



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

TEMA:

**Blanqueamiento interno asistido por activación ultrasónica:
Un estudio in vitro.**

AUTOR:

Pinela Llangarí, Davis Steck

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

TUTOR:

Dra. García Guerrero, Yara Anna Paula

Guayaquil, Ecuador

02 de septiembre del 2025



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

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Pinela Llangari, Davis Steck**, como requerimiento para la obtención del título de **odontólogo**.

TUTOR (A)

f. _____
Dra. García Guerrero, Yara Anna Paula

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Bermúdez Velásquez, Andrea Cecilia

Guayaquil, a los 02 del mes de Septiembre del año 2025



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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Pinela Llangarí, Davis Steck**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Blanqueamiento interno asistido por activación ultrasónica: Un estudio in vitro**, previo a la obtención del título de **Odontólogo**, 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, a los 02 del mes de Septiembre del año 2025

EL AUTOR

f.

Pinela Llangarí, Davis Steck



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

AUTORIZACIÓN

Yo, **Pinela Llangarí, Davis Steck**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Blanqueamiento interno asistido por activación ultrasónica: Un estudio in vitro**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 02 del mes de Septiembre del año 2025

EL AUTOR:

f. _____

Pinela Llangarí, Davis Steck

INFORME DE ANÁLISIS
magister

INFORME DE ANÁLISIS
magister

Annex-1

📁 0% **Similitudes (ignorado)**
0% similitudes entre comillas (ignorado)
0% entre las fuentes mencionadas (ignorado)

📁 4% **Idiomas no reconocidos (ignorado)**

Número de palabras: 2059
Número de caracteres: 13.607

Anna-Ludvig

f. Dra. García Guerrero, Yara Anna Paula

AGRADECIMIENTO

Decía Lao Tsé que: “El agradecimiento es la memoria del corazón”. Tengo presente a cada persona que me extendió sus manos para que esto fuera posible. Quiero agradecer a Dios por darme la sabiduría al tomar decisiones, por iluminar mi camino en los momentos oscuros y por cada lección de vida que hoy en día me hace un mejor hombre.

Quiero agradecer a mi familia: a mi papá Byron, que me animaba cuando estaba tan cansado y me ayudó a convertirme en un hombre más fuerte; a mi mamá Diana, por su confianza en mí y por sus sinnúmero de consejos que me motivaron a seguir; a mi hermano Steven, que sin pensarlo dos veces me apoyaba incondicionalmente; a mi hermana Kiara, que con sus ocurrencias y cariño me recargaba de energía; a mis perritos, Spay, que con sus locuras me daba infinidad de felicidad (y dolores de cabeza), y a Doki, que me acompañó desde el día uno en cada noche de desvelo.

Quiero agradecer a William, que me brindó su apoyo constante y me animó en todo momento; a Lia, que me acompañó en cada semestre e hizo que fueran más bonitos. Gracias, Lia, por tu presencia inquebrantable, por cada aventura y por ayudarme a atravesar cada obstáculo.

A Jair, Melanie, Madelleine, Brígida, Wagner, Eduardo y Erick, quienes me regalaron anécdotas llenas de risas y alegrías.

A mi tutora, la Dra. Anna Paula, por su paciencia y orientación constante, por ser una gran persona, por brindarme su amistad y por su presencia en la recta final de esta etapa.

Quiero agradecer a cada uno de mis docentes, por su dedicación, paciencia y compromiso, pues gracias a su guía he podido desarrollar las habilidades y valores necesarios para culminar esta etapa. Quiero expresar mi especial gratitud a la Dra. Karla, Dra. Adriana, Dra. Mayra, Dra. Alejandra, Dr Andres, Dr Javier, Dra Angelica, y la Dra. Jenny por ofrecerme su amistad y animarme en cada momento.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento, y también a quienes, de distintas formas, me brindaron su apoyo en este proceso.

DEDICATORIA

Este logro va dedicado a mi mayor motor, mi familia por su amor y apoyo incondicional. Gracias por acompañarme en cada paso de mi vida, por sus palabras de aliento, por cada esfuerzo que hicieron para que esto sea posible, gracias. Este trabajo es por y para ustedes, los amo.



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

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

BERMÚDEZ VELÁSQUEZ, ANDREA CECILIA
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

LOPEZ ESPINOZA, JAVIER ANDRES
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

GUERRERO FERRECCIO, JENNY DELIA
OPONENTE



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

CALIFICACIÓN

TUTOR (A)

f. _____
Dra. García Guerrero, Yara Anna Paula

Blanqueamiento interno asistido por activación ultrasónica: Un estudio in vitro.

Ultrasonic activation-assisted internal bleaching: An in vitro study.

Pinela Llangari, Davis Steck¹, Garcia Guerrero, Yara Anna Paula².

¹ Estudiante de la carrera de Odontología de la Universidad Católica de
Santiago de Guayaquil.

² Especialista en Endodoncia. Docente de la carrera de Odontología de la
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La decoloración de dientes no vitales ya sea por factores extrínsecos e intrínsecos es un problema estético frecuente en odontología. El blanqueamiento interno es una alternativa conservadora frente a tratamientos restauradores más invasivos. **OBJETIVO:** Determinar la eficacia del blanqueamiento interno asistido por activación ultrasónica en un estudio in vitro. **MATERIALES Y MÉTODOS:** Se realizó un estudio in vitro, prospectivo, experimental y cuantitativo. Cincuenta dientes humanos premolares, los cuales fueron limpiados, instrumentados y pigmentados artificialmente con sangre hemolizada mediante centrifugación. Posteriormente, las muestras fueron distribuidas aleatoriamente en cinco grupos experimentales (n=10): perborato de sodio más agua desionizada, peróxido de carbamida al 37% con y sin activación ultrasónica, y peróxido de hidrógeno al 35% con y sin activación ultrasónica. El color dental se evaluó con un espectrofotómetro digital siguiendo el sistema CIELab en dos tiempos: inicial y final. **RESULTADOS:** El perborato de sodio (grupo control) mostró la mayor variación media de color ($\Delta E \approx 18,8$), significativamente superior a los demás agentes blanqueadores. **CONCLUSIÓN:** El perborato de sodio demostró ser el agente blanqueador más eficaz en términos de variación de color, superando al peróxido de carbamida y al peróxido de hidrógeno. La activación ultrasónica no evidenció un beneficio adicional significativo en el blanqueamiento interno.

Palabras clave: peróxido de hidrogeno, peróxido de carbamida, espectrofotómetro, diente no vital, blanqueamiento interno, ultrasonido.

Ultrasonic activation-assisted internal bleaching: An in vitro study.

Pinela Llangari, Davis Steck¹, Garcia Guerrero, Yara Anna Paula².

¹ Student of the Dentistry Program, Catholic University of Santiago de Guayaquil.

² Specialist in Endodontics. Faculty Member of the Dentistry Program, Catholic University of Santiago de Guayaquil.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Discoloration of non-vital teeth, whether due to extrinsic or intrinsic factors, is a frequent aesthetic problem in dentistry. Internal bleaching is a conservative alternative to more invasive restorative treatments. **OBJECTIVE:** To determine the effectiveness of internal bleaching assisted by ultrasonic activation in an in vitro study. **MATERIALS AND METHODS:** An in vitro, prospective, experimental, and quantitative study was conducted. Fifty extracted human premolars were cleaned, instrumented, and artificially stained with hemolyzed blood using centrifugation. The samples were then randomly assigned into five experimental groups (n=10): sodium perborate with deionized water, 37% carbamide peroxide with and without ultrasonic activation, and 35% hydrogen peroxide with and without ultrasonic activation. Tooth color was evaluated with a digital spectrophotometer following the CIELab system at two time points: baseline and final. **RESULTS:** Sodium perborate (control group) showed the greatest mean color variation ($\Delta E \approx 18.8$), significantly higher compared to the other bleaching agents. **CONCLUSION:** Sodium perborate proved to be the most effective bleaching agent in terms of color variation, outperforming carbamide peroxide and hydrogen peroxide. Ultrasonic activation did not demonstrate a significant additional benefit in internal bleaching.

Keywords: hydrogen peroxide, carbamide peroxide, spectrophotometer, non-vital tooth, internal bleaching, ultrasound.

INTRODUCCIÓN

El blanqueamiento dental interno para dientes tratados endodónticamente es un tratamiento conservador, sencillo y rentable. Actualmente, los agentes blanqueadores internos más usados en el mercado en diferentes concentraciones son el peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida y el perborato de sodio. Un diagnóstico preciso y correcto sobre la causa de la decoloración dental es clave, ya que el cambio de tonalidad dental puede ser multifactorial, por lo tanto, puede requerir de diferentes estrategias de tratamiento^{1,2}.

La decoloración dental va a depender de factores extrínsecos e intrínsecos. Las causas comunes de factores extrínsecos son por ingesta de alimentos con colorantes, tabaquismo excesivo, acumulación de placa bacteriana y uso de ciertos medicamentos³. Su eliminación se basa en una buena higiene oral juntamente con una profilaxis dental en consultorio⁴.

Los cambios que tienen un origen intrínseco ocurren por factores como, cambios en la formación de dentina, traumatismos dentarios, mortificación pulpar, mal uso de medicamentos,

materiales de obturación. Por lo tanto, la corrección o el tratamiento ante estos factores es mediante blanqueamiento o tratamiento estético⁴⁻⁶.

La eficacia del blanqueamiento dental interno depende fundamentalmente de la capacidad del agente blanqueador para difundirse a través de los túbulos dentinarios⁷. Una mayor profundidad de penetración se asociará con una mejor acción sobre los cromógenos responsables de la pigmentación dental, ya que el proceso del agente oxidante degradará estas moléculas pigmentadas, transformándolas en dióxido de carbono y agua⁸.

La remoción del barrillo dentinario de las superficies dentarias previa a la realización del blanqueamiento ha demostrado incrementar la permeabilidad de los túbulos dentinarios. Esta eliminación se puede aumentar mediante la aplicación de ácido ortofosfórico, irrigantes activados con ultrasonido o calor⁸⁻¹¹.

La activación ultrasónica combinada con las soluciones irrigantes antes del blanqueamiento induce una transferencia de energía dentro de la solución, por lo tanto, este proceso

favorece a la agitación de moléculas del irrigante y en consecuencia aumentará la permeabilidad en la dentina¹². No obstante, la aplicación de la activación ultrasónica directamente sobre los agentes blanqueadores no ha sido suficientemente investigada. Por ello, el presente estudio tiene como objetivo determinar la eficacia del blanqueamiento interno asistido por activación ultrasónica^{11,13}.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio, clasificado como in vitro, prospectivo y experimental con un enfoque cuantitativo, se llevó a cabo en el laboratorio de bioquímica y clínica odontológica de la UCSG durante el periodo académico A-2025.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la UCSG (CEISH-UCSG), Guayaquil, Ecuador. Protocolo CEISH-UCSG.0057.01.

Preparación de muestras

La muestra del estudio estuvo compuesta por 50 premolares humanos, extraídos por razones clínicas distintas al presente estudio, que se mantuvieron en solución de formalina al 10% (formol) durante 48

horas, luego se limpiaron utilizando un raspador ultrasónico (Baolai MEDICAL P5L ENDO) y una copa de goma con piedra pómez. Se prepararon cavidades de acceso ovaladas estándar con una fresa de diamante redonda. Los dientes se colocaron en solución de hipoclorito de sodio al 2,5% durante 24 horas para la permeabilidad dentinaria, luego se irrigó con agua destilada.

Tinción artificial dental

Los dientes se sumergieron en tubos de ensayo individuales que contenían muestras de sangre completa y se centrifugaron a 4000 rpm durante 20 minutos, obteniéndose una solución bifásica: plasma y precipitado. Se extrajo el plasma y los tubos se centrifugaron durante 20 minutos más. Los tubos con los dientes se continuaron centrifugando a 4000 rpm durante 20 minutos, dos veces al día, durante dos días consecutivos. Los tubos se almacenaron a 37° C durante el proceso de tinción¹³.

Al cuarto día, se retiraron los dientes de los tubos y se los colocó en tubos limpios; se añadió 3 ml de agua destilada a las muestras sin dientes y se las centrifugó para hemolizar con mayor eficacia los glóbulos rojos. Esto resultó en dos capas presentes en los

tubos, un precipitado que contenía las membranas celulares y un hemolizado que contenía la proteína hemoglobina. El hemolizado se separó del precipitado y se volvió a colocar en los tubos limpios con los dientes y se centrifugó tres días más. Después de la tinción, los dientes se limpiaron con agua común y los canales se irrigaron con agua destilada para eliminar el exceso del pigmento sanguíneo, finalmente se dejaron secar al aire.

Obturación

Los conductos se prepararon con instrumentos oscilatorios (Wave One Gold de Dentsply Sirona) con motor de baja velocidad (Dentsply Sirona X Smart Plus) y luego se obturaron con gutapercha (Dentsply Sirona) utilizando una técnica de condensación lateral y sellador AH Plus (Dentsply Sirona). Después de 24 horas, la gutapercha se movió a 3 mm por debajo de la unión amelocementaria y se selló en cervical con cemento de fosfato de zinc (Alpha-dent) a 1 mm por debajo de la unión amelocementaria.

Análisis del color dental

El color inicial de los dientes (pigmentados) se midió con un espectrofotómetro digital vita

easysshade advance 4.0 (Vita Zahnfabrik).

Para determinar la posición de la punta óptica del espectrofotómetro (sonda de medición), se utilizó una matriz personalizada de silicón caliente para cada muestra dejando una abertura en el tercio medio vestibular de cada diente para colocar la punta de la sonda del espectrofotómetro.

La medición del color se basó en el sistema CIELab de la Comisión Internacional de Eclairage. CIELab es un sistema de color tridimensional, donde L^* , representa luminosidad (claro-oscuro), a^* representa las coordenadas rojo-verde (un valor positivo indica rojo y un negativo verde) y b^* , representa las coordenadas amarillo-azul (un valor positivo indica amarillo y valor negativo indica azul)¹⁴.

Distribución de los grupos

Las muestras fueron divididas aleatoriamente en cinco grupos experimentales de 10 dientes, cada uno de acuerdo con las técnicas de blanqueamiento utilizadas: grupo PS-Perborato de sodio (Borosan super plus) más agua desionizada; grupo PC-Peróxido de carbamida al 37% (Whiteness Super Endo); grupo PCUS-Peróxido de carbamida al 37% más

aplicación ultrasónica; grupo PH-Peróxido de hidrógeno al 35% (whiteness HP); y grupo PHUS-Peróxido de hidrógeno al 35% más aplicación ultrasónica.

En el grupo PS (Perborato de sodio), se insertó una mezcla de perborato de sodio y agua desionizada en la cámara pulpar. Se colocó una bolita de algodón encima y se selló la cavidad con cemento de fosfato de zinc. Las muestras se almacenaron en saliva artificial a 37° C durante una semana, después se eliminó el agente blanqueador. Y se procedió a medir el color final. Este grupo se consideró grupo control.

En los grupos PC (Peróxido de carbamida) y PH (Peróxido de hidrógeno), el gel blanqueador fue colocado en la cámara pulpar y se mantuvo durante 10 minutos. Al finalizar este tiempo, el material fue aspirado y nuevamente insertado, repitiéndose este procedimiento tres veces para completar un total de 30 minutos de aplicación.

En los grupos PCUS (Peróxido de carbamida más aplicación ultrasónica)

y PHUS (Peróxido de hidrógeno más aplicación ultrasónica), se siguió el mismo protocolo, pero en este caso se aplicó la vibración ultrasónica al agente blanqueante utilizando la punta fina de Baolai MEDICAL P5L ENDO. La vibración ultrasónica se efectuó durante 30 segundos, sin irrigación, en intervalos de 30 segundos cada 10 minutos, sumando al final 30 minutos. El equipo ultrasónico se utilizó en la mínima intensidad de vibración que fue 28 kHz. Posteriormente, la eliminación del agente fue mediante chorros de agua y aire.

Una vez completado el blanqueamiento se procedió a la medición del color final, realizada en todos los casos por el mismo operador.

El cambio cromático (ΔE^*) fue evaluado a partir de las variaciones en los parámetros L^* , a^* , y b^* (ΔL^* , Δa^* , Δb^*) entre el estado inicial y la medición final, empleando la ecuación descrita: $\Delta E = \sqrt{((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)}^{15}$.

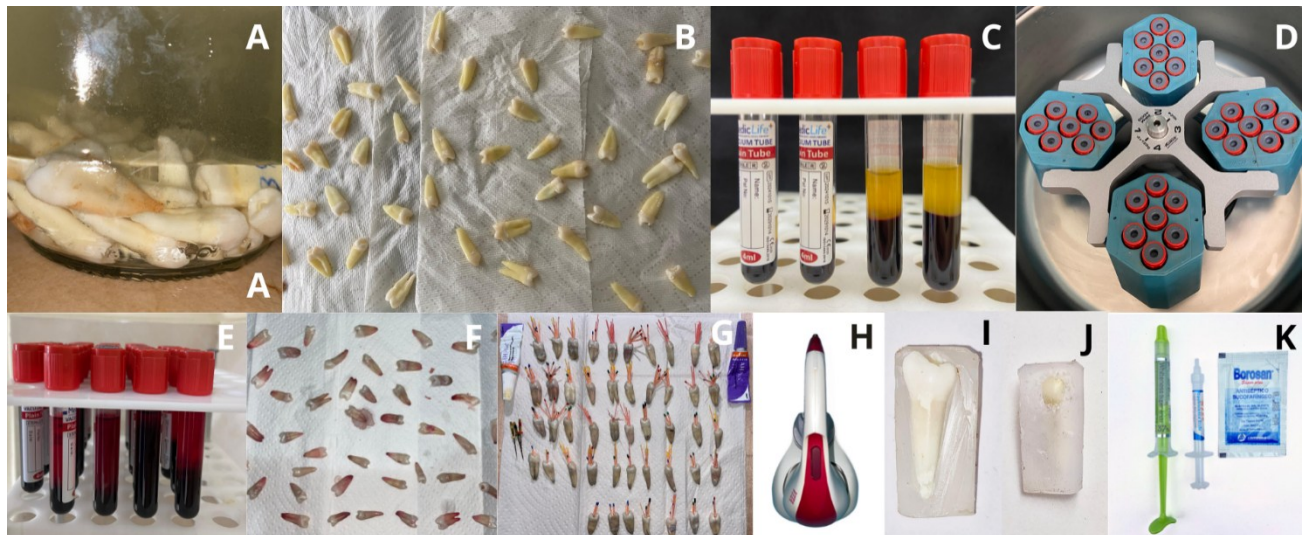


Figura 1 *Etapas experimentales del estudio in vitro. A) Muestra en solución de hipoclorito al 2,5%. B) Dientes tras profilaxis con cavitrón e inmersión en hipoclorito de sodio. C) Solucion bifásica: plasma y precipitado. D) Tubos centrifugados a 4000rpm. E) Dos capas presentes: precipitado y hemolizado. F) Piezas dentarias pigmentadas artificialmente. G) Obturaciones. H) espectrofotómetro digital vita easyshade advance 4.0. I, J) Matriz de silicón personalizada con abertura vestibular para espectrofotometría. K) Agente blanqueadores.*

TÉCNICA ESTADÍSTICA

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa SPSS versión 27. Como análisis descriptivo se presenta la media y desviación estándar de la variación del color dental, gráfico de caja y bigotes y de intervalos de confianza (IC 95%) para la media por cada grupo. De acuerdo con el diseño de experimento para el análisis se utilizó un análisis factorial (ANOVA) 2x2, para evaluar los efectos principales (tipo de blanqueador y la activación ultrasónica) y la interacción de ambos factores. En este modelo solo se incluyeron los blanqueadores

activos, ya que el grupo control (perborato de sodio) al no contar con la activación ultrasónica rompe el diseño factorial perfecto 2x3.

Adicionalmente, se llevó a cabo un contraste con la prueba T de Dunnett la cual permite tratar un grupo control y compararlo con el resto. De esta forma, se estableció la comparación de la variación de color dental de los grupos de peróxido de carbamida y de hidrógeno, con y sin activación con el control (perborato de sodio, no activación). El nivel de significancia para los contrastes de hipótesis fue del 5%.

RESULTADOS

Se analizaron 50 muestras de piezas dentales con el objetivo de determinar la eficacia del blanqueamiento interno asistido por activación ultrasónica en un estudio in vitro. El resumen descriptivo de la tabla 1 muestra que, con el blanqueador perborato de sodio como grupo control sin activación ultrasónica, arrojó una media de variación de color superior al resto de combinaciones (blanqueador y activación ultrasónica), por encima de los 18 puntos promedio, demostrando

un blanqueamiento bastante perceptible.

En el caso del Peróxido de carbamida y el de hidrógeno se observaron valores más altos en la variación media del color sin activación ultrasónica. No obstante, los valores entre activación y no activación fueron muy cercanos, lo que sugiere que el ultrasonido no incrementó de forma sustancial la eficacia de los blanqueadores. En ambos casos, el rango de variación de color estuvo entre 11 y 13 mostrando cambios más discretos de ΔE .

Tipo de Blanqueador	Activación ultrasónica	N	Media	Desviación estándar
Perborato de Sodio	No	10	18,89	6,88
Peróxido de Carbamida	Si	10	11,91	5,42
	No	10	13,14	5,67
Peróxido de Hidrógeno	Si	10	11,71	8,34
	No	10	12,58	10,70

Tabla 1 Resumen descriptivo de la variación del color (ΔE)

Variable respuesta: Variación del color dental ΔE

El diagrama de caja de la figura 1 el blanqueador perborato de sodio y peróxido de carbamida mostraron poca variabilidad en sus observaciones, lo que sugiere que fueron más consistente en sus respuestas. En el caso los valores de variación del color dental con el peróxido de hidrógeno se observan un

poco más de variabilidad entre las muestras y, con un aumento leve cuando no se realiza activación ultrasónica.

Además, también se observan valores extremos por encima de 30 ΔE , estas son piezas que respondieron de forma

muy favorable al blanqueamiento y que posiblemente sea debido a variaciones

biológicas del sustrato como grosor, estructura, tinción inicial.

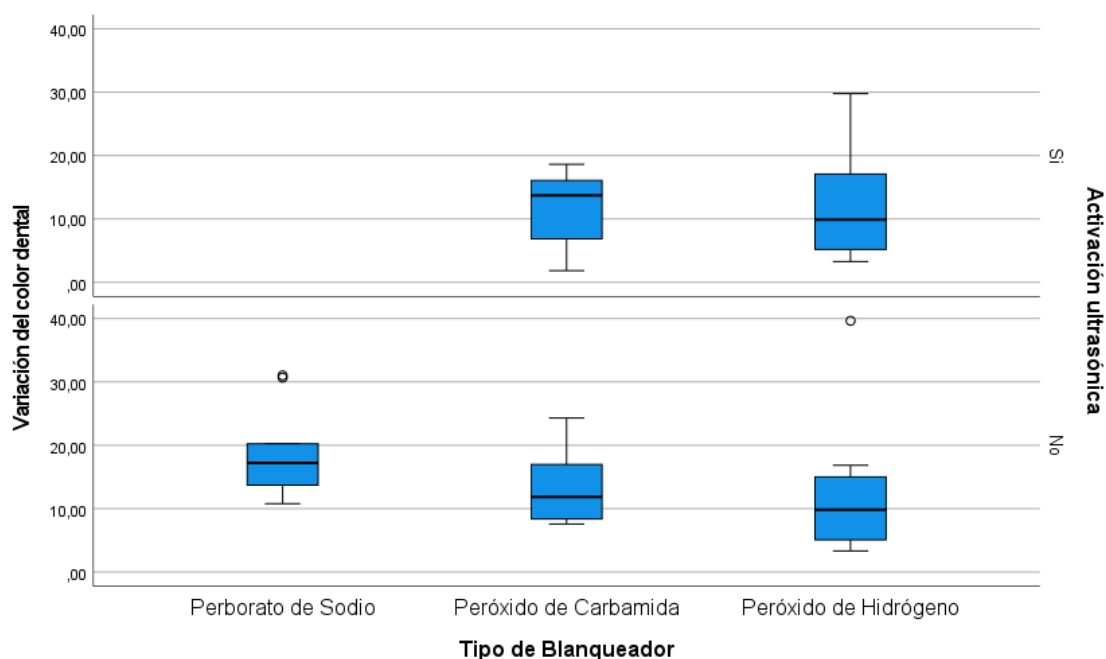


Figura 1 Diagrama de caja y bigotes para la variación de color dental (ΔE)

La tabla 2 muestra el resultado del ANOVA factorial 2×2 considerando únicamente los tipos de blanqueadores peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida, con y sin activación ultrasónica, para evaluar efectos principales e interacción. El resultado muestra que el efecto de los factores principales (tipo de blanqueadores y activación ultrasónica) y su interacción sobre la variación del color dental, no resultó estadísticamente significativa (valor- $p \geq 0,05$). Además, el valor del coeficiente de determinación $R^2 =$

0,006 indica que solo 0,6% de la variabilidad en la variación del color está siendo explicada por el modelo. Estos hallazgos sugieren que el tipo de blanqueador presentó un comportamiento similar y que la activación ultrasónica no aportó un beneficio adicional en el blanqueamiento interno.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	6090,990	1	6090,990	99,109	0,000
Activación ultrasónica	11,167	1	11,167	0,182	0,672
Tipo de blanqueador	1,455	1	1,455	0,024	0,879
Activación ultrasónica * Tipo de blanqueador	0,323	1	0,323	0,005	0,943
Error	2212,465	36	61,457		
Total	8316,400	40			

Tabla 2 Resultado de Anova (2x2) de la variación del color dental (ΔE)

Nivel de significancia 5%. R al cuadrado = ,006. ANOVA factorial 2×2 considerando solo peróxido de hidrógeno y de carbamida, con y sin activación ultrasónica.

La tabla 3 muestra los resultados de la prueba de comparaciones del peróxido de carbamida y de hidrógeno (con y sin activación ultrasónica) con el grupo control (Perborato de sodio sin activación ultrasónica). Se observa que estadísticamente ninguna de las combinaciones fueron diferentes de

forma significativa respecto del grupo control (valor-p $\geq$ 0,05). Sin embargo, todas las diferencias de medias (I-J) resultaron negativas confirmando que, los valores medios de variación del color dental fueron superiores con el perborato de sodio sin activación ultrasónica.

(I) Blanqueador	Activación ultrasónica	Grupo control (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
Peróxido de carbamida	No	Perborato de sodio sin activación ultrasónica	-5,74578	0,143
	Si		-6,98234	0,073
Peróxido de hidrógeno	No		-6,30701	0,107
	Si		-7,18396	0,065

Tabla 3 Resultado de las comparaciones con el grupo control (T de Dunnett)

Nivel de significancia 5%. Prueba T de Dunnett. Variable dependiente: variación del color dental

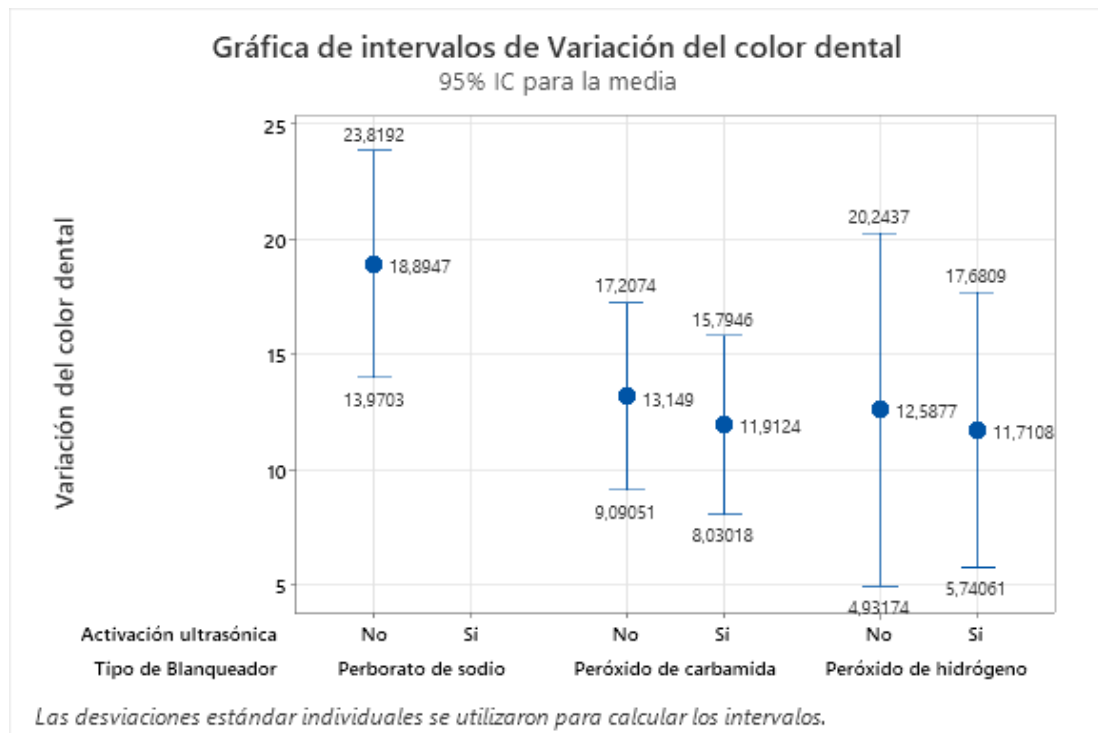


Figura 2 Gráfico de intervalos de confianza al 95% para la variación media de color dental (ΔE)

DISCUSIÓN

El uso de sistemas ultrasónicos en la especialidad de endodoncia se ha consolidado como un método para favorecer la activación de diferentes soluciones irrigadoras, el cual promueve la agitación de moléculas que me permitirán una mayor permeabilidad en los túbulos dentinarios¹⁶. La hipótesis era que la aplicación ultrasónica combinada con diferentes tipos de agentes blanqueadores aumenta la permeabilidad de los túbulos dentinarios, lo que genera una mayor variación de color dental en dientes no

vitales, evidenciada por el cambio de color antes y después del tratamiento. Sin embargo, esta hipótesis no pudo ser confirmada.

La decoloración dental de los dientes obturados se realizó mediante una descomposición de la sangre, el cual es un método eficaz con el fin de comparar la eficacia de los agentes blanqueadores conjunto con la activación ultrasónica¹⁵.

El uso de la activación ultrasónica como un efecto beneficioso sobre soluciones o agentes es controvertido. Otros estudios, no encontraron una

eficacia como tal del ultrasonido para mejorar la permeabilidad dentinaria^{13,17,18}.

El dispositivo ultrasónico se usó a 28 kHz con el fin de evitar un aumento de temperatura excesivo en la cámara pulpar. Aunque en este estudio no se evaluó la variación de temperatura, se asume que las temperaturas fueron más altas en los grupos activados por ultrasonidos, siendo esto una limitante. Aplicamos un protocolo de aplicación de intervalos intermitentes de 30 segundos cada 10 minutos que según Cameron conduce a un aumento de temperatura menos de 10 °C¹⁹. Por tal razón, se usó este protocolo con el fin de prevenir un excesivo aumento de temperatura y asegurar la conveniencia clínica.

En el presente estudio, se evaluó la eficacia del blanqueamiento interno asistido por activación ultrasónica en dientes no vitales. Los hallazgos mostraron que el grupo control con perborato de sodio sin activación ultrasónica presentó la mayor variación de color (ΔE), alcanzando valores promedios por encima de 18, lo que demuestra un blanqueamiento perceptible al ojo humano y superior frente a los demás agentes blanqueadores evaluados.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Cardoso et al., quienes tampoco encontraron diferencias significativas en la variación de color (ΔE) al comparar peróxido de carbamida al 37% y peróxido de hidrógeno al 35% con y sin activación ultrasónica¹³.

Asimismo, revisiones como la de Van der Sluis & Cristescu concluyen que el ultrasonido, resulta útil en la irrigación endodóntica pero su aplicación en el blanqueamiento interno no siempre ofrece resultados beneficiosos consistentes¹⁷.

A diferencia de, el peróxido de carbamida como el de hidrógeno evidenciaron valores ΔE más bajos, en el rango de 11 a 13, independientemente del uso o no de la activación ultrasónica. No obstante, se esperaba que la vibración ultrasónica favoreciera la penetración del agente blanqueador en los túbulos dentinarios, por ende, mejorara la eficacia del blanqueamiento, sin embargo, los resultados mostrados del ANOVA factorial mostraron que ni el tipo de agente blanqueador, ni la activación ultrasónica tuvieron efectos estadísticamente significativos sobre la variación del color. Evidencia comparable han sido reportados,

quienes concluyeron que el uso del ultrasonido solo genera discrepancias mínimas y no siempre estadísticamente notable en comparación con la técnica convencional^{17,20,21}.

Un parámetro para considerar es la aparición de valores extremos superiores a 30 ΔE en determinados casos, causa que puede atribuirse a factores biológicos de la estructura dental, como grosor dentinario, el grado de pigmentación o la respuesta individual del órgano dentario.

El grupo PS se utilizó como control, ya que se considera como el agente control más seguro, eficaz y económico para tratar la decoloración de los dientes²²⁻²⁴.

Además, nuestros resultados respecto al perborato de sodio concuerdan con lo señalado por Freccia & Peters y Ari & Ungor, quienes destacan la efectividad, seguridad y estabilidad como agente de referencia en el blanqueamiento intracoronal^{24,25}. De igual forma, Gaidarji et al., aseguran la eficacia clínica del perborato frente a otros protocolos, reforzando la validez de nuestro hallazgo²³.

Por el contrario, un estudio innovador como el de Suganthajumar et al., demostraron que la combinación de

peróxido con microburbujas activadas por ultrasonido mejora la eficacia, lo que sugiere que el ultrasonido por sí solo tal vez no sea suficiente, sino que se necesita de un coadyuvante que aumente la cavitación y el movimiento de partículas del agente blanqueador¹². Al igual que, uso de parámetros conservadores de potencia para evitar sobrecalentamiento, como recomienda Cameron¹⁹.

Una revisión sistemática de Frank et al., confirma que la eficacia del blanqueamiento intracoronal depende de la concentración del blanqueador y el tiempo de exposición, más que la activación, por lo tanto, esto podría explicar por qué el efecto del ultrasonido fue limitado⁷.

Finalmente, la estandarización en la medición del color fue un procedimiento fundamental en la evaluación cromática, por eso en esta investigación, la utilización de una matriz elaborada con silicona caliente permitió garantizar la reproductibilidad y confiabilidad de todas las mediciones realizadas.

CONCLUSIONES

Los tres agentes blanqueadores produjeron variaciones de color clínicamente perceptibles, sin embargo, el perborato de sodio fue el agente que mostró mayor eficacia en el blanqueamiento interno, con una variación de color (ΔE) superior al resto de combinaciones. Concluyendo que, la activación ultrasónica no demostró incrementar significativamente la eficacia de los agentes blanqueadores, por lo tanto, no aporta un beneficio adicional en el protocolo evaluado.

RECOMENDACIONES

Considerar el uso de perborato de sodio como agente de referencia en protocolos de blanqueamiento interno por su alta efectividad comprobada. Se recomienda que futuros estudios se enfoquen en el tiempo de aplicación y la combinación con aditivos o medios que favorezcan la cavitación, aumentando la muestra.

REFERENCIAS

1. Moradas Estrada M. ¿Qué material y técnica seleccionamos a la hora de realizar un blanqueamiento dental y por qué?: protocolo para

evitar hipersensibilidad dental posterior.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852017000300002 (2017).

2. De Oliveira, M. *et al.* Blanqueamiento Dental en Dientes No Vitales: Consideraciones Actuales Non-Vital Tooth Whitening: Actual Considerations. *Int. J. Odontostomat* **2**, 61–66 (2008).
3. Kahler, B. Present status and future directions – Managing discoloured teeth. *Int Endod J* **55**, 922 (2022).
4. Carvalho, E. M. O. F. de, Robazza, C. R. C. & Lage-Marques, J. L. [Spectrophotometric and visual analysis of internal dental bleaching utilizing laser and heat as catalyzing sources]. *Pesqui Odontol Bras* **16**, 337–342 (2002).
5. Alqahtani, M. Q. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J* **26**, 33 (2014).
6. Bengoa, F. P., Portilla, N. D., Arze, M. C. M. & Varas, M. V. Estabilidad del color en el blanqueamiento intracoronal. *Rev Cubana Estomatol* **57**, e3376–e3376 (2020).
7. Frank, A. C., Kanzow, P., Rödiger, T. & Wiegand, A. Comparison of the Bleaching Efficacy of Different Agents Used for Internal Bleaching: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Endod* **48**, 171–178 (2022).
8. Carrasco, L. D., Guerisoli, D. M. Z., Rocha, M. J. A., Pécora, J. D. & Fröner, I. C. Efficacy of intracoronal bleaching techniques with

- different light activation sources. *Int Endod J* **40**, 204–208 (2007).
9. Rotstein, I., Torek, Y. & Lewinstein, I. Effect of bleaching time and temperature on the radicular penetration of hydrogen peroxide. *Dental Traumatology* **7**, 196–198 (1991).
 10. Pashley, D. H., Kepler, E. E., Williams, E. C. & Okabe, A. The effects of acid etching on the in-vivo permeability of dentine in the dog. *Arch Oral Biol* **28**, 555–559 (1983).
 11. Carrasco, L. D., Pécora, J. D. & Fröner, I. C. In vitro assessment of dentinal permeability after the use of ultrasonic-activated irrigants in the pulp chamber before internal dental bleaching. *Dental Traumatology* **20**, 164–168 (2004).
 12. Suganthakumar, P., Dhanasekaran, S. & Venkatesh, V. Comparative Evaluation of Activated and Nonactivated Microbubbles on the Efficacy of Bleaching Agents. *Cureus* **16**, e64040 (2024).
 13. Cardoso, M., Martinelli, C. S. M., Carvalho, C. A. T., Borges, A. B. & Torres, C. R. G. Ultrasonic activation of internal bleaching agents. *Int Endod J* **46**, 40–46 (2013).
 14. Piñeiro-Di Blasi, J. I. et al. Desarrollo de una aplicación para la comparación rápida de pigmentos a partir de sus coordenadas colorimétricas. *Dyna (Medellin)* **81**, 49–54 (2014).
 15. Yui, K. C. K., Rodrigues, J. R., Mancini, M. N. G., Balducci, I. & Gonçalves, S. E. P. Ex vivo evaluation of the effectiveness of bleaching agents on the shade alteration of blood-stained teeth. *Int Endod J* **41**, 485–492 (2008).
 16. Retsas, A. & Boutsoukis, C. An update on ultrasonic irrigant activation. *Endo EPT* **13**, 115–129 (2019).
 17. W.M. van der Sluis, L. & Cristescu, R. C. Los ultrasonidos en endodoncia. *Quintessence* **24**, 187–198 (2011).
 18. Fernanda Miori Pascon, K. R. K. A. F. S. B. R. M. P.-R. Effect of cleansers and irrigation methods on primary root dentin permeability - PubMed. 30-35(6) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18430352/> (2007).
 19. Cameron, J. A. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *J Endod* **14**, 554–559 (1988).
 20. Jin, Y., Paranhos, K. S., Salamone, A., Bongiorno, W. & Brizuela, M. Internal Tooth Whitening. *StatPearls* (2024).
 21. Gil, A. M. C., Godoy, E. M. F., Muñoz, L. Q. & Bersezio, C. Biological risk posed by internal tooth whitening. *Rev Cubana Estomatol* **58**, (2021).
 22. Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H. & Somma, F. Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. *J Endod* **34**, 394–407 (2008).
 23. Gaidarji, B., Perez, B. G. & Durand, L. B. Effectiveness of Three Bleaching Techniques for Endodontically Treated Teeth: A Randomized Clinical Trial. *Oper Dent* **49**, 519–530 (2024).

24. Ari, H. & Üngör, M. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronaral bleaching of discoloured teeth. *Int Endod J* **35**, 433–436 (2002).
25. Freccia, W. F. & Peters, D. D. A technique for staining extracted teeth: a research and teaching aid for bleaching. *J Endod* **8**, 67–69 (1982).



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Pinela Llangarí, Davis Steck**, con C.C: 0928732387 autor del trabajo de titulación: **Blanqueamiento interno asistido por activación ultrasónica: Un estudio in vitro**, previo a la obtención del título de **Odontólogo** 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, 02 de septiembre de 2025

f. _____

Nombre: **Pinela Llangarí, Davis Steck**

C.C: **0928732387**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:		Blanqueamiento interno asistido por activación ultrasónica: Un estudio in vitro.	
AUTOR(ES)		Pinela Llangarí, Davis Steck	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)		Dra. García Guerrero, Yara Anna Paula	
INSTITUCIÓN:		Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
FACULTAD:		Facultad de Ciencias de la Salud	
CARRERA:		Carrera de Odontología	
TÍTULO OBTENIDO:		Odontólogo	
FECHA DE PUBLICACIÓN:		02 de septiembre de 2025	No. DE PÁGINAS: 14
ÁREAS TEMÁTICAS:		Endodoncia, dentística restauradora, periodoncia	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:		peróxido de hidrogeno, peróxido de carbamida, espectrofotómetro, diente no vital, blanqueamiento interno, ultrasonido.	
RESUMEN/ABSTRACT			
INTRODUCCIÓN: La decoloración de dientes no vitales ya sea por factores extrínsecos e intrínsecos es un problema estético frecuente en odontología. El blanqueamiento interno es una alternativa conversadora frente a tratamientos restauradores más invasivos. OBJETIVO: Determinar la eficacia del blanqueamiento interno asistido por activación ultrasónica en un estudio in vitro. MATERIALES Y MÉTODOS: Se realizó un estudio in vitro, prospectivo, experimental y cuantitativo. Cincuenta dientes humanos premolares, los cuales fueron limpiados, instrumentados y pigmentados artificialmente con sangre hemolizada mediante centrifugación. Posteriormente, las muestras fueron distribuidas aleatoriamente en cinco grupos experimentales (n=10): perborato de sodio más agua desionizada, peróxido de carbamida al 37% con y sin activación ultrasónica, y peróxido de hidrógeno al 35% con y sin activación ultrasónica. El color dental se evaluó con un espectrofotómetro digital siguiendo el sistema CIELab en dos tiempos: inicial y final. RESULTADOS: El perborato de sodio (grupo control) mostró la mayor variación media de color ($\Delta E \approx 18,8$), significativamente superior a los demás agentes blanqueadores. CONCLUSIÓN: El perborato de sodio demostró ser el agente blanqueador más eficaz en términos de variación de color, superando al peróxido de carbamida y al peróxido de hidrógeno. La activación ultrasónica no evidenció un beneficio adicional significativo en el blanqueamiento interno.			
ADJUNTO PDF:		☒ SI ☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:		Teléfono: +593-962388320 E-mail: steckpinela@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):		Nombre: LOPEZ ESPINOZA, JAVIER ANDRES Teléfono: +593-968029136 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):			