



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

TEMA:

**Capacidad de disolución del hipoclorito de sodio a
diferentes temperaturas y concentraciones: estudio in-vitro.**

AUTORA:

Vásquez Abad, Melannie Cecilia

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
ODONTÓLOGA**

TUTORA:

Guerrero Ferreccio, Jenny Delia

Guayaquil, Ecuador

1 de septiembre del 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Vásquez Abad, Melannie Cecilia**, como requerimiento para la obtención del título de **Odontóloga**.

TUTOR

f. _____
Guerrero Ferreccio, Jenny Delia

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Bermúdez Velásquez, Andrea Cecilia

Guayaquil, al 1 del mes de septiembre del año 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Vásquez Abad, Melannie Cecilia**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Capacidad de disolución del hipoclorito de sodio a diferentes temperaturas y concentraciones: estudio in-vitro**, previo a la obtención del título de **Odontóloga**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, al 1 del mes de septiembre del año 2025

LA AUTORA:

f.

Vásquez Abad, Melannie Cecilia



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Vásquez Abad, Melannie Cecilia**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Capacidad de disolución del hipoclorito de sodio a diferentes temperaturas y concentraciones: estudio in-vitro**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, al 1 del mes de septiembre del año 2025

LA AUTORA:

f. _____

Vásquez Abad, Melannie Cecilia

REPORTE COMPILATIO

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**
magister

FINAL TRABAJO TITULACION 3

0%
Textos sospechosos

0% Similitudes (ignorado)

0% similitudes entre comillas

0% entre las fuentes mencionadas

7% Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: FINAL TRABAJO TITULACION 3.pdf
ID del documento: c55210833b49184d2bb1070a56399c3ad2169a98
Tamaño del documento original: 304,31 kB

Depositante: Jenny Delia Guerrero Ferreccio
Fecha de depósito: 24/9/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 24/9/2025

Número de palabras: 3730
Número de caracteres: 25.551

Ubicación de las similitudes en el documento:

TUTOR



f. _____
Guerrero Ferreccio, Jenny Delia

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, quienes han sido mi apoyo fundamental en todo momento. En especial a mi papá, por su apoyo inquebrantable y constante a lo largo de estos cinco años, que ha sido guía, ánimo y demostración de perseverancia.

A mis amigos, gracias por su apoyo inquebrantable y por estar presentes en cada paso del camino durante mi carrera, aportando ánimo, comprensión y alegría en los momentos más desafiantes.

A mis compañeros de estudio, quiero agradecerles por su colaboración mutua y por las experiencias compartidas que contribuyeron a alcanzar mis objetivos y metas. Su compañerismo y disposición para ayudar facilitaron significativamente este logro.

Finalmente, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutora, la Dra. Jenny Guerrero Ferreccio. Ella es, sin duda alguna, excelente persona y profesional. Su permanente apoyo a lo largo de todo el proceso de la tesis, sus consejos, paciencia y sabiduría, han sido esenciales para este logro.

DEDICATORIA

A mis padres, José y Glenda, por ser mi apoyo constante; su amor y apoyo incondicional han sido el motor que me ha llevado a cumplir esta meta. Agradezco su paciencia y sus palabras de motivación que me acompañaron en cada paso de este camino.

A mi hermana Genesis, por su cercanía y por ser una fuente de perseverancia; que me motiva a esforzarme continuamente para alcanzar mis metas.

A Arianne, por su cercanía, su alegría y por creer en mí incluso en los momentos más desafiantes y difíciles; tu presencia ha sido una fuente de inspiración.

A mis amigos cercanos Lenin, Doménica y Fyorella, por su amistad sincera, su apoyo y por hacer de este camino una experiencia inolvidable, llena de aprendizaje y momentos extraordinarios.

A mi tutora, la Dra. Jenny Guerrero Ferreccio, por su guía clara, su dedicación y por ayudarme a exigir lo mejor de mí mismo.

A mis profesores a lo largo de la carrera, por compartir su sabiduría, su paciencia y sus conocimientos que han contribuido a mi formación académica y personal.

Con gratitud a todos los que, de una u otra manera, hicieron posible esta meta alcanzada y me caminaron junto a mí, en este viaje académico.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Bermúdez Velásquez, Andrea Cecilia
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

López Espinoza, Javier Andrés
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Bermúdez Velásquez, Andrea Cecilia
OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

CALIFICACIÓN

TUTORA

f. _____
Guerrero Ferreccio, Jenny Delia

RESUMEN

Introducción: Uno de los irrigantes más utilizados en la limpieza del sistema de conductos radiculares en los tratamientos endodónticos es el hipoclorito de sodio (NaOCl), debido a su capacidad para disolver tejido orgánico y su acción antimicrobiana. donde factores como la concentración y la temperatura de la solución pueden afectar su eficacia. **Objetivo:** determinar la capacidad de disolución del hipoclorito de sodio sobre tejido orgánico. **Materiales y métodos:** Estudio experimental, in vitro, con diseño factorial 2×2, de enfoque cuantitativo, con asignación aleatoria de 60 premolares simulados a 4 grupos de tratamientos, establecidos mediante la combinación de dos concentraciones de NaOCl (2,5% y 5,25%), y dos temperaturas (frío y calor). **Resultados:** el resultado del modelo lineal general univariado con efectos fijos determinó que, ambos factores, así como la interacción (temperatura * concentración) son estadísticamente significativos (p -valor < 0,05) sobre la diferencia de peso. La concentración al 5,25% mostró un mayor efecto en comparación con la concentración al 2,5%. La temperatura caliente demostró un aumento importante frente a la condición de frío. Y el coeficiente de determinación indicó que el modelo explicó un 84,4% de la variabilidad total de la diferencia de peso. **Conclusiones:** el aumento de temperatura y concentración de NaOCl mejoró la capacidad de disolución de tejido orgánico. Siendo la combinación más eficaz in vitro 5,25% de NaOCl bajo condiciones de calor. **Palabras Claves:** *concentración, diferencia de peso, hipoclorito de sodio, irrigante, temperatura.*

ABSTRACT

Introduction: One of the most commonly used irrigants for cleaning the root canal system in endodontic treatments is sodium hypochlorite (NaOCl), due to its ability to dissolve organic tissue and its antimicrobial action. Factors such as solution concentration and temperature may influence its effectiveness. **Objective:** To determine the tissue-dissolving capacity of sodium hypochlorite on organic matter. **Materials and Methods:** An experimental, in vitro study with a 2×2 factorial design, employing a quantitative approach was conducted. An in vitro experiment was carried out with 60 simulated premolars randomly assigned to four treatment groups, established by combining two NaOCl concentrations (2.5% and 5.25%) and two temperatures (cold and warm). **Results:** The univariate general linear model with fixed effects showed that both factors, as well as their interaction (temperature * concentration), were statistically significant ($p < 0.05$) on weight difference. The 5.25% concentration produced a greater effect compared to 2.5%, while the warm temperature demonstrated a substantial increase compared to the cold condition. The coefficient of determination indicated that the model explained 84.4% of the total variability in weight difference. **Conclusions:** Increasing both the concentration and the temperature of NaOCl enhanced its tissue-dissolving capacity. The most effective in vitro combination was 5.25% NaOCl under warm conditions. **Keywords:** concentration, weight difference, sodium hypochlorite, irrigant, temperature

INTRODUCCIÓN

El tratamiento endodóntico es un procedimiento común a nivel mundial, con tasas de éxito reportadas entre el 86% al 98%¹. En América Latina, aunque no hay una cifra consolidada regional, se estima que entre el 60% y 75% de las atenciones odontológicas complejas involucran procedimientos de endodoncia en algún punto del tratamiento integral².

En Ecuador, no se dispone de estadísticas precisas sobre el número de tratamientos endodónticos realizados, no obstante, informes de prácticas clínicas universitarias y privadas confirman un aumento sostenido en los tratamientos endodónticos durante la última década, especialmente en centros urbanos³.

A pesar de los avances en materiales e instrumentación rotatoria, entre el 35 % y el 50 % de los fracasos endodónticos se asocian con una inadecuada limpieza del sistema de conductos radiculares⁴. Lo que permite la persistencia de bacterias y restos

tisulares que pueden provocar infecciones recurrentes y, en última instancia, el fracaso del tratamiento^{2,5}.

Uno de los irrigantes más utilizados para este propósito es el hipoclorito de sodio (NaOCl), debido a su capacidad para disolver tejido orgánico y su acción antimicrobiana⁶. Sin embargo, su eficacia puede verse afectada por factores como la concentración y la temperatura de la solución⁷.

En cuanto a la concentración, el NaOCl varía según el entorno clínico, un estudio reportó que el 85% de los endodoncistas utilizan concentraciones entre 2,5% y 5,25%⁷. También se ha demostrado que una concentración del 5,25% tiene más capacidad de disolver tejidos orgánicos que al 2,5%^{8,9}, pero también una mayor citotoxicidad y riesgo de extrusión periapical^{7,10,11}.

La temperatura ha cobrado interés como un factor que mejora su acción sin necesidad de aumentar la concentración, ya que el calentamiento puede inducir cambios fisicoquímicos que favorecen la penetración del

irrigante en áreas complejas del sistema radicular, acelerando la descomposición del tejido y mejorando la efectividad sin incrementar la toxicidad^{6,12}. Por ejemplo, un estudio reveló que soluciones de NaOCl al 1% a 45 °C disolvieron tejido pulpar con una eficacia similar a una concentración del 5,25% a temperatura ambiente¹³.

Por tanto, la evaluación del comportamiento del NaOCl en distintas condiciones de concentración y temperatura representa una necesidad clínica con implicaciones reales en la calidad terapéutica. Esto resulta aún más relevante si se considera que el 20 % de los retratamientos endodónticos están asociados a restos de tejido no eliminado en el tratamiento inicial^{5,14,15}.

Este escenario no solo compromete la desinfección del conducto, sino que sienta las bases para procesos infecciosos posteriores que pueden derivar en complicaciones clínicas^{2,5}.

En este contexto, se plantea un estudio in vitro con el objetivo de determinar la capacidad de

disolución del hipoclorito de sodio sobre tejido orgánico en piezas dentales simuladas, según dos niveles de concentración (2,5 % y 5,25 %) y dos condiciones de temperatura (fría y caliente).

Los hallazgos encontrados serán una contribución al comportamiento del irrigante y, en consecuencia, a decisiones clínicas más seguras y eficaces.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio experimental, in vitro, con diseño factorial 2×2, de enfoque cuantitativo. El diseño es experimental mediante un estudio in vitro con asignación aleatoria de 60 premolares simulados (Surpreendente, 3D Tooth) de 22mm con conducto ovalado y alrededor de 30mm de diámetro de apical, los cuales, son réplicas de premolares naturales con anatomía similar en cuanto al sistema de conductos radiculares con zonas irregulares, a cuatro grupos de tratamientos.

No se emplearon dientes naturales humanos en este estudio por

motivos bioéticos, dado que podría favorecer el tráfico de órganos.

Los grupos se establecieron mediante la combinación de dos concentraciones de NaOCl (2,5% y 5,25%), y dos temperaturas: frío y calor, para observar su efecto sobre la variable dependiente (capacidad de remoción de tejido orgánico simulado).

La investigación fue realizada en preclínica de Posgrado de Endodoncia de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Los criterios inclusión considerados fueron:

- Dientes simulados estandarizados con un solo conducto radicular, comercializados específicamente para prácticas de endodoncia (**Figura 1**).

Figura 1 *Diente simulado 3D*



- Piezas en buen estado estructural, sin defectos visibles de fabricación (fracturas, grietas, porosidades u obstrucciones en el conducto).
- Piezas con conducto radicular recto, permeable y accesible para irrigación.
- Piezas provenientes del mismo lote de producción, para asegurar homogeneidad en el material y condiciones experimentales.

Los criterios de exclusión considerados fueron:

- Dientes simuladores con más de un conducto radicular o con anatomía atípica.

- Piezas con obstrucciones, fracturas, alteraciones estructurales o signos de deterioro visibles al examen visual.
- Piezas previamente manipuladas o reutilizadas en otros procedimientos experimentales o clínicos.
- Dientes simuladores con diferencias morfométricas notorias que puedan comprometer la estandarización del experimento

Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión para el experimento se incluyeron 60 piezas y se excluyeron 5 piezas. El cálculo del tamaño de muestra se realizó utilizando el software G*Power versión 3.1.9.7, seleccionando un análisis de varianza de dos vías (ANOVA: fixed effects, special, main effects and interactions), adecuado para diseños factoriales. Se consideraron un tamaño de efecto grande ($f = 0,55$), un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ y una potencia estadística de 90% ($1 - \beta = 0,95$). Resultando en 15 muestras por cada grupo¹⁶.

El procedimiento llevado cabo fue el siguiente:

- 1°. Se gestionaron los permisos institucionales mediante oficios dirigidos a la Dirección de Posgrado, para el uso del laboratorio de preclínica del Posgrado de Endodoncia de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Dichos espacios se utilizarán para la preparación y realización del experimento in vitro.
- 2°. Se organizaron las 60 muestras de piezas dentales simuladas (Surpreendente, 3D Tooth) en 4 grupos experimentales según el diseño factorial 2×2 : Grupo 1 (2,5% NaOCl en frío), Grupo 2 (2,5% en caliente), Grupo 3 (5,25% en frío) y Grupo 4 (5,25% en caliente).
- 3°. A cada pieza simulada se le introdujo una cantidad estándar (0,013g a 0,29g) de tejido orgánico (paté de hígado de la marca "Plumrose"). La elección del paté fue debido a disponibilidad, homogeneidad y seguridad

biológica, además, porque proporciona un sustrato controlado y reproducible. Aunque no es idéntico a la pulpa dental contiene composición grasa y proteica que permite simular la disolución de tejido orgánico bajo condiciones in vitro .

- 4°. La solución fría se mantuvo en refrigeración a aproximadamente 4–8 °C, durante 6 horas. Para la solución se utilizó un baño térmico a una temperatura de 45–50 °C, su temperatura se verificó con termómetro digital antes de cada aplicación.
- 5°. A cada diente se irrigaron exactamente 5 ml de hipoclorito de sodio según la concentración y temperatura asignadas, aplicados mediante jeringas de 5 ml con agujas endodónticas de 27G con punta NAVITIP (Ultradent).
- 6°. La irrigación se realizó durante un tiempo estandarizado de 60 segundos¹¹, asegurando la

uniformidad en todos los grupos.

- 7°. Cada pieza dental fue secada con puntas de papel (3 -5)
- 8°. Mediante el método gravimétrico, cada diente se pesó en una balanza analítica de alta precisión antes y después del proceso de irrigación.
- 9°. El peso inicial (con el tejido simulado) y el peso final (tras la irrigación y secado) permitieron calcular la masa disuelta como una diferencia entre ambos valores. Esta técnica ha sido validada en estudios previos sobre capacidad de disolución del hipoclorito^{11,13}.
- 10°. La diferencia en gramos entre el peso inicial y final fue el indicador de capacidad de disolución.
- 11°. Todas las muestras se manejaron en un entorno controlado, bajo las mismas condiciones de luz y humedad. La preparación, irrigación y pesaje fue realizada por el mismo operador para minimizar el sesgo

12°. Se registraron todos los datos obtenidos en una hoja de recolección diseñada previamente en el programa Excel de Microsoft.

del peso inicial del diente, luego el proceso de irrigación, el secado con puntas de papel y peso final posterior al proceso de irrigación, para proceder al cálculo de la diferencia del tejido disuelto.

La **figura 2** muestra de izquierda a derecha el diente con el tejido orgánico simulado, seguido la toma

Figura 2 *Proceso de irrigación y pesaje mediante el método gravimétrico de las piezas dentales*



El análisis de los datos se realizó con el software IBM SPSS Statistics v.27. Los datos fueron presentados mediante estadísticas descriptivas (media y desviación estándar), acompañados de un gráfico de intervalos y de un diagrama de caja.

La técnica para determinar diferencias e interacción entre factores se realizó mediante un

análisis de varianza con un modelo lineal general univariado de dos factores fijos (concentración de hipoclorito y temperatura) cada uno con dos niveles. Acompañado de un gráfico de medias marginales.

Se verificó la normalidad de los residuos con la prueba Shapiro-Wilk y la homocedasticidad con la prueba Levene, el nivel de significancia establecido para la pruebas estadísticas fue del 5%.

RESULTADOS

Con estudio in vitro se analizaron 60 muestras de piezas dentales simuladas divididas en 4 grupos de acuerdo con la combinación de temperatura y concentración de NaOCl, con el objetivo de determinar la capacidad de disolución del hipoclorito de sodio sobre tejido orgánico.

Los resultados descriptivos de la tabla 1 muestran mayor remoción de tejido orgánico en la piezas dentales cuando se utilizó temperatura caliente y una concentración de 5,25% de NaOCl.

Además, en general los valores medios de residuos de tejido orgánico fueron inferiores con la temperatura en frío en ambas concentraciones.

Tabla 1 *Análisis descriptivo del experimento in vitro*

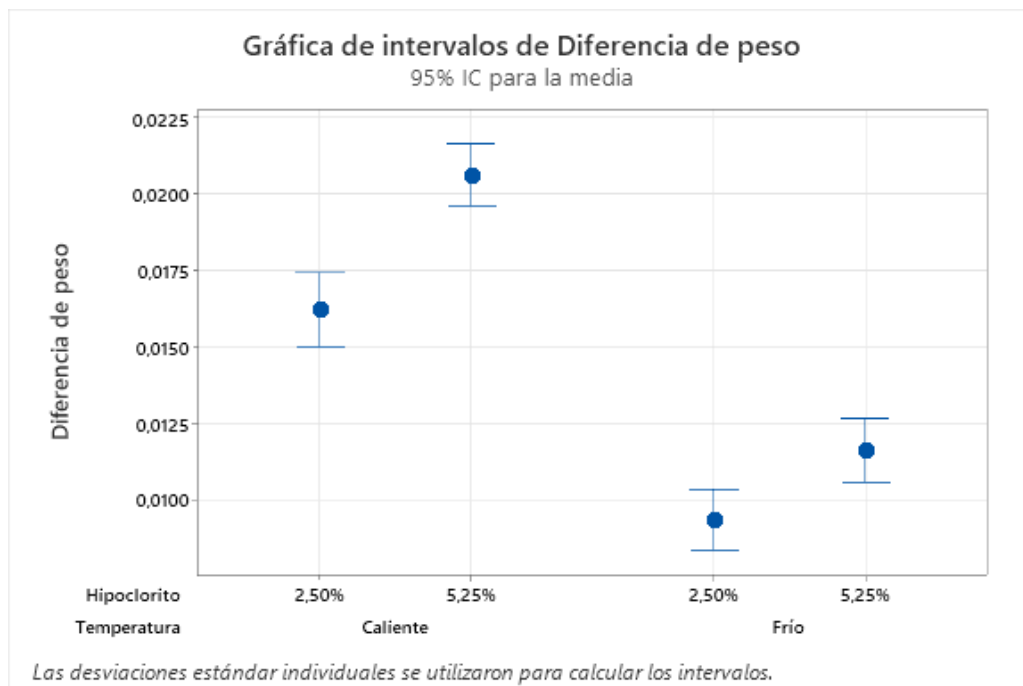
Temperatura	Concentración de NaOCl	N	Media	Desviación estándar
Frío	2,5%	15	0,00933	0,00180
	5,25%	15	0,01160	0,00188
	Total	30	0,01047	0,00215
Caliente	2,5%	15	0,01620	0,00218
	5,25%	15	0,02060	0,00184
	Total	30	0,01840	0,00299
Total	2,5%	30	0,01277	0,00401
	5,25%	30	0,01610	0,00493
	Total	60	0,01443	0,00476

Variables respuesta: diferencia de peso en gramos.

La **Figura 3** muestra los intervalos de confianza (IC) al 95 % para la media de la diferencia de peso de cada grupo. Se observa que el uso de temperatura caliente en el protocolo de irrigación potencia el

efecto de ambas concentraciones de NaOCl en comparación con la condición en frío.

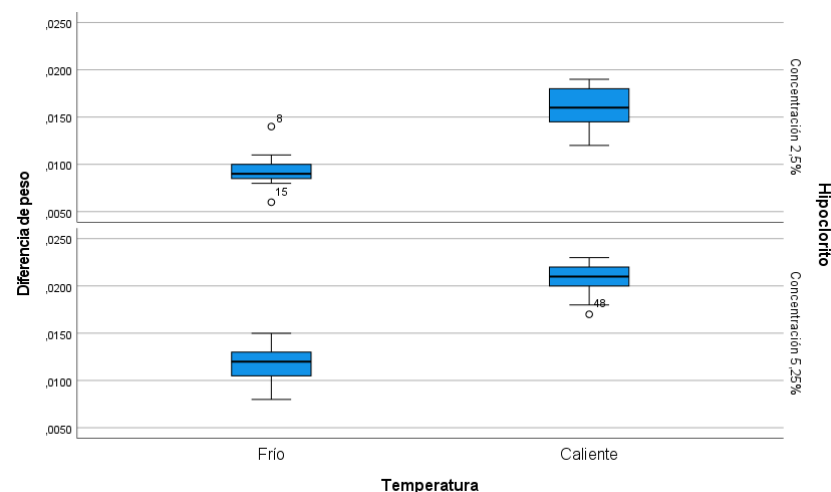
Figura 3 Gráfico de intervalos de medias al 95% para la diferencia de peso



La **Figura 4** muestra el gráfico de caja y bigote para la diferencia de peso, evidenciando que los grupos donde se empleó temperatura fría mostraron una mayor dispersión, lo que indica una respuesta menos homogénea bajo esta condición de temperatura. Otro hallazgo

relevante es la presencia de valores atípicos, en los grupos de 2,5% con frío y 5,25% con calor, No obstante, estos no han modificado de forma relevante la tendencia general.

Figura 4 Gráfico de caja y bigote para la diferencia de peso en cada grupo



La tabla 2 muestra el resultado del modelo lineal general univariado con efectos fijos. Mediante esta prueba se ha determinado que, ambos factores, (temperatura y concentración de NaOCl) así como la interacción (temperatura * concentración) son estadísticamente significativos (p-valor < 0,05) sobre la diferencia de peso.

Específicamente, la concentración al 5,25% mostró un mayor efecto en comparación con la concentración al 2,5%. La temperatura caliente

demonstró un aumento importante frente a la condición de frío. Asimismo, se observó una interacción significativa entre ambos factores, esto significa que la magnitud del efecto de la temperatura depende del nivel de concentración empleado.

Otro resultado relevante es el coeficiente de determinación ($R^2=0,844$), el cual indica que el modelo explicó un 84,4% de la variabilidad total de la diferencia de peso, reflejando un ajuste sólido de los datos en el experimento in vitro.

Tabla 2 Modelo lineal general univariado para la diferencia de peso

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	0,01250	1	0,01250	3350,15	< 0,001
Hipoclorito ^A	0,00017	1	0,00017	44,67	< 0,001
Temperatura ^B	0,00094	1	0,00094	253,04	< 0,001
Hipoclorito * Temperatura ^C	0,00002	1	0,00002	4,57	0,037
Error	0,0002	56	0,00004		
Total	0,014	60			

Valores de Sig. inferiores a 5% se consideran significativos. Variable dependiente: Diferencia de peso. R al cuadrado = ,844 (R al cuadrado ajustada = ,835). Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas.

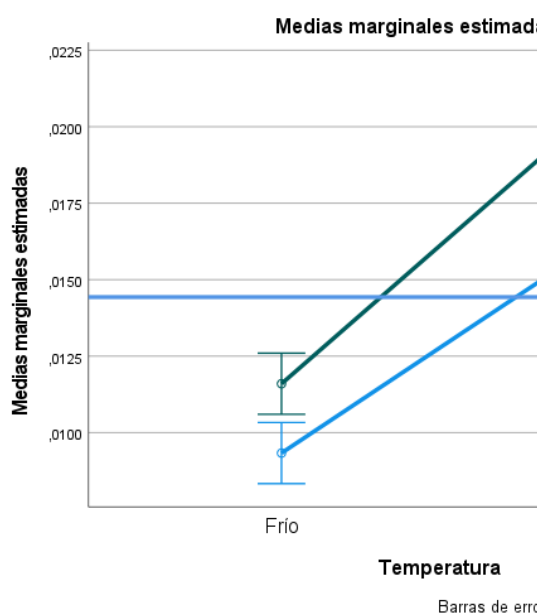
Mediante la **Figura 5** se puede observar que el aumento de temperatura de frío a caliente ocasionó un aumento en la

diferencia de peso tanto en la concentración de NaOCl de 2,5% como en la de 5,25%.

Este efecto fue más acentuado en el grupo con NaOCl al 5,25%, lo que indica que la influencia de la temperatura depende del porcentaje de concentración. En definitiva se confirma que, la

combinación de mayor concentración de NaOCl (5,25%) y temperatura (caliente) obtuvo la mayor pérdida de peso.

Figura 5 *Gráfico de medias marginales estimadas de la diferencia de peso*



DISCUSIÓN

El objetivo de determinar la capacidad de disolución del NaOCl sobre tejido orgánico mediante un estudio in-vitro, con dos concentraciones de NaOCl (2,5% y 5,25%) con dos niveles de temperatura (frío y caliente).

Los resultados determinaron que la remoción de tejido orgánico fue mayor bajo condiciones de calor y mayor concentración (5,25%), no obstante, en ninguna pieza dental

se logró la remoción de tejido al 100%.

Además, las condiciones de temperatura en frío en ambas concentraciones demostraron menos remoción de tejido orgánico en promedio.

Estos hallazgos son coincidentes con el estudio in vitro de Arslan et al.,¹⁷, quienes compararon la capacidad de disolución tisular de una solución de NaOCl al 5 %, con tres diferentes temperaturas (2,5

°C, 20 °C y 60 °C). Los resultados evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$), donde los valores más altos de disolución se encontraron en el grupo tratado con hipoclorito de sodio a 60 °C, alcanzando una pérdida de masa significativamente mayor.

Deepa et al.,¹⁸ en un estudio in vitro con tejido orgánico de origen bovino, utilizando NaOCl al 3%, y otros irrigantes como solución salina normal, Twin Kleen y Tritón. Con tres temperaturas, ambiente a 22 °C, precalentado 60 °C y calentamiento continuo a 45 °C, Y tres tiempos 5,10 y 15 minutos. Encontrando diferencias significativas entre los grupos, siendo el NaOCl el segundo grupo luego de Tritón en lograr mayor capacidad de disolución. Además, para calentamiento a 45 °C los resultados fueron 62,4% (5min), 89,6% (10 min) y 99,7% (15 min) respectivamente.

Erkal et al.,¹⁹ examinaron la capacidad de disolución del NaOCl y $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ambos al 5,25%, con temperaturas de 24 °C, 36 °C y 60 °C con un tiempo total de exposición de 15 min y 3 min de

activación sónica. Los hallazgos revelaron diferencias significativas entre irrigantes y temperatura (valor- $p < 0,001$), además la capacidad de disolución fue superior comparada con agua destilada y las temperaturas mas elevadas lograron mayor disolución del tejido orgánico en todos los grupos, siendo superior al 60 °C.

Factores como el tiempo, concentración, activación y tipo de tejidos varían entre las investigaciones, lo que puede explicar la magnitud de las diferencias entre los hallazgos, sin embargo, existe consenso en que el aumento de temperatura aumenta la capacidad de disolución del NaOCl^{7,9,10,13}

Este resultado también es respaldado por los autores Govindaraju et al.,²⁰ quienes mediante una revisión sistemática de protocolos de irrigación utilizando combinaciones de NaOCl y temperatura llegaron a la conclusión que el aumento de temperatura concede un efecto sinérgico al NaOCl (5,25%), mejorando su acción sobre tejido

orgánico y actividad antimicrobiana.

Para Çelebi y Yalçın²¹ aunque mediante su investigación también confirmaron que el calentamiento intracanal modifica de forma consistente el comportamiento del NaOCl (5,25%) como irrigante, mencionaron la importancia de evaluar su seguridad clínica.

No obstante, se debe tener precaución con el uso de irrigantes como el NaOCl al 5,25% y otros como el el EDTA al 17 % y la clorhexidina al 2 %, debido a cambios estructurales que se generan en la dentina, provocando reducción de su micro dureza, y exponiendo a la pieza dental a fracturas postratamiento endodóntico^{2,11,12}.

En ese sentido, Xu et al.,⁶ advierten sobre la necesidad de equilibrar la eficacia de la irrigación con la preservación estructural. Además, según Lima et al.,⁴ las altas concentraciones de NaOCL pueden incrementar el riesgo de irritación de los tejidos circundantes, especialmente en

escenarios de extrusión del irrigante.

En consecuencia, pesar de que la variabilidad de la concentración del NaOCl y el control de la temperatura constituyen estrategias factibles para mejorar la irrigación endodóntica. La extrapolación clínica de los hallazgos de este experimento in vitro debe realizarse con cautela.

En cuanto a la implicación clínica de los hallazgos, tanto en clínicas universitarias o consultorios privados del país, debería emplearse este protocolo para lograr una disolución más efectiva de la materia orgánica en el sistema de conductos radiculares, aumentando de esta manera la probabilidad de mejorar el pronóstico endodóntico.

En la práctica clínica en Ecuador, centrándonos en universidades y consultorios particulares, se podría poner en práctica el uso del hipoclorito de sodio precalentado en tratamiento de conductos, garantizando una mejor disolución de restos pulpares en menor tiempo de irrigación. Esto daría

como resultado, mayor seguridad en la eliminación de tejido pulpar y mayor eficiencia en el tiempo de trabajo.

En este sentido, en muchas clínicas de zonas rurales, no tienen disponible equipos de activación ultrasónica. Por lo que el precalentamiento del hipoclorito de sodio como irrigante, (baño térmico) puede ser una alternativa asequible y sencilla, sin requerir equipos ni altas inversiones. Esto da paso al acceso de protocolos más eficientes y seguros para todas las atenciones odontológicas del país.

En cuanto a prácticas en universidades de pregrado en Guayaquil, Manabí, Quito y Cuenca, en las facultades de odontología se podría actualizar el método de enseñanza en las cátedras de endodoncia. Cuyos protocolos incluyan la evaluación de la concentración del hipoclorito de sodio y considerar el precalentamiento controlado, sin exceder temperaturas. También, se deben de ajustar los tiempos de irrigación del hipoclorito de sodio según la necesidad clínica, con el

objetivo de brindar eficiencia sin comprometer la seguridad de los pacientes.

En este contexto, se adiciona la prevención de complicaciones clínicas. En clínicas universitarias y particulares, se podría capacitar a odontólogos generales, especialistas y estudiantes sobre los riesgos de esta práctica. Tomando en cuenta que, el hipoclorito de sodio precalentado es más citotóxico en casos de extrusión apical. El control riguroso de la longitud de trabajo real y aparente, la utilización de agujas laterales y la presión al irrigar también deberían de tomarse en cuenta para reducir iatrogenias, que en la actualidad se reportan de manera frecuente en la práctica ecuatoriana.

El impacto clínico en el país, se enfoca en brindar tratamientos más eficaces y rápidos, en proporcionar accesibilidad para clínicas o consultorios con recursos o inversiones limitadas. Adicional, la incorporación de este método en clínicas universitarias y la estandarización para actualizar

protocolos nacionales de irrigación en endodoncia.

CONCLUSIONES

El hipoclorito demostró capacidad para disolver tejido de forma moderada, ya que, ningún protocolo logró una disolución completa, lo cual limita su eficacia y debe complementarse con otras técnicas (activación ultrasónica, EDTA, etc.).

La hipótesis de la investigación se cumplió ya que, se comprobó el efecto combinado de temperatura y calor, lo que indica que, ambos factores influyen en la capacidad de disolución.

El aumento de temperatura y concentración de NaOCl mejoró la capacidad de disolución de tejido orgánico. La combinación más eficaz in vitro fue la concentración de NaOCl al 5,25% bajo condiciones de calor.

El NaOCl al 5,25% demostró significativamente una mayor disolución al NaOCl al 2,5% confirmando la hipótesis que la mayor concentración eleva la

eficacia en la disolución de tejido orgánico.

El precalentamiento del hipoclorito de sodio favoreció significativamente la acción disolvente en ambas concentraciones estudiadas. Comprobando la hipótesis de que a mayor temperatura, mayor disolución. Se comprueba que, la elevación de la temperatura es un factor determinante en la efectividad clínica del uso del hipoclorito de sodio.

En el estudio se utilizaron dientes simulados debido a que brindan homogeneidad intragrupo, permitiendo una comparación más precisa reduciendo la variabilidad experimental. Sin embargo, esto suelen diferir de las piezas naturales en cuanto a dureza, características mecánicas, radio acididad, lo que limita su extrapolación clínica²².

Otra limitante es el uso de un sustituto del tejido orgánico que a pesar de garantizar homogeneidad y mayor control en el experimento no reproduce la bioquímica de la pulpa dental.

Se recomienda, en un futuro evaluar el precalentamiento del hipoclorito de sodio en dientes naturales, tomando en cuenta protocolos bioéticos, con superiores tiempos de irrigación y diferentes concentraciones, con el objetivo de extender la validez clínica de los resultados.

El tiempo de irrigación fue fijo para los grupos, lo que permitió evaluar variaciones de exposición más parecidas a la realidad clínica.

Desde una vista clínica, estos hallazgos avalan la implementación de protocolos de irrigación del hipoclorito de sodio caliente, como estrategia accesible y eficiente, tanto en clínicas universitarias, particulares e incluso en centros de salud con recursos limitados. No obstante, se debe tomar en cuenta los riesgos de citotoxicidad en casos de extrusión apical del irrigante, por lo que se recomienda seguir protocolos y mantener controles de seguridad.

REFERENCIAS

1. Tabassum S, Khan F. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *Eur J Dent.* 2016;10(1):144-7.
2. Farias MS, Gómez VI, Castillo RM, Herrera SV. Evaluación del éxito de tratamientos endodónticos realizados por estudiantes de pregrado en una universidad chilena. *Int J Odontostomat.* 2020;14(2):154-9.
3. Miranda T. Usos y técnicas de irrigación en endodoncia [Tesis]. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Salud; 2022.
4. Lima L, Grau I, Gutiérrez Á, Díaz A. Efectividad del tratamiento de endodoncia en una sesión en dientes permanentes con necrosis pulpar. *Infodir.* 2023;40(1):15-20.
5. Endo M, Ferraz C, Zaia A, Almeida J, Gomes B. Quantitative and qualitative analysis of microorganisms in root-filled teeth with persistent infection: monitoring of the endodontic retreatment. *Eur J Dent.* 2013;7(3):302-9.

6. Xu H, Ye Z, Zhang A, Lin F, Fu J, Fok A. Effects of concentration of sodium hypochlorite as an endodontic irrigant on the mechanical and structural properties of root dentine: a laboratory study. *Int Endod J*. 2022;55(10):1091-102.
7. Cárdenas-Bahena Á, Sánchez-García S, Tinajero-Morales C, González-Rodríguez V, Baires-Vázquez L. Hipoclorito de sodio en irrigación de conductos radiculares: sondeo de opinión y concentración en productos comerciales. *Rev Odont Mex*. 2012;16(4):252-8.
8. Monardes H, Martínez M, Arriagada F, Abarca J. Capacidad de disolución del hipoclorito de sodio con o sin activación. *Av Odontoestomatol*. 2019;35(3):113-8.
9. Loiacono R, Casadoumécq A. Hipoclorito de sodio y ácido hipocloroso: capacidad de disolución de tejido orgánico (estudio in vitro). *Odontol Activa Rev Cient*. 2018;1(2):15-22.
10. Miranda-Coello K, Peñaloza-Pérez N, Arroyo-Lalama E. Influencia de diferentes concentraciones del hipoclorito de sodio en la irrigación de los conductos radiculares. *Rev Arbitr Interdiscip Cienc Salud*. 2022;6(3):900-7.
11. Riza A, Pirimoğlu B, Keskin C. Effect of decreased temperature on the tissue dissolution ability of sodium hypochlorite: an in vitro study. *Turk Endod J*. 2024;9(1):16-20.
12. Barakat R, Almohareb R, Alsuwaidan M, Faqehi E, Alaidarous E, Algahtani F. Effect of sodium hypochlorite temperature and concentration on the fracture resistance of root dentin. *BMC Oral Health*. 2024;24:233.
13. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J Endod*. 2005;31(9):669-71.
14. Song M, Kim H, Lee W, Kim E. Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *J Endod*. 2011;37(11):1516-9.

15. Siqueira JJ. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J*. 2001;34(1):1-10.
16. Rendón-Macías M, Zarco-Villavicencio I, Villasís-Keever M. Métodos estadísticos para el análisis del tamaño del efecto. *Rev Alerg Mex*. 2021;68(2):128-36.
17. Arslan A, Pirimoğlu B, Keskin C. Effect of decreased temperature on the tissue dissolution ability of sodium hypochlorite: an in vitro study. *Turk Endod J*. 2024;9(1):16-20.
18. Deepa V, Kadali N, Divve S, Kapa R. Effect of prewarming and continuous warming on tissue dissolving ability of Triton™ versus Twin Kleen™: an in vitro study. *J Conserv Dent Endod*. 2024;27(1):100-4.
19. Erkal D, Çakmak Y, Pistol A, Er K. Pulp tissue dissolution capacities of two hypochlorite-based irrigants at different temperatures: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2025;25:1104.
20. Govindaraju L, Shruthi S, Gopal R, Jenarthanan S, Rajendran M. Does increase in temperature of sodium hypochlorite have enhanced antimicrobial efficacy and tissue dissolution property? A systematic review and meta-regression. *J Conserv Dent Endod*. 2024;27(7):675-84.
21. Çiçek I, Yalçın T. Evaluation of heated sodium hypochlorite's effect on the accuracy of contemporary electronic apex locators: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2025;25:634.
22. Reis T, Barbosa C, Franco M, Baptista C, Alves N, Castelo-Baz P, et al. 3D-printed teeth in endodontics: why, how, problems and future—a narrative review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19:7966.



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Vásquez Abad, Melannie Cecilia**, con C.C: # **0950264523** autora del trabajo de titulación: **Capacidad de disolución del hipoclorito de sodio a diferentes temperaturas y concentraciones: estudio in-vitro** previo a la obtención del título de **Odontóloga** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 1 de septiembre de 2025

f. _____

Nombre: **Vásquez Abad, Melannie Cecilia**

C.C: **0950264523**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Capacidad de disolución del hipoclorito de sodio a diferentes temperaturas y concentraciones: estudio in-vitro.		
AUTOR(ES)	Vásquez Abad, Melannie Cecilia		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Guerrero Ferreccio, Jenny Delia		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ciencias de la Salud		
CARRERA:	Odontología		
TÍTULO OBTENIDO:	Odontóloga		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	01 de septiembre del 2025	No. DE PÁGINAS:	17
ÁREAS TEMÁTICAS:	Concentración, Diferencia De Peso, Hipoclorito De Sodio, Irrigante, Temperatura.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Concentración, Diferencia De Peso, Hipoclorito De Sodio, Irrigante, Temperatura.		

RESUMEN/ABSTRACT **Introducción:** Uno de los irrigantes más utilizados en la limpieza del sistema de conductos radiculares en los tratamientos endodónticos es el hipoclorito de sodio (NaOCl), debido a su capacidad para disolver tejido orgánico y su acción antimicrobiana. donde factores como la concentración y la temperatura de la solución pueden afectar su eficacia. **Objetivo:** determinar la capacidad de disolución del hipoclorito de sodio sobre tejido orgánico. **Materiales y métodos:** Estudio experimental, in vitro, con diseño factorial 2×2, de enfoque cuantitativo, con asignación aleatoria de 60 premolares simulados a 4 grupos de tratamientos, establecidos mediante la combinación de dos concentraciones de NaOCl (2,5% y 5,25%), y dos temperaturas (frío y calor). **Resultados:** el resultado del modelo lineal general univariado con efectos fijos determinó que, ambos factores, así como la interacción (temperatura * concentración) son estadísticamente significativos (p-valor < 0,05) sobre la diferencia de peso. La concentración al 5,25% mostró un mayor efecto en comparación con la concentración al 2,5%. La temperatura caliente demostró un aumento importante frente a la condición de frío. Y el coeficiente de determinación indicó que el modelo explicó un 84,4% de la variabilidad total de la diferencia de peso. **Conclusiones:** el aumento de temperatura y concentración de NaOCl mejoró la capacidad de disolución de tejido orgánico. Siendo la combinación más eficaz in vitro 5,25% de NaOCl bajo condiciones de calor.

ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono:	E-mail: malannie.vasquez@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: López Espinoza, Javier Andrés	
	Teléfono: +593 96 802 9136	
	E-mail: javier.lopez03@cu.ucsg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	