirujano Alexis Carrel extendieron su uso amortiguando 0.5% la solución de hipoclorito de sodio para lavar heridas infectadas basado en los estudios de Dakin, sobre la eficacia de diferentes soluciones en tejidos necróticos

infectados, junto a un amplio espectro no específico matando todos los microbios (Dakin, 1915).

#### Uso en endodoncia

El tratamiento del conducto radicular debe centrarse en limpiar, conformar y sellar el conducto radicular para lograr la disolución de la pulpa, la eliminación de microorganismos y la prevención de la recontaminación (Mohammed et al., 2017).

El éxito en el tratamiento endodóntico depende en gran medida de la quimiomecánica y desbridamiento de los conductos. Aunque los instrumentos eliminan la mayoría de los contenidos del conducto, la irrigación juega un papel indispensable, en particular aquellas partes inaccesibles para la instrumentación (Stojicic et al., 2010).

NaClO al 5% se considera un estándar de oro como solución de irrigación gracias a su conocido efecto bactericida y a su eficacia para disolver la materia orgánica (Byström y Sundqvist, 1983).

El irrigante del conducto radicular debe presentar propiedades antibacterianas que aseguren una preparación quimiomecánica satisfactoria cuando se asocia con la preparación mecánica (Camps et al., 2009).

Los irrigantes del conducto radicular deberían:

- Tener amplio espectro antimicrobiano y eficacia contra microorganismos anaeróbicos y facultativos.
- Disolver restos de tejido pulpar necrótico.
- Inactivar la endotoxina
- Prevenir la formación de frotis durante la instrumentación y disolverla una vez que se ha formado.
- No tóxicos, para los tejidos periodontales (Harrison, 1984).



Las soluciones de hipoclorito de sodio se recomiendan como irrigantes principales, debido a su amplio espectro antimicrobiano y capacidad para disolver restos de tejido necrótico.

Innumerables compuestos en solución acuosa se han sugerido como irrigantes, incluidas sustancias inertes como el cloruro de sodio o bióxidos altamente tóxicos y alergénicos como formaldehído (Bukhary y Balto, 2017).

De todas las sustancias utilizadas, el hipoclorito de sodio cubre más requisitos de irrigador endodóntico que cualquier otro compuesto.

Tiene la capacidad de disolver tejido necrótico y componentes orgánicos de barrillo dentinario. Mata patógenos endodónticos organizados en biopelículas y túbulos dentinarios con la misma eficacia que la clorhexidina o el yodo a una concentración comparable (Liu et al., 2010).

Por lo tanto, la eliminación completa de las bacterias intraconducto es un requisito previo para la obturación y así para lograr un tratamiento endodóntico exitoso (Camps et al., 2009).

La capacidad de disolución del hipoclorito de sodio depende de su concentración, volumen y tiempo de contacto de la solución, pero también del área superficial de tejido expuesto (Moorer y Wesselink, 1982).

Entre la instrumentación, los conductos deben ser irrigados usando cantidades abundantes de hipoclorito. Una vez que se completa el procedimiento de conformado, los conductos se pueden enjuagar con EDTA o ácido cítrico. Generalmente, cada conducto se enjuaga por lo menos 1 minuto usando 5 a 10 ml del quelante. La exposición prolongada a quelantes como EDTA puede debilitar la raíz, así como la dureza de la dentina. La elección final del irrigante depende de la siguiente etapa de tratamiento. Si el hidróxido de calcio es utilizado, el enjuague final será NaClO, estos dos productos son complementarios.

La clorhexidina parece ser el agente más prometedor como irrigante final. Tiene afinidad con los tejidos dentales, y una vez que se une a una superficie, tiene una actividad antimicrobiana prolongada, un fenómeno llamado sustantividad. La sustantividad no se observa con NaClO.

#### Concentración de hipoclorito de sodio para uso endodóntico

Ha habido mucha controversia sobre la concentración de hipoclorito en soluciones para ser usadas en endodoncia. La medida original de Dakin de 0.5% de hipoclorito de sodio, diseñada para heridas fue confinada al sistema de conductos radiculares (Hülsmann y Hahn, 2000). La mayoría de los clínicos americanos usan 0.25% de hipoclorito de sodio en su forma de blanqueador casero. Sin embargo, se notificaron incidentes graves cuando las soluciones de hipoclorito se forzaron inadvertidamente en los tejidos periodontales, o cuando se filtró a través del dique de hule; irritaciones severas han sido reportadas en tejido periapical. Simplemente aumentar las concentraciones de hipoclorito en soluciones de irrigación sobre 1% de NaClO para hacerlas más efectivas puede no ser aconsejable (Sirte et al., 2005). La reducción de la microbiota del conducto, no es tan grande cuando 5% del hipoclorito de sodio es usado como irrigante comparado al 0.5% (Spangberg et al., 1973).

#### Incremento de la eficacia en preparaciones de hipoclorito

La eficacia del procedimiento de irrigación depende de los efectos químicos y mecánicos de la solución de irrigación. El efecto químico depende del tipo y la concentración del irrigante, el área de contacto superficial y la duración de la interacción entre el irrigante y el material infectado (Ragnarsson et al., 2015). El efecto físico puede estar limitado por la geometría de la conicidad del sistema de conductos radiculares que afecta la velocidad de flujo del irrigante, así como también por el comportamiento cerrado del conducto radicular, que está relacionado con el tejido periodontal y la cavidad ósea que rodea la raíz (Verhaagen et al., 2012).

Las posibles formas de mejorar la eficacia de las preparaciones de hipoclorito en la disolución del tejido aumentan el pH y la temperatura de las soluciones, la activación ultrasónica y el tiempo de trabajo prolongado (Zehnder, 2006).

Se ha sugerido que el precalentamiento de soluciones de baja concentración mejora la capacidad de disolución de los tejidos sin afectar a su estabilidad a corto plazo. Además, la toxicidad sistémica es menor en comparación con las soluciones de mayor concentración (a una temperatura más baja) con la misma eficacia (Sirtes et al., 2005).

El ajuste de las propiedades fisicoquímicas (es decir, tensión superficial, viscosidad y pH) de NaClO con varios agentes tensioactivos / modificadores condujo a resultados favorables que incluyen un aumento en la capacidad del irrigante para penetrar pasivamente dentro del conducto radicular principal, una mayor profundidad de penetración en los microtúbulos dentinarios (Dragan et al., 2018).

La eficacia antimicrobiana es críticamente dependiente de la concentración y la acción oxidante de especies de ácido hipocloroso no disociadas (HOCl). La capacidad de disolución de la materia orgánica parece estar determinada por las reacciones químicas del HOCl altamente inestable con ácidos grasos y el grupo proteína amino (Estrela et al., 2002).

pH

Un mol de hipoclorito contiene un mol disponible de cloro, el estado disponible de Cloro es dependiendo del Ph de la solución. Sobre el pH de 7.6 la forma predominante es hipoclorito, debajo de este valor se encuentra el ácido hipoclorito. El hipoclorito puro como se usa en endodoncia tiene un pH de 12 (Martell y Smith, 1989).

Si bien la actividad bactericida es mayor a valores de pH tan bajos como 6, los altos niveles de pH son necesarios para una vida útil efectiva. El hidróxido de

sodio generalmente está presente en las soluciones para mejorar la alcalinidad (Clarkson et al., 2001).

El aumento del pH contribuido por los iones hidroxilo (OH) Y el cloro disponible representado por el ion hipoclorito (OCI) Y el ácido hipocloroso (HOCl) Son responsables de la acción antimicrobiana de NaClO. Se ha recomendado utilizar una concentración de NaOCl entre 0,5% y 5,25% (p / v) como solución irrigante (Gomes et al., 2001).

Debido a que el ácido hipocloroso (HOCl) es un ácido débil, el cloro disponible en la solución de NaClO toma varias formas químicas de acuerdo con el pH: Cl<sub>2</sub> es la forma ácida, HOCl la forma neutra y ClO la forma alcalina (Estrela et al., 2003).

Si bien las influencias individuales de los factores ambientales sobre la estabilidad del hipoclorito de sodio han sido bien documentadas, no se ha examinado la influencia de muchos de los factores que se encuentran en la práctica clínica de endodoncia en combinación (Clarkson et al., 2001).

#### Aumento de la temperatura

Un enfoque alternativo para mejorar la efectividad de los irritantes de hipoclorito en el sistema del conducto radicular podría ser aumentar la temperatura de las soluciones NaClO de baja concentración. Esto parece mejorar su capacidad inmediata de disolución tisular (Cunningham y Balekjian, 1980). Al mismo tiempo, la toxicidad sistémica de los irritantes de NaClO precalentados, una vez que han alcanzado la temperatura corporal, debe ser menor que la de los homólogos no calentados más concentrados con una eficacia similar en el conducto radicular. Sin embargo, solo hay pocos datos disponibles sobre las características de las soluciones de hipoclorito calentadas relevantes para el endodoncista (Abou-Rass y Oglesby, 1981).

La temperatura del cloro en soluciones acuosas puede tomar dos formas: Hipoclorito (Cl<sup>-</sup>) o ácido hipocloroso (HOCl). La concentración de estos puede ser expresada como cloro disponible, por la determinación electroquímica equivalente a la cantidad elemental del cloro (Rutala y Mph, 1995).

El hidroxiliceno de fosfato HEBP, también llamado, etidronato, es un agente descalcificador que muestra solo pequeñas ineficiencias a poco plazo, con NaClO. Se ha sugerido recientemente como una posible alternativa para ácido cítrico o EDTA. HEBP previene la resorción ósea y se usa en pacientes que padecen osteoporosis o síndrome de Paget (Zehnder, 2006).

Los conductos deben ser siempre llenados con NaClO, esto mejorará el tiempo de trabajo de la irrigación, además se mejora la eficiencia de corte de los instrumentos y la carga de torsión en los instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio, se reduce en comparación de las condiciones secas. Sumergir instrumentos por horas en solución de hipoclorito provocará corrosión.

Tanto ácido cítrico y EDTA, reducen el cloro disponible en la solución, haciendo ineficaz la irrigación del NaClO en las bacterias y el tejido necrótico, por lo tanto, el ácido cítrico o EDTA nunca deben ser mezclados con NaClO (Baumgartner y Ibay, 1987). Lo mismo ocurre para las preparaciones de EDTA de tipo pasta con proporción 1:10, eliminaron el 1% de la solución de NaClO.

El efecto de burbujeo o efervescencia utilizado para actuar, por tales productos es una prueba de la reacción química que tiene lugar ante el hipoclorito, EDTA y peróxido de hidrógeno, resultando la evaporación del gas (Zehnder et al., 2005). El oxígeno se evapora de las mezclas acuosas de peróxido-hipoclorito, y Cl y Oxígeno a partir de las mezclas de NaClO con EDTA o ácido cítrico. A pesar del factor clínico, nunca se ha demostrado un efecto de limpieza física de esta reacción (Girard et al., 2005).

Vida útil de NaClO

El hipoclorito de sodio es un fuerte agente oxidante. El nivel de cloro disponible es el factor crítico que afecta la actividad de las soluciones de hipoclorito de sodio. Estas soluciones son inestables (Türkün, 1995). La concentración de cloro disponible se deteriora con el tiempo, la exposición a la luz, calor y al contacto con el aire, metales, iones metálicos y materiales orgánicos.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

#### **IV. Hipótesis**

##### Hipótesis de trabajo

La concentración de hipoclorito de sodio en una solución de irrigación al 2.5% disminuye cuando se almacena en recipientes que permiten el paso de luz, y aumento de temperatura durante periodos largos de tiempo.

##### Hipótesis nula

La concentración de hipoclorito de sodio en una solución de irrigación al 2.5% no se modificará cuando se almacena en recipientes que permiten el paso de luz, y aumento de temperatura durante periodos largos de tiempo.

Dirección General de Bibliotecas UAO

## V. Objetivos

### V.1 Objetivo general

Determinar la influencia del tiempo, temperatura y medio de almacenamiento en la concentración del hipoclorito de sodio en una solución de irrigación al 2.5%.

### V.2 Objetivos específicos

1.- Medir la concentración de NaOCl al 2.5% en tubos de plástico abiertos expuestas a luz solar.

2.- Medir concentración de NaOCl al 2.5% en tubos de plástico cerrados expuestas a la luz solar.

3.- Medir la concentración de NaOCl al 2.5% en tubos de plástico abiertos expuestas a la oscuridad.

4.- Medir la concentración de NaOCl al 2.5% en tubos de plástico cerrados expuestas a la oscuridad.

5.- Medir la concentración de NaOCl al 2.5% en tubos de plástico cerrados a 25 ° C.

6.- Medir la concentración de NaOCl al 2.5% en tubos de plástico cerrados a 4 ° C.

7.- Evaluar el efecto de las condiciones de almacenamiento en la concentración de NaOCl.



## **VI. Material y métodos**

### **VI.1 Tipo de investigación**

Experimental *in vitro*

### **VI.2 Población o unidad de análisis**

Soluciones de irrigación a base de hipoclorito de sodio al 2.5%

### **VI.3 Muestra y tipo de muestra**

Sistemática

#### **VI.3.1 Criterios de selección**

**Criterios de inclusión** Solución de hipoclorito de sodio al 2.5%

**Criterios de exclusión** No aplica

**Criterios de eliminación** No aplica

#### **VI.3.2 Variables estudiadas**

**Variable dependiente:** concentración de cloro

**Variable independiente:** temperatura, tiempo, luz solar, oscuridad

### **VI.4 Técnicas e instrumentos**

1. Observación sistemática
2. Análisis
3. Test estandarizado

4. Norma Mexicana NMX-K-281-SCFI-2012 concentración de hipoclorito de sodio en solución

5. Ácido acético glacial al 30 %.
6. Solución de tiosulfato de sodio 0.1 N.
7. Solución de almidón al 1 %.
8. Yoduro de potasio al 10 %.
9. Bureta de 50 ml graduada en 0.1 ml.
10. Pipeta de Mohr de 10 ml graduada en 0.1 ml.
11. Pipeta volumétrica de 1 ml.
12. Bascula
13. Parrilla eléctrica
14. Matraz Erlenmeyer
15. Hipoclorito de sodio al 2.5%
16. Botellas de plástico con tapa de 200 ml
17. Agua destilada
18. Pluma
19. Lápiz
20. Libreta
21. Calculadora
22. Computadora portátil
23. Gotero
24. Equipo usual de laboratorio.

## VI.5 Procedimientos

Las soluciones de NaOCl al 2.5% se prepararon un día antes de los experimentos.

Para evaluar el efecto de diferentes concentraciones y temperatura de almacenamiento sobre la estabilidad de las soluciones, se prepararon 5 grupos

Las soluciones se guardaron en botellas de plástico de 250 ml.

Se usaron botellas de plástico individuales para cada solución de prueba. Todas las soluciones se agitaron antes del análisis.

Las soluciones se almacenaron a 4°C en un refrigerador, se expusieron a luz solar indirecta, y a temperatura ambiente (promedio igual a 25°C) dentro de un armario durante diferentes períodos (0,15, 30, 60 y 90 días).

### Valoración

Para determinar la estabilidad de las soluciones, se utilizó una prueba que mide el porcentaje de cloro disponible: titulación yodométrica; con base en la norma mexicana NMX-K-281-SCFI-2012 Concentración de hipoclorito de sodio en solución- método de prueba.

Titulación yodometrica; procedimiento

### PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ALMIDÓN.

- Se peso 1 g de almidón soluble
- Se añadieron 2 ml de agua destilada para hacer una pasta
- Se puso a hervir 100 ml de agua destilada. Cuando esta hirvió, se añadió la pasta de almidón
- Se mezclo e hirvió durante 1 minuto, agitando constantemente

- Se dejó enfriar a temperatura ambiente (no utilizar la solución caliente para titular)

- Se guardó en un frasco tapado.

- Se preparó el mismo día que se utilizó

#### PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE TIOSULFATO DE SODIO

Esta solución fue adquirida con el laboratorio Jalmeq científica S.A DE C.V.

#### PREPARACION DE LA MUESTRA

-Se tomó 1 ml de muestra para la determinación.

#### ESTANDARIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE TIOSULFATO DE SODIO, PROCEDIMIENTO

-Con una pipeta volumétrica se tomó 1 ml de solución de hipoclorito de sodio y se transfirió a un matraz Erlenmeyer de 300 ml.

-Se agregaron 10 ml de yoduro de potasio al 10% y 10 ml de ácido acético, se tapó y dejó reposar por 30 segundos.

-La solución resultante se tituló con solución de tiosulfato de sodio hasta una coloración amarilla, se agregaron unas gotas de la solución de almidón y se continuó la titulación hasta que la solución quedó transparente.

-Se curó una bureta con la solución de tiosulfato de sodio y se llenó con la misma solución hasta la marca de "cero" de la bureta. Se asegurará que no queden burbujas de aire en la punta.

\* Si la solución no se tornó azul oscuro, esto indicaba que se sobrepasó el punto final, en este caso se debió repetir la titulación con una nueva alícuota de la solución diluida.

## Cálculos y expresión de resultados

Se calculo el contenido de hipoclorito de sodio (como Cl<sub>2</sub>) con la siguiente formula y se expresó el resultado en por ciento.

$$\% \text{ Cl} = \frac{(V) (N) (\text{Peso equivalente de Cl})}{\text{Miligramos de Cl}} (100)$$

Miligramos de Cl

dónde:

-Cl es el contenido de hipoclorito de sodio expresado en por ciento.

-V es la solución de tiosulfato de sodio empleada en la titulación en ml.

-N es la normalidad de la solución de tiosulfato de sodio en mg/ml.

Para todas las soluciones se prepararon tres muestras y se realizaron tres valoraciones en cada muestra al final de cada período de almacenamiento. Fueron evaluadas por un solo operador.

### Cloro disponible

Para probar el efecto de las condiciones de almacenamiento en la vida útil, las soluciones se distribuyeron de la siguiente manera:

(1) En tubos de plástico de 250 ml que se abrieron diario

Los tubos de plástico se llenaron con solución de hipoclorito de sodio al 2.25%, luego se cerraron herméticamente. Cada botella se abrió todos los días cinco días a la semana, se agito brevemente y luego se volvió a tapar después de 10 minutos. Los niveles de cloro disponibles se probaron a intervalos variables.

(2) En tubos de plástico de 250 ml abiertos

Se colocó una solución de hipoclorito de sodio al 2.5% en tubos de plástico de 250 ml y almacenados en una caja ventilada a prueba de luz en un cuarto oscuro, con los tubos destapados.

(3) En tubos de plástico de 250 ml expuestos a la luz solar

Se colocó una solución de hipoclorito de sodio al 2.5% en tubos de plástico de 250 ml abiertos, fueron almacenados en la repisa de una ventana con luz solar indirecta.

4) En tubos de plástico cerrados almacenados a 25° C

Se colocó una solución de hipoclorito de sodio al 2.5% en tubos de plástico de 250 ml tapados, fueron almacenados en un ambiente fresco lejos de la luz solar.

5) En tubos de plástico cerrados almacenados a 4° C

Se colocó una solución de hipoclorito de sodio al 2.5% en tubos de plástico de 250 ml tapados, fueron almacenados en un refrigerador a 4° C.

Todas las soluciones probadas se tabularon de acuerdo con temperatura de almacenamiento; si el contenedor se dejó abierto, cubierto o abierto diariamente y la naturaleza de la exposición a la luz. Los cambios en la concentración de cloro a lo largo del tiempo se tomaron para todas las soluciones, con contenido de cloro expresado como porcentaje de la concentración inicial de clorina disponible de soluciones almacenadas durante 90 días.

Todos los experimentos fueron realizados por triplicado.

#### **VI.5.1 Análisis estadístico**

Los datos obtenidos de cada grupo se expresaron en valores cuantitativos y la información se procesó en el programa de Excel 2019, los datos se expresaron en media, desviación estándar y rango; fueron sometidos a un análisis estadístico

ANOVA y prueba Tukey para comparaciones múltiples, y detectar diferencias estadísticamente significativas. La significancia estadística fue establecida en  $P < 0.05$ .

#### **VI.5.2 Consideraciones éticas**

De acuerdo con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki, este estudio se desarrolló conforme a los siguientes criterios:

La investigación se llevó a cabo con la autorización del representante legal de la institución investigadora y de la institución donde se realizó la investigación; y la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética en Investigación de la institución.

## VII. Resultados

Las soluciones se dividieron en 5 grupos con diferentes características de almacenamiento durante 90 días.

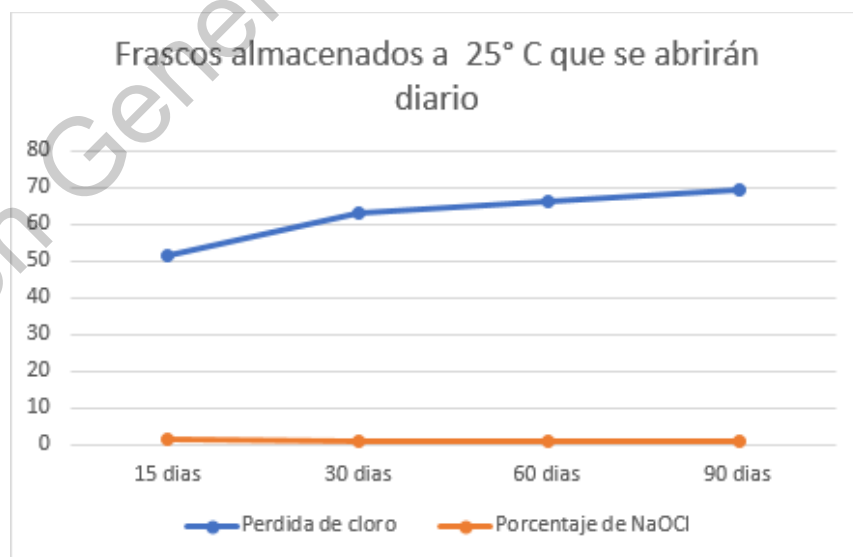
Soluciones almacenadas a 25 ° C que se abrieron a diario;

A los 15 días presentaron una pérdida del 51.2% en su porcentaje de cloro, este fue disminuyendo gradualmente hasta llegar a 69.3% a los 90 días .

**Tabla 1.** Perdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito al 2.5% almacenadas a 25° C que se abrieron diario

Grupo	15 días (n=3)	30 días (n=3)	60 días (n=3)	90 días (n=3)	Valor P
	$\bar{x} \pm DE$ (Rango)				
Perdida de cloro	51.2 ± 2.49 (49.2 - 54)	62.8 ± 1.38 (2.1-2.12)	66.4±0.69 (65.6-66.8)	69.3± 0.46 (68.8-69.6)	0.0001
Porcentaje de NaOCl	1.22±0.06 (1.15-1.27)	0.93±0.03 (0.89-0.95)	0.84±0.01 (0.83-0.86)	0.76±0.01 (0.76-0.78)	0.0001

X: media, DE: desviación estándar, NaOCl : hipoclorito de sodio\*: Análisis de varianza



**figura 1.** Perdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito al 2.5% almacenadas a 25° C que se abrieron diario

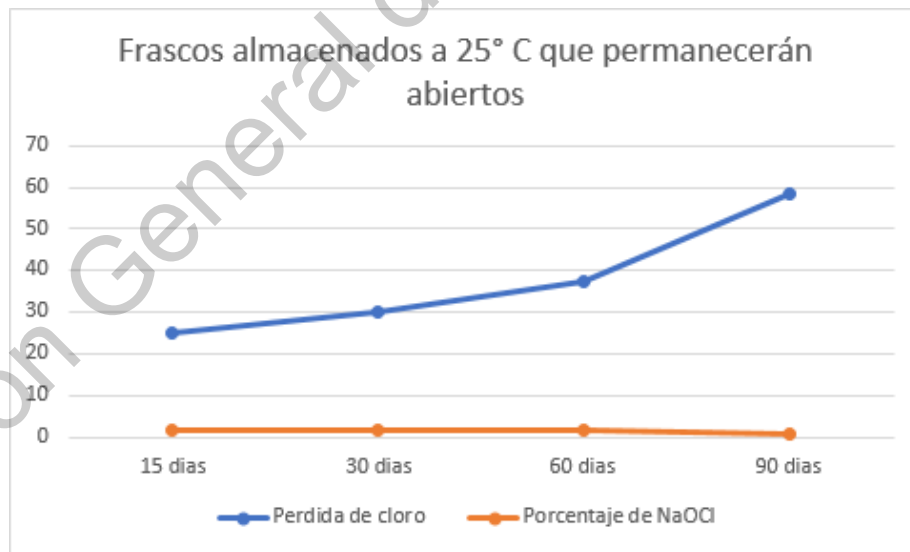


Soluciones almacenadas a 25° c que permanecieron abiertas:

Mostraron una pérdida del porcentaje de cloro gradual durante los primeros 60 días, aumentando significativamente en el último periodo de medición; correspondiente a 90 días, pasando del 37.2 % a 58.4%.

**Tabla 2.** Pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito al 2.5% almacenadas a 25° C que permanecieron abiertas

Grupo	15 días (n=3)	30 días (n=3)	60 días (n=3)	90 días (n=3)	Valor P
$\bar{x} \pm DE$ (Rango)					
Pérdida de cloro	25.2±0.69 (24.8-26)	30±1.2 (28.8-31.2)	37.2±0.69 (36.4-37.6)	58.4±1.38 (56.8-59.2)	0.0001
Porcentaje de NaOCl	1.87±0.01 (1.85-1.88)	1.75±0.03 (1.72-1.78)	1.57±0.01 (1.56-1.59)	1.02±0.03 (1.02-1.08)	0.0001
NaOCl: hipoclorito de sodio*: Análisis de varianza					



**Figura 2.** Pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito al 2.5% almacenadas a 25° C que permanecieron abiertas

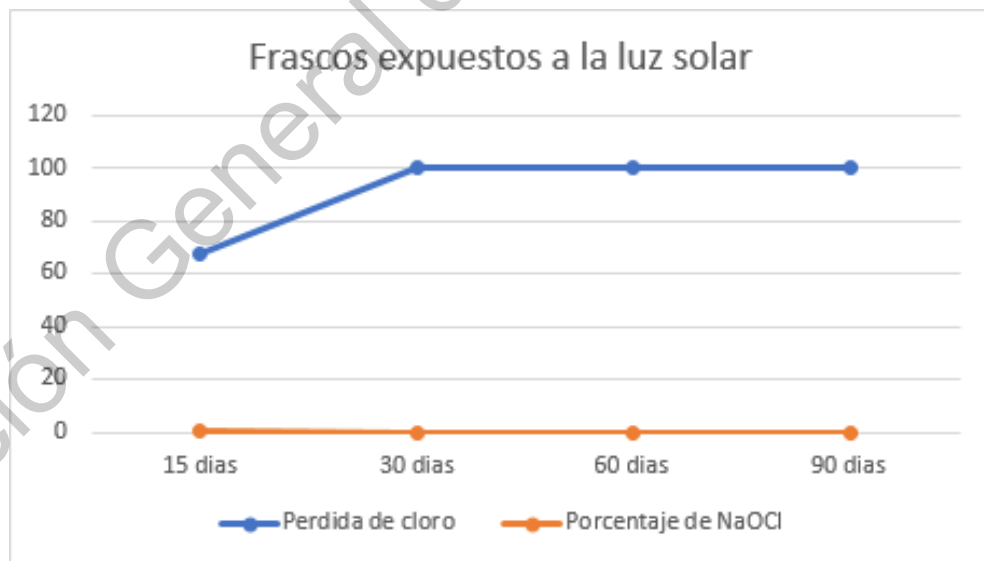
Soluciones expuestas a luz solar:

Fueron la solución menos estable. Mostraron el deterioro más dramático con una pérdida de cloro disponible del 67.3% durante los primeros 15 días, cayendo abruptamente a una pérdida del 100% del porcentaje después de la segunda medición (30 días). Después de 90 días la muestra se evaporó, formando cristales de sodio los cuales fueron observados bajo microscopio.

**Tabla 3.** Pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito al 2.5% expuestas a luz solar

Grupo	15 días (n=3)	30 días (n=3)	60 días (n=3)	90 días (n=3)	Valor P
$\bar{x} \pm DE$ (Rango)					
Pérdida de cloro	67.3±0.92 (66.8-68.4)	100± 0 (100-100)	100± 0 (100-100)	100± 0 (100-100)	0.0001
Porcentaje de NaOCl	0.81±0.02 (0.79-0.83)	0.93± 0 (0 - 0)	0.84± 0 (0 - 0)	0.76± 0 (0 - 0)	0.0001

NaOCl: hipoclorito de sodio\*: Análisis de varianza



**Figura 3.** Pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito al 2.5% expuestas a luz solar.

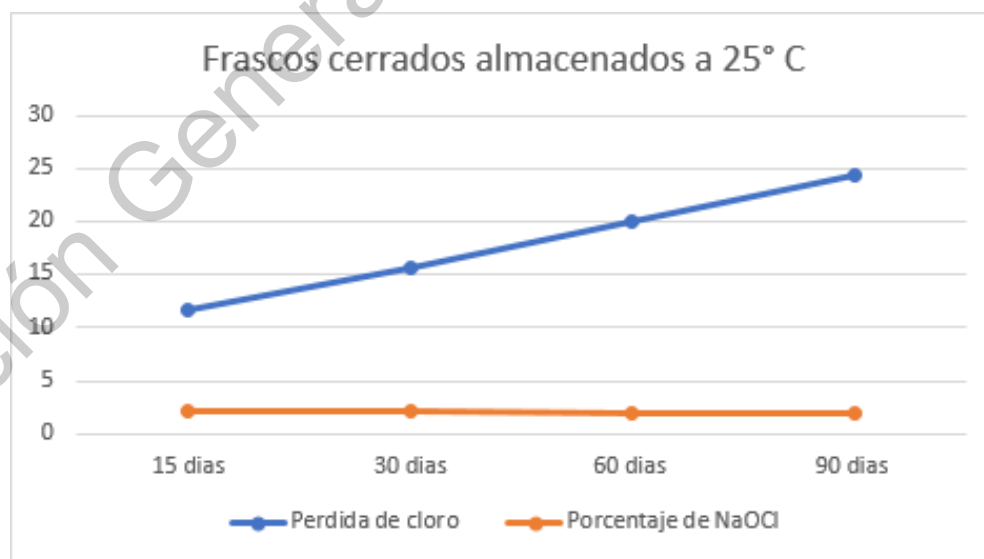
Soluciones cerradas almacenadas a 25 ° C:

Constituyeron el grupo más estable mostrando la menor pérdida de porcentaje durante los 90 días de observación con una pérdida final de 24.4%. Además de exhibir la pérdida de porcentaje más constante de todos los grupos.

**Tabla 4.** Pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito al 2.5% cerrados almacenados a 25°C.

Grupo	15 días (n=3)	30 días (n=3)	60 días (n=3)	90 días (n=3)	Valor P
$\bar{x} \pm DE$ (Rango)					
Pérdida de cloro	11.73 ± 0.46 (11.2 - 12)	15.73 ± 0.46 (15.2 - 16)	20 ± 0.69 (19.6-20.8)	24.4 ± 1.38 (23.6-26)	0.0001
Porcentaje de NaOCl	2.2 ± 0.01 (2.2- 2.22)	2.1 ± 0.01 (2.1-2.12)	2 ± 0.01 (1.98-2.01)	1.89 ± 0.03 (1.85-1.91)	0.0001

NaOCl: hipoclorito de sodio\*: Análisis de varianza



**Figura 4.** Pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito al 2.5% cerrados almacenados a 25°C.

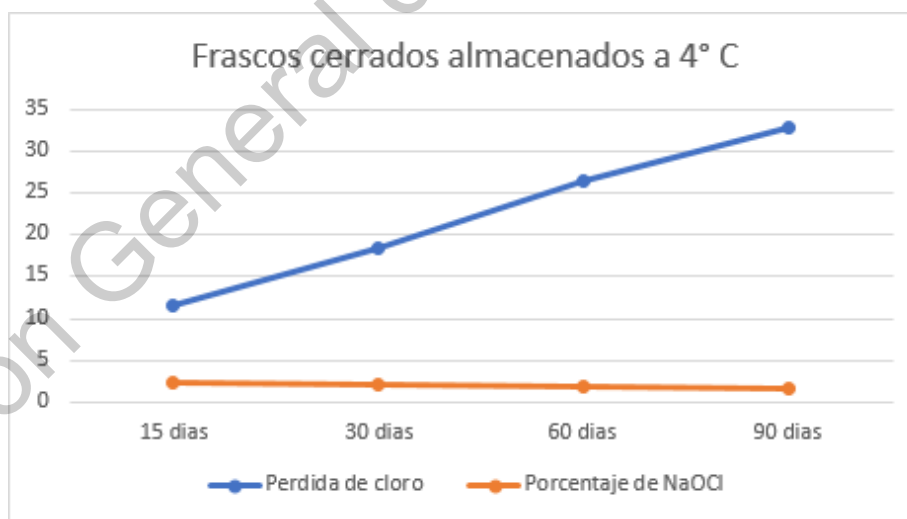
Soluciones almacenadas a 4 ° C:

Después del grupo anterior mostraron la menor pérdida de porcentaje con un 32.8% al finalizar 90 días, estos últimos grupos se deterioraron más lentamente.

**Tabla 5.** Pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito al 2.5% cerrados almacenados a 4°C.

Grupo	15 días (n=3)	30 días (n=3)	60 días (n=3)	90 días (n=3)	Valor P
$\bar{x} \pm DE$ (Rango)					
Pérdida de cloro	11.6± 0.69 (10.8-12)	18.5± 4.38 (16-23.6)	26.4± 0.69 (26-27.2)	32.8± 1.38 (31.2-33.6)	0.0001
Porcentaje de NaOCl	2.21± 0.01 (2.2-2.23)	2.03±0.1 (1.91-2.1)	1.84±0.01 (1.82-1.85)	1.68±0.03 (1.66-1.72)	0.0001

NaOCl: hipoclorito de sodio\*: Análisis de varianza



**Figura 5.** Pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito al 2.5% cerrados almacenados a 4°C.

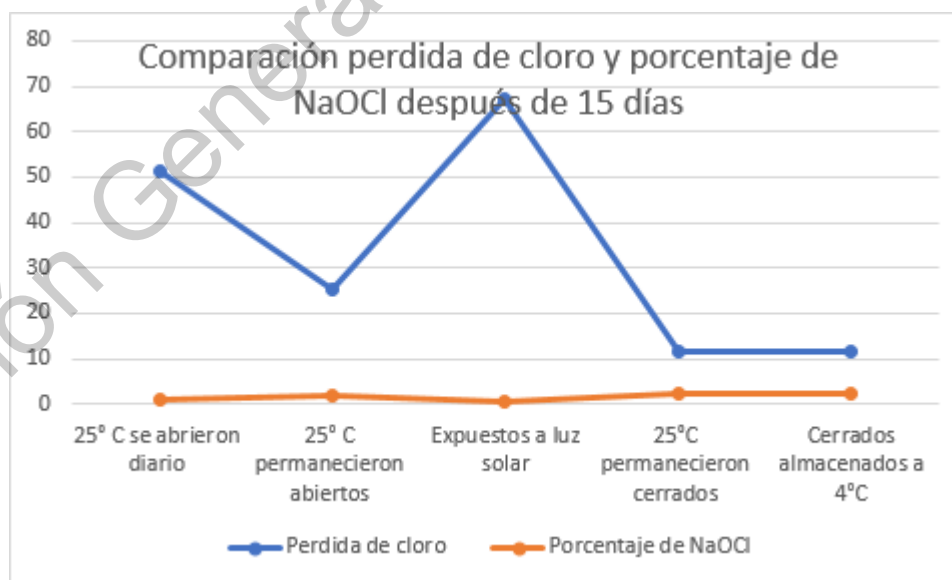
Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 15 días.

A los quince días observamos que existe una mayor pérdida de cloro en el grupo expuesto a luz solar y en cambio los grupos que permanecieron cerrados y a 4°C mostraron la menor pérdida de cloro.

**Tabla 6.** Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 15 días

Grupo	25° C se abrieron diario 15 días (n=3)	25° C abiertos 15 días (n=3)	Expuestos a luz solar 15 días (n=3)	25°C cerrados 15 días (n=3)	Cerrados almacenados a 4°C 15 días (n=3)	Valor P
$\bar{x} \pm DE$ (Rango)						
Perdida de cloro	51.2 ±2.49 (49.2 - 54)	25.2±0.69 (24.8-26)	67.3±0.92 (66.8-68.4)	11.73±0.46 (11.2 - 12)	11.6±0.69 (10.8-12)	0.0001
Porcentaje de NaOCl	1.22±0.06 (1.15-1.27)	1.87±0.01 (1.85-1.88)	0.81±0.02 (0.79-0.83)	2.2 ±0.01 (2.2- 2.22)	2.21±0.01 (2.2-2.23)	0.0001

X: media, DE: desviación estándar, NaOCl : hipoclorito de sodio\*: Análisis de varianza



**Figura 6.** Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 15 días

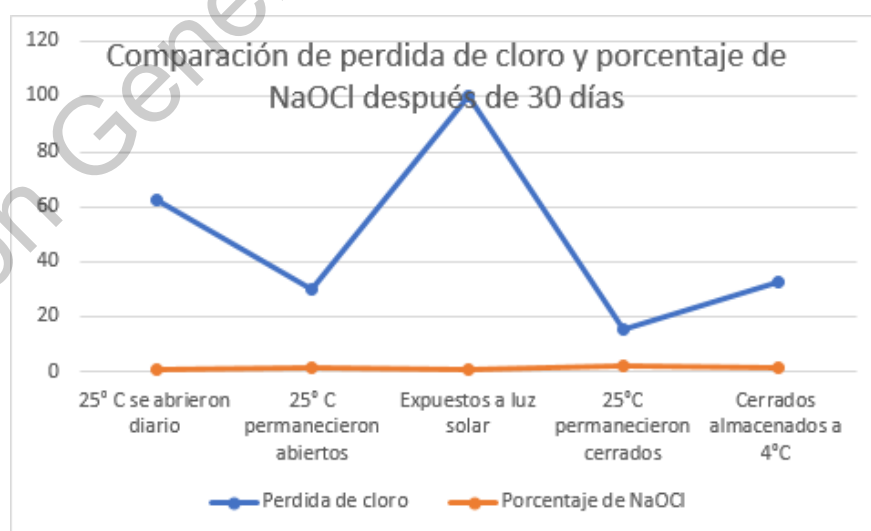
Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 30 días

A los treinta días observamos una pérdida total del porcentaje de cloro en el grupo expuesto a luz solar, el grupo que permaneció cerrado se mantiene como el que muestra menor pérdida de cloro. Por otro lado, observamos un aumento de más del 50% de pérdida de cloro en el grupo almacenado a 4°C.

**Tabla 7.** Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 30 días

Grupo	25° C se abrieron diario 30 días (n=3)	25° C abiertos 30 días (n=3)	Expuestos a luz solar 30 días (n=3)	25°C cerrados 30 días (n=3)	Cerrados almacenados a 4°C 30 días (n=3)	Valor P
	$\bar{x} \pm DE$ (Rango)					
Pérdida de cloro	62.8 ±1.38 (2.1-2.12)	30±1.2 (28.8-31.2)	100± 0 (100-100)	15.73 ±0.46 (15.2 - 16)	32.8±1.38 (31.2-33.6)	0.0001
Porcentaje de NaOCl	0.93±0.03 (0.89-0.95)	1.75±0.03 (1.72-1.78)	0.93± 0 (0 - 0)	2.1 ± 0.01 (2.1-2.12)	1.68±0.03 (1.66-1.72)	0.0001

X: media, DE: desviación estándar, NaOCl : hipoclorito de sodio\*: Análisis de varianza



**Figura 7.** Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 30 días

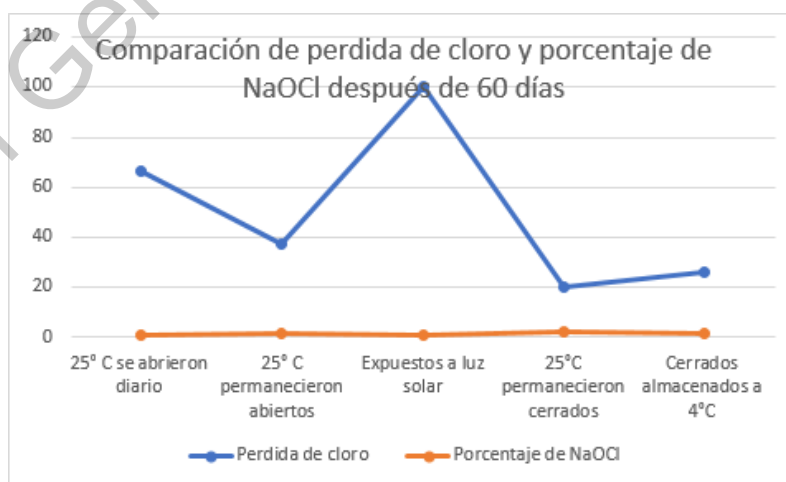
Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 60 días.

Después de sesenta días la pérdida de cloro en frascos expuestos a luz solar se mantiene en un 100% y observamos la presencia de formación de cristales de cloruro de sodio en las muestras. Observamos una disminución de la pérdida de porcentaje de cloro en las muestras almacenadas a 4°C. Los frascos que se abrieron diario muestran una pérdida de más del 50%.

**Tabla 8.** Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 60 días

Grupo	25° C se abrieron diario 60 días (n=3)	25° C abiertos 60 días (n=3)	Expuestos a luz solar 60 días (n=3)	25°C cerrados 60 días (n=3)	Cerrados almacenados a 4°C 60 días (n=3)	Valor P
	$\bar{x} \pm DE$ (Rango)					
Pérdida de cloro	66.4 ±0.69 (65.6-66.8)	37.2±0.69 (36.4-37.6)	100± 0 (100-100)	20 ± 0.69 (19.6-20.8)	26.4± 0.69 (26-27.2)	0.0001
Porcentaje de NaOCl	0.84±0.01 (0.83-0.86)	1.57±0.01 (1.56-1.59)	0.84± 0 (0 – 0)	2 ± 0.01 (1.98-2.01)	1.84±0.01 (1.82-1.85)	0.0001

X: media, DE: desviación estándar, NaOCl : hipoclorito de sodio\*: Análisis de varianza



**Figura 8.** Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 60 días

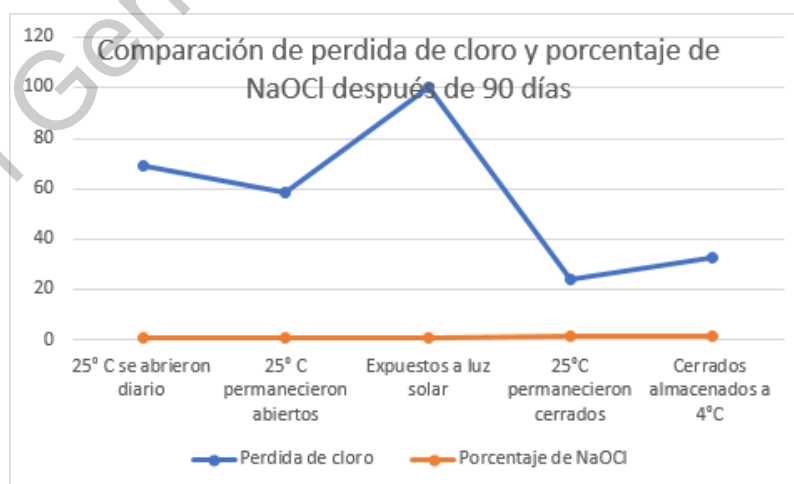
Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 90 días

Después de 90 días observamos que la tendencia es que los frascos que permanecieron cerrados son los que presentan menor pérdida de porcentaje de cloro y los frascos que permanecieron abiertos muestran formación de más cristales de cloruro de sodio y ausencia de líquido. El grupo que permaneció abierto presenta un aumento considerable en comparación con los 60 días.

**Tabla 9.** Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 90 días

Grupo	25° C se abrieron diario 90 días (n=3)	25° C abiertos 90 días (n=3)	Expuestos a luz solar 90 días (n=3)	25°C cerrados 90 días (n=3)	Cerrados almacenados a 4°C 90 días (n=3)	Valor P
	$\bar{x} \pm DE$ (Rango)					
Perdida de cloro	69.3± 0.46 (68.8-69.6)	58.4±1.38 (56.8-59.2)	100± 0 (100-100)	24.4 ± 1.38 (23.6-26)	32.8± 1.38 (31.2-33.6)	0.0001
Porcentaje de NaOCl	0.76±0.01 (0.76-0.78)	1.02±0.03 (1.02-1.08)	0.76± 0 (0 – 0)	1.89 ± 0.03 (1.85-1.91)	1.68±0.03 (1.66-1.72)	0.0001

X: media, DE: desviación estándar, NaOCl : hipoclorito de sodio\*: Análisis de varianza



**Figura 9.** Comparación de los valores de pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl en soluciones de hipoclorito de sodio al 2.5% después de 90 días.



Observamos que el valor de P permanece menor a 0.05, los resultados son estadísticamente significativos y rechazamos la hipótesis nula; por lo tanto, podemos asumir que la concentración de hipoclorito de sodio en una solución de irrigación al 2.5% disminuye cuando se almacena en recipientes que permiten el paso de luz, y aumento de temperatura durante periodos largos de tiempo.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## VIII. Discusión

El NaOCl muestra propiedades antisépticas debido a la formación de ácido hipocloroso y la posterior liberación de cloro, que es un bactericida muy activo (Frais 2001).

NaOCl al 5% se considera un estándar de oro como solución de irrigación gracias a su conocido efecto bactericida, y a su eficacia para disolver la materia orgánica (Landolo et al., 2019).

Los estudios *in vitro* han demostrado que cuanto mayor es la concentración de NaOCl, mayor es la eficacia antibacteriana. Sin embargo, los estudios *ex vivo* han demostrado que en el entorno del conducto radicular el uso de concentraciones más altas de NaOCl no hace ninguna diferencia porque un alto volumen de irrigación e intercambios frecuentes pueden compensar los efectos de la concentración (Gomes et al., 2001).

La concentración seleccionada se basa en un equilibrio de la eficacia percibida en la destrucción bacteriana, disolución de tejidos y la conveniencia de prevenir el daño a la dentina (Harrison, 1984).

Las soluciones de NaOCl son inherentemente inestables y al permanecer en reposo, los aniones hipoclorito se descomponen en iones clorato ( $\text{ClO}_3^-$ ) y cloro ( $\text{Cl}^-$ ). La velocidad de descomposición depende del pH y la concentración de hipoclorito (Grigoratos et al., 2000).

La actividad de las soluciones de hipoclorito de sodio se puede evaluar determinando la cantidad de cloro disponible en cada solución.

Existen varios métodos para medir el cloro disponible, incluida la solubilidad del tejido (Johnson y Remeikis, 1993); análisis de sulfato de amonio ferroso de N-dietil-p-fenilendiamina (Rutala et al., 1998); y titulación yodométrica con una variedad de procedimientos de detección de punto final, que incluyen titulación contra tiosulfato de sodio (Clarkson et al., 2001).

En este estudio se utilizaron botellas de plástico transparentes con tapones de rosca herméticos y se utilizó la titulación yodometrica para medir el cloro disponible, como lo hicieron Clarkson et al (2001), se seleccionó esta prueba debido a que es la prueba más simple y más utilizada para cloro disponible y no muestra problemas de eliminación o toxicidad.

Al comparar los resultados de este estudio con estudios previos, se deben discurrir las diferentes condiciones de almacenamiento: botellas de plástico transparentes, botellas color ámbar, jeringas, contenedores de metal. El volumen de los recipientes, la cantidad de solución utilizada en cada muestra, las dificultades para cuantificar la exposición a la luz; todo esto hace que una comparación entre estudios no sea confiable.

Lo anterior sugiere que en busca de poder realizar una correcta comparación entre estudios se debería implementar un estándar de almacenamiento en base a los resultados de estudios previos, con el fin de encontrar el mejor medio y condiciones de almacenamiento para NaOCl.

El 1% de las soluciones examinadas por Rutala et al (1998) se deterioraron al 83% a los 30 días cuando se expusieron a la luz solar directa e indirecta, mientras que Aparecida et al (1996) informaron que el 2,6% de las soluciones se deterioraron a un nivel similar en luz artificial continua sobre el mismo periodo, esto contrasta con los resultados de esta investigación donde las muestras abiertas y expuestas directamente a luz solar mostraron una pérdida del 100% de porcentaje de NaOCl a los 30 días, esta variación en porcentaje pudiera deberse a la combinación de luz solar y botellas abiertas.

En contraste Clarkson et al (2001) describieron aumento en la concentración de una solución en un recipiente abierto, atribuyéndolo a la evaporación de agua como resultado de la gran superficie de la solución en relación con su volumen y la baja humedad del ambiente con aire acondicionado.

Mientras Fabian y Walker (1982) encontraron que las bajas concentraciones (<1%) de NaOCl permanecieron estables (90% de la concentración inicial) durante hasta 23 meses cuando se almacenaron en botellas de vidrio ámbar llenas de dos tercios potencialmente expuestas a la luz solar.

En el presente estudio después de 90 días de almacenamiento, las muestras abiertas y expuestas al sol mostraron la presencia de un precipitado cristalino, este fenómeno no había sido descrito en estudios anteriores. Esto se debió a la descomposición de los iones hipoclorito para formar iones cloruro. A medida que aumenta la concentración de los iones cloruro, la solución se satura y se forman cristales de cloruro de sodio.

Frais et al (2001) demostraron que una solución de NaOCl al 3% sufre una descomposición menor cuando se almacena a temperatura ambiente (aproximadamente 20 ° C) incluso cuando se expone a un mayor volumen de aire. Esto está en concordancia con los resultados de este estudio donde el grupo que presento menor pérdida de cloro disponible fue el grupo que permaneció cerrado a una temperatura de 25° C en promedio, mostrando una pérdida de 24.4% de cloro después de 90 días.

Sin embargo Piskin y Turkun (1995) midieron la estabilidad de tres fuentes de NaOCl disponibles comercialmente a diferentes concentraciones y temperaturas durante 200 días. La única reducción significativa en el cloro disponible fue causada por el almacenamiento de NaOCl al 5% a 24 ° C.

Debido a la cantidad de variables en cuanto a periodo de medición y condiciones de almacenamiento se realizó una comparación entre grupos tomando como referencia el tiempo, esto con el fin de mostrar cual fue el medio de almacenamiento que mostro menor y mayor pérdida de porcentaje de NaOCl y como se comportaron las muestras en los diferentes periodos de tiempo.

Observamos que las soluciones que permanecieron abiertas expuestas a luz solar fueron las menos estables mostrando una perdida de cloro total a los 30 días y las

soluciones que permanecieron cerradas a 25 ° C fueron las más estables, seguido de las soluciones que se almacenaron a 4 ° C.

El tipo de recipiente y el volumen de la muestra parecen no ser decisivos en la pérdida de porcentaje

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## IX. Conclusiones

Existen diversos factores que pueden influir en la estabilidad la concentración del NaOCl en endodoncia, el volumen de solución almacenada, el tipo de envase donde se almacena, la temperatura, la exposición directa e indirecta a luz solar, el uso de tapas herméticas.

La solución que permaneció cerrada almacenada a 25 ° C fue la más estable y la solución expuesta al sol y abierta fue la menos estable.

La temperatura influyo un papel decisivo en la estabilidad del porcentaje de cloro cuando este aumento las soluciones sufrieron una pérdida total de la concentración al final del periodo de estudio, sin embargo, cuando se disminuyó la temperatura las soluciones se presentaron estables con una pérdida de porcentaje de menos del 35% al final del periodo,

Sin embargo, a temperatura ambiente (promedio igual a 36 ° C) las soluciones mostraron una pérdida del porcentaje de menos del 25%.

Los resultados de este estudio sugirieren que para mantener una concentración constante y con menor perdida de porcentaje original es aceptable almacenar las soluciones en un lugar fresco y oscuro con botellas con una tapa hermética.

## IX. Propuestas

Dentro de los diferentes estudios que han evaluado la pérdida de porcentaje de cloro, encontramos diferentes porcentajes iniciales evaluados, así como diferente volumen para las muestras y materiales de envasado. Además de encontrar diferentes métodos para medir la concentración de las muestras. Esto hace que sea difícil realizar una comparación entre si ya que las condiciones entre estudios han sido diferentes.

Existe la necesidad de estandarizar las características de las muestras, para investigar el valor pronóstico de la concentración y los diferentes medios de almacenamiento.

Dirección General de Bibliotecas UAO

## X. Bibliografía

- Abou-Rass., Marwan., and Oglesby S. 1981. The effects of temperature, concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. *J. Endod* . 7(8): 376-377
- Aparecida N., and Fernandes M. 1996. Influence of the container and environmental factors in the stability of sodium hypochlorite. *Bol Oficina Sanit Panam*.121(4):301-4
- Baumgartner., Craig J., and Augusto C. 1987. The chemical reactions of irrigants used for root canal debridement. *J. Endod* .13(2):47-51
- Bukhary., Sundus., and Hanan B. 2017. Antibacterial efficacy of octenisept, alexidine, chlorhexidine, and sodium hypochlorite against enterococcus Faecalis Biofilms. *J. Endod* . 43 (4): 643–47
- Byström., Anders., and Göran S. 1983. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg. Oral Med.Oral Pathol. Oral Radiol*. 55(3):307-312
- Camps., Jean., Ludovic P., Virginie A., Bernard V., Fukuzaki S., Bernad L., and Imad A. 2009. Shelf life, dissolving action, and antibacterial activity of a neutralized 2.5% sodium hypochlorite solution. *Oral Surg. Oral Med.Oral Pathol. Oral Radiol*. 108 (2): e66–73.
- Clarkson., Moule A.J., and Podlich H. 2001. “The shelf-life of sodium hypochlorite irrigating solutions. *Aust. Dent. J*.46 (4): 269–76.
- Clarkson., Roger M., and Alex J. M. 1998. “Sodium hypochlorite and Its use as an endodontic irrigant. *Aust. Dent. J*.43(4):250-256.
- Costigan S. M. 1936. Effectiveness of hot hypochlorites of low alkalinity in destroying mycobacterium tuberculosis. *J. Bacteriol*. 32 (1): 57–63.
- Cunningham., Walter T., and Balekjian Y. 1980. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg. Oral Med.Oral Pathol*.49(2):175-177.
- Dakin H. 1915. On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. *B MJ*. 2(2852):318-120.
- Dragan, Oana, Tomuta I., Casoni D., Sarbu C., Campian R., and Frentiu T. 2018. Influence of mixed additives on the physicochemical properties of a 5.25% sodium hypochlorite solution: an unsupervised multivariate statistical approach. *J. Endod* . 44 (2): 280–285.



- Estrela C., Estrela C.R., Barbin E., Spanó J., Marchesan M., Pécora J. 2002. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz. Dent. J.*13(2): 113-117.
- Estrela C., Clemenés R., Bammann L., and Djalma J. 2003. Control of microorganisms in vitro by endodontic irrigants. *Braz. Dent. J.*14(3):187-192.
- Fabian T., and Walker S. 1982. Stability of sodium hypochlorite solutions. *Ann Pharmacother.* 39 (2):1016–7.
- Frais S., and Gulabivala K.2001. Some factors affecting the concentration on available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *Int Endod J.* 34 (206) 206–215.
- Gambarini, Gianluca. 1998. Chemical stability of heated sodium hypochlorite endodontic irrigants. *J. Endod.* 24(6):432-434.
- Girard S., Paqué F., Badertscher M., Sener B., and Zehnder M.2005. Assessment of a gel-type chelating preparation containing 1-hydroxyethylidene-1, 1-bisphosphonate. *Int. Endod. J.*38(11):810-816.
- Gomes., Ferraz., Vianna B., Teixeira, Souza-Filho. 2001. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of enterococcus fecalis. *Int. Endod. J.*34(6):424-428.
- Grigoratos D., Knowles J., Ng Y., and Gulabivala K. 2000. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int. Endod. J.* 33(in press).
- Harrison J W., 1984. Irrigation of the root canal system. *Dent. Clin. North Am.*8:S25-S33.
- Hülsmann M., and Hahn W. 2000. Complications during root canal irrigation - literature review and case reports. *Int. Endod. J.*33(3):186-193.
- Johnson, Bradford R., and Nijole A.R. 1993. Effective shelf-life of prepared sodium hypochlorite solution. *J. Endod.* 19(1):40-43.
- Johnson B., and Remeikis N. 1993. Effective shelf-life of prepared sodium hypochlorite. *J Endod.* 19: 40–3.
- Landolo A., Dagna A., Poggio C., Capar I., Amato A., and Abdellatif D. 2019. Evaluation of the actual chlorine concentration and the time required for the dissolution of the pulp using different irrigation solutions with sodium hypochlorite. *J Conserv Dent.* 22 (2) :108-113.
- Leonardo S., Gomes N., Bangel I., Simone B.L, Poli K.M, Soares F., and Montagner F.. 2016. Calcium hypochlorite solutions: evaluation of surface

- tension and effect of different storage conditions and time periods over PH and available chlorine content. *J. Endod.* 42 (4): 641–45.
- Liu, Hongyan, Xi Wei, Junqi L., Weilu W., and Xiangya H. 2010. Biofilm formation capability of enterococcus faecalis cells in starvation phase and its susceptibility to sodium hypochlorite. *J. Endod.* 36 (4): 630–35.
- Martell A. E., and Smith R.M. 1989. *Critical stability constants: second supplement. biochemical education.* 201.
- Mohammed, Saifalarab A., Morgana E., Vianna, Matthew R., Stephen T., Hilton, and Jonathan C. K. 2017. The effect of sodium hypochlorite concentration and irrigation needle extension on biofilm removal from a simulated root canal model. *Aust. Endod. J.* 43 (3): 102–9.
- Moorer W. R., and Wesselink P.R. 1982. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int. Endod. J.* 15(4):187-196.
- Pashley E. L., N. L. Birdsong K., Bowman, and Pashley D.H. 1985. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J. Endod.* 11(12):525-528.
- Peters, Ove A., Peters C., and Basrani R. 2011. Sodium hypochlorite. *Pathways of the Pulp*, 251–54.
- Piskin B., and Turkun M. 1995. Stability of various sodium hypochlorite solutions. *J. Endod.* 21: 253–5.
- Ragnarsson K. T., Rechenberg D.K., Attin T., and Zehnder M. 2015. Available chlorine consumption from NaOCl solutions passively placed in instrumented human root canals. *Int. Endod. J.* 48(5):435-440.
- Rossi-Fedele G., Guastalli A., Dođramaci E., Steier L., and De Figueiredo J. 2011. Influence of PH changes on chlorine-containing endodontic irrigating solutions. *Int. Endod. J.* 44 (9): 792–99.
- Rutala E., Cole C., Thomann C.A., and Weber D.J. 1998. Stability and bactericidal activity of chlorine solutions. *Infect. Control Hosp. Epidemiol.* 19(5):323-327.
- Rutala, William A. 1996. APIC guideline for selection and use of disinfectants. *Am. J. Infect. Control.* 24(4):313-342.
- Rutala, William A, and C. Mph. 1995. Guidelines committee: draft APIC guideline for selection and use of disinfectants. *Am. J. Infect. Control.* 18(2):99-117.
- Sabala, Clyde L., and Steven E. P. 1989. Sodium hypochlorite injection into periapical tissues. *J. Endod.* 15(10): 490-492.

- Schroeder, Marie A., Kieran C., Neubauer S., Damian J. D.J., Damian J., Tyler TD., Karamitsos JM., Francis S., Myerson. 2011. Hyperpolarized magnetic resonance: a novel technique for the in vivo assessment of cardiovascular disease. *Circulation*. 124(14): 1580-1594.
- Sirtes, George, Waltimo T., Schaetzle M., and Zehnder M. 2005. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J. Endod* .31(9):669-671
- Spangberg L., Engström B., and Langeland K.. 1973. Biologic effects of dental materials toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surg. Oral Med.Oral Pathol*.36(6):856-871.
- Stojcic, Sonja, Slavoljub Zivkovic, Wei Qian, Hui Zhang, and Haapasalo M. 2010. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J. Endod* .36 (9): 1558–62.
- Türkün, Murat. 1995. Stability of various sodium hypochlorite solutions. *J. Endod* .21(5):253-255.
- Verhaagen B., Boutsoukis C., Heijnen G., Van Der S., and Versluis M. 2012. Role of the confinement of a root canal on jet impingement during endodontic irrigation. *Exp. Fluids*. 53(6):1841-1853.
- Zehnder M. 2006. Root canal irrigants. *J. Endod* .32 (5): 389–98.
- Zehnder M., Schmidlin P., Sener B., and Waltimo T. 2005. Chelation in root canal therapy reconsidered.*J. Endod* .31(11): 817.

## XI. Anexos



### X1.1 Hoja de recolección de datos

Tabla 10 hoja de recolección de datos 15 días

Frascos almacenados a 25° C que se abrirán diario (15 días)	Porcentaje de NaOCl	Ml de tiosulfato	Perdida de cloro
1	1.27	4	49.2
2	1.15	3.6	54
3	1.24	3.9	50.4
Frascos almacenados a 25° C que permanecerán abiertos (15 días)	Porcentaje de NaOCl	Ml de tiosulfato	Perdida de cloro
1	1.88	5.9	24.8
2	1.85	5.8	26
3	1.88	5.9	24.8
Frascos expuestos a la luz solar (15 días)	Porcentaje de NaOCl	Ml de tiosulfato	Perdida de cloro
1	0.79	2.5	68.4
2	0.83	2.6	66.8
3	0.83	2.6	66.8
Frascos cerrados almacenados a 25° C (15 días)	Porcentaje de NaOCl	Ml de tiosulfato	Perdida de cloro
1	2.2	6.9	12
2	2.2	6.9	12
3	2.22	6.95	11.2
Frascos cerrados almacenados a 4° C (15 días)	Porcentaje de NaOCl	Ml de tiosulfato	Perdida de cloro
1	2.2	6.9	12
2	2.2	6.9	12
3	2.23	7	10.8

Tabla 11 hoja de recolección de datos 30 días

Frascos almacenados a 25° C que se abrirán diario (30 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	0.89	2.8	64.4
2	0.95	3	62
3	0.95	3	62
Frascos almacenados a 25° C que permanecerán abiertos (15 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	1.78	5.6	28.8
2	1.72	5.4	31.2
3	1.75	5.5	30
Frascos expuestos a la luz solar (30 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	0	0	100
2	0	0	100
3	0	0	100
Frascos cerrados almacenados a 25° C (30 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	2.1	6.6	16
2	2.12	6.65	15.2
3	2.1	6.6	16
Frascos cerrados almacenados a 4° C (30 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	2.1	6.6	16
2	2.1	6.6	16
3	1.91	6	23.6

Tabla 12 hoja de recolección de datos 60 días

Fascos almacenados a 25° C que se abrirán diario (60 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	0.86	2.7	65.6
2	0.83	2.6	66.8
3	0.83	2.6	66.8
Fascos almacenados a 25° C que permanecerán abiertos (60 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	1.59	5	36.4
2	1.56	4.9	37.6
3	1.56	4.9	37.6
Fascos expuestos a la luz solar (60 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	0	0	100
2	0	0	100
3	0	0	100
Fascos cerrados almacenados a 25° C (60 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	2.01	6.3	19.6
2	1.98	6.2	20.8
3	2.01	6.3	19.6
Fascos cerrados almacenados a 4° C (60 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	1.82	5.7	27.2
2	1.85	5.8	26
3	1.85	5.8	26

Tabla 13 hoja de recolección de datos 90 días

Fascos almacenados a 25° C que se abrirán diario (90 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	0.76	2.4	69.6
2	0.76	2.45	69.6
3	0.78	2.45	68.8
Fascos almacenados a 25° C que permanecerán abiertos (90 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	1.02	3.2	59.2
2	1.08	3.4	56.8
3	1.02	3.2	59.2
Fascos expuestos a la luz solar (90 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	0	0	100
2	0	0	100
3	0	0	100
Fascos cerrados almacenados a 25° C (90 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	1.91	6	23.6
2	1.85	5.8	26
3	1.91	6	23.6
Fascos cerrados almacenados a 4° C (90 días)	Porcentaje de NaOCl	MI de tiosulfato	Perdida de cloro
1	1.66	5.2	33.6
2	1.66	5.2	33.6
3	1.72	5.4	31.2



Tabla 14 hoja de recolección de datos de la pérdida de cloro y porcentaje de NaOCl de los diferentes grupos de estudio

Frascos almacenados a 25° C que se abrirán diario	Perdida de cloro	Porcentaje de NaOCl
15 días	51.2	1.22
30 días	62.8	0.93
60 días	66.4	0.84
90 días	69.3	0.76
Frascos almacenados a 25° C que permanecerán abiertos	Perdida de cloro	Porcentaje de NaOCl
15 días	25.2	1.87
30 días	30	1.75
60 días	37.2	1.57
90 días	58.4	1.02
Frascos expuestos a la luz solar	Perdida de cloro	Porcentaje de NaOCl
15 días	67.3	0.81
30 días	100	0
60 días	100	0
90 días	100	0
Frascos cerrados almacenados a 25° C	Perdida de cloro	Porcentaje de NaOCl
15 días	11.73	2.2
30 días	15.73	2.1
60 días	20	2
90 días	24.4	1.89
Frascos cerrados almacenados a 4° C	Perdida de cloro	Porcentaje de NaOCl
15 días	11.6	2.21
30 días	18.5	2.03
60 días	26.4	1.84
90 días	32.8	1.68