



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**EFICACIA DEL ACEITE ESENCIAL DE CÁSCARA DE  
NARANJA (*CITRUS SINENSIS*) PARA LA DISOLUCIÓN DE  
GUTAPERCHA. ESTUDIO IN VITRO**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE ODONTÓLOGO**

**AUTOR: ANTHONY JORDAN TOLEDO CAMPOVERDE**

**DIRECTOR: OD. ESP. MARÍA ELIZABETH MOSCOSO ABAD**

**CUENCA - ECUADOR**

**2025**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**EFICACIA DEL ACEITE ESENCIAL DE CÁSCARA DE NARANJA  
(*CITRUS SINENSIS*) PARA LA DISOLUCIÓN DE GUTAPERCHA.**

**ESTUDIO IN VITRO**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE ODONTÓLOGO**

**AUTOR: ANTHONY JORDAN TOLEDO CAMPOVERDE**

**DIRECTOR: OD. ESP. MARÍA ELIZABETH MOSCOSO ABAD**

**CUENCA - ECUADOR**

**2025**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

# Eficacia del aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus Sinensis*) para la disolución de gutapercha.

## Estudio in vitro

### Efficacy of Orange Peel Essential Oil (*Citrus Sinensis*) for Dissolving Gutta-percha. An In Vitro Study

Eficacia del aceite de cáscara de naranja para la gutapercha

<sup>1</sup> Anthony Jordan Toledo Campoverde. Estudiante de Odontología, Facultad de Odontología, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador. <https://orcid.org/0009-0001-6016-1178>

**Autor de correspondencia:** [anthony.toledo.27@est.ucacue.edu.ec](mailto:anthony.toledo.27@est.ucacue.edu.ec). +593 96 888 7708.

#### RESUMEN

**Introducción:** Uno de los objetivos principales de la endodoncia es el sellado tridimensional del sistema de conductos radiculares. Este proceso de sellado también conocido como “obturación” se logra mediante el uso de un material obturador como la gutapercha. Cuando un tratamiento endodóntico fracasa, a menudo es necesario llevar a cabo un retratamiento que con lleva a la desobturación del mismo. Existen distintos métodos para este proceso, que pueden ser mecánicos o químicos, entre estos se hallan el uso de solventes para la disolución o reblandecimiento de la gutapercha. Actualmente resulta de interés utilizar distintas opciones de solventes que cumplan la función de manera efectiva sin riesgos de toxicidad para el paciente; ni de separación de instrumentos durante este proceso. Es por esto que el presente artículo tiene como objetivo analizar la eficacia del aceite esencial de cáscara de naranja que se conoce por ser eficaz para este proceso, pero observando en que

concentración es más eficiente para mejorar la técnica de desobturación y facilitar la limpieza de los conductos radiculares. **Metodología:** Se llevó a cabo un estudio *in vitro*, que consistió en evaluar el desempeño del aceite esencial como solvente, tomando en cuenta las variables: color, rigidez, reblandecimiento y estructura respectivamente, utilizando distintas concentraciones 50%, 75% y 100% del aceite diluido en alcohol isopropílico al 70%.

**Palabras clave:** *Citrus sinensis*, aceite esencial de naranja, solvente, desobturación química, gutapercha.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** One of the main objectives of endodontics is the three-dimensional sealing of the root canal system. This sealing process, also known as "obturation," is achieved through the use of an obturating material such as gutta-percha. When an endodontic treatment fails, retreatment is often necessary for removal. There are different methods for this process, which can be mechanical or chemical. These include the use of solvents to dissolve or soften the gutta-percha. Nowadays, there is interest in using alternative solvents that perform this function effectively without toxicity risk for the patient or instrument separation during the procedure. This article therefore aims to analyze the effectiveness of orange peel essential oil, which is known to be effective for this process, but also to observe what is the optimal concentration for improving the removal technique and facilitating root canal cleaning.

**Methodology:** An *in vitro* study was conducted to evaluate the performance of the essential oil as a solvent, considering the variables: color, rigidity, softening, and structure, respectively, using different concentrations at 50%, 75%, and 100% of the oil diluted in 70% isopropyl alcohol.

**Keywords:** *Citrus sinensis*, orange essential oil, solvent, chemical unblocking, gutta-percha.

## 1. Introducción:

La obturación tridimensional de los conductos radiculares es un pilar fundamental en el éxito del tratamiento endodóntico, ya que garantiza un sellado hermético que previene la comunicación entre el sistema de conductos, los tejidos periodontales y la cámara pulpar (1). En este proceso, la gutapercha emerge como el material de elección, utilizada en combinación con cementos selladores para asegurar la estanqueidad del sistema (2). Sin embargo, la persistencia de infecciones microbianas intra y extrarradiculares representa una de las principales causas de fracaso terapéutico, especialmente cuando piezas dentales previamente tratadas desarrollan sintomatología o lesiones perirradiculares, indicadores de la necesidad de retratamiento para eliminar microorganismos residuales (3,4).

El retratamiento endodóntico no quirúrgico busca restaurar la salud periapical mediante la remoción completa del material obturador previo, seguida de una nueva fase de limpieza, conformación y reobturación (5). Este procedimiento exige técnicas que equilibren la eficacia en la desobturación con la preservación de la estructura dentaria, considerando factores como la compactación del material, la curvatura del conducto y el método empleado (6). Para ello, se emplean instrumentos manuales, rotatorios, ultrasónicos y solventes químicos (7,8). Aunque la gutapercha puede removerse con relativa facilidad, su persistencia en ramificaciones microscópicas justifica el uso de solventes como xilol o cloroformo, los cuales, no obstante, presentan riesgos de toxicidad e irritación tisular (9,10).

En respuesta a estos desafíos, las alternativas orgánicas derivadas de plantas han ganado relevancia por su perfil de seguridad y costo accesible. La fitoterapia, mediante principios activos como aceites esenciales, ofrece soluciones con menor impacto adverso y potencial antimicrobiano (11). Ejemplo de ello es *Schinus molle* (pimiento de Perú), cuyos extractos han demostrado actividad contra *Porphyromonas gingivalis*, patógeno asociado a

enfermedades periodontales (12,13). Dentro de este ámbito, aceites esenciales como los de eucalipto, pino y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) han destacado por su capacidad para disolver gutapercha, sumando a su eficacia propiedades biocompatibles y bajo riesgo carcinogénico (7,8). El aceite de naranja, en particular, se posiciona como una opción segura en piezas obturadas con cementos de óxido de zinc-eugenol, superando en biocompatibilidad a solventes tradicionales (8,14).

La gutapercha, polímero termoplástico compuesto principalmente por poliisopreno en su forma trans, presenta una estructura molecular similar al caucho natural. En condiciones ambientales, su estado rígido se ablanda a 60 °C y funde parcialmente entre 95-100 °C, con propiedades físicas influenciadas por componentes orgánicos (ceras, resinas) e inorgánicos (óxido de zinc, sulfatos metálicos) que aportan radiopacidad y resistencia (1,10,15). Aunque su fabricación aséptica y el óxido de zinc en su composición le confieren actividad antibacteriana, su manipulación puede introducir contaminantes (10,16).

En la fase inicial del retratamiento, la permeabilidad apical se logra mediante instrumentación manual o mecanizada, apoyada por solventes químicos que ablandan la gutapercha, facilitando su remoción y reduciendo riesgos como perforaciones o alteraciones anatómicas (14,17,18). Aquí, el aceite de cáscara de naranja, extraído principalmente en China mediante prensado en frío (que preserva su integridad química) o destilación por vapor (menos eficaz por degradación térmica), destaca por su alto contenido de d-limoneno (70-95%), terpeno responsable de su actividad antimicrobiana frente a patógenos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Candida Albicans* (7,19,20). Estudios recientes respaldan su uso en endodoncia no solo como solvente eficaz de gutapercha, sino también como agente biocida que reduce infecciones residuales, respaldado por su baja citotoxicidad (7,20,21).

Esta combinación de propiedades posiciona al aceite esencial de *Citrus sinensis* como una alternativa promisoría en retratamientos endodónticos, ofreciendo un equilibrio entre eficacia, seguridad y sostenibilidad clínica. Este trabajo tiene como objetivo general analizar la eficacia del aceite esencial de cáscara de naranja en diferentes concentraciones para disolver la gutapercha, para mejorar la técnica de disolución y facilitar la limpieza de los conductos radiculares.

## **2. Materiales y Métodos:**

El estudio se llevó a cabo como un experimento *in vitro* para evaluar cómo el aceite esencial de naranja actúa sobre la gutapercha. Este tipo de estudios se llevan a cabo en medios artificiales y permite analizar fenómenos biológicos o químicos en condiciones controladas.

Se analizaron cualitativamente aspectos como el color, uniformidad, textura, desprendimiento, homogeneidad estructural, integridad superficial, resistencia, elasticidad y adhesividad. Para esto, se prepararon soluciones con diferentes concentraciones del aceite esencial, incluyendo mezclas al 50% (100  $\mu$ L de alcohol y 100  $\mu$ L de aceite), al 75% (50  $\mu$ L de alcohol y 150  $\mu$ L de aceite) y al 100% (200  $\mu$ L de aceite puro).

Para la evaluación de estos aspectos, se utilizó un instrumento de evaluación que planteaba las variables con sus respectivas preguntas, que permitieron obtener los resultados de forma sistemática (Tabla 1).

El procedimiento comenzó con la aplicación de una gota del aceite esencial diluido en distintas concentraciones (50%, 75% y 100%), en un diente tratado endodónticamente, luego de pocos segundos se desobturó eliminando la gutapercha utilizando una lima H #40, lo cual se realizó con mucha facilidad llegando hasta el tercio cervical, evaluándose los parámetros anteriormente indicados.

## **3. Resultados:**

**Tabla 1.** Instrumento de evaluación de los efectos del aceite esencial de naranja sobre la gutapercha.

		SI	NO
1. <b>Textura y superficie</b>	La gutapercha no conserva una textura lisa, uniforme con irregularidades y rugosidad perceptible.		
2. <b>Color y uniformidad</b>	El color de la gutapercha no permanece uniforme, presenta alteraciones significativas como manchas, oscurecimiento o decoloraciones.		
3. <b>Desprendimiento del material</b>	La gutapercha presenta pérdida visible de material, como partículas sueltas, erosión o desintegración.		
4. <b>Homogeneidad estructural</b>	El material no es homogéneo, presenta burbujas, capas separadas o zonas con diferencias visibles de densidad.		
5. <b>Integridad superficial</b>	Hay grietas, fracturas o debilidades en la superficie de la gutapercha.		
6. <b>Resistencia y elasticidad</b>	La gutapercha no conserva su elasticidad y resistencia habitual, volviéndose quebradiza, blanda o fragmentable.		
7. <b>Adhesividad</b>	El material presenta adhesividad al tacto con la pinza.		
8. <b>Tercio coronal (diente a escala)</b>	Capacidad de penetración de la lima al tercio coronal.		
9. <b>Tercio medio (diente a escala)</b>	Capacidad de penetración de la lima al tercio medio.		
10. <b>Tercio apical (diente a escala)</b>	Capacidad de penetración de la lima al tercio apical.		

**Fuente:** Propia (2025)

Al evaluar el efecto del aceite de cáscara de naranja en combinación con alcohol al 70% sobre los conos de gutapercha, se observó que, a medida que aumentaba la concentración del aceite, se producía una degradación progresiva del material, manifestada por un ablandamiento gradual y una pérdida de integridad estructural. Este fenómeno se atribuye a la acción sinérgica del d-limoneno (componente principal del aceite) y el alcohol, que disuelven la matriz polimérica de la gutapercha al interrumpir los enlaces intermoleculares del poli isopreno.

**Tabla 2.** Resultados de la evaluación de los efectos del aceite esencial de naranja sobre la gutapercha en diferentes concentraciones (50%, 75% y 100%).

Aceite de naranja												
%	Concentración	Conos de G	Textura y superficie	Color y uniformidad	Desprendimiento	Homogeneidad estructural	Integridad superficial	Resistencia y elasticidad	Adhesividad	Tercio coronal	Tercio medio	Tercio apical
Aceite de naranja + Alcohol al 70%												
50	50	1	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO			

50	50	2	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO			
50	50	3	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO			
75	75	1	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO
75	75	2	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO
75	75	3	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO
100	100	1	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI
100	100	2	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI
100	100	3	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI

**Fuente:** Propia.

Al exponer la gutapercha a concentraciones progresivas de aceite de naranja (50%, 75% y 100%), se observaron cambios graduales en sus propiedades físicas. En la concentración del 50%, la superficie mantuvo su textura característica sin alteraciones táctiles perceptibles (Figura 1a y b). Sin embargo, al incrementar al 75%, se detectó una ligera pérdida de uniformidad superficial, aunque la estructura se mantuvo visualmente lisa (Figura 2a y b). Este fenómeno se acentuó al utilizar el 100%, donde la manipulación instrumental reveló una disminución en la cohesión estructural, evidenciando fragilidad incipiente.

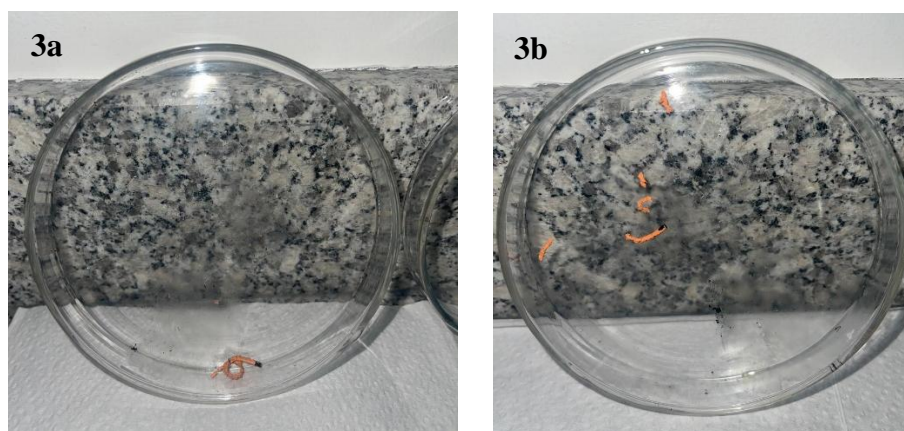


**Figura 1a.** Los 3 conos con la disolución al 50% (inicial) **Figura 1b.** Los 3 conos con la disolución al 50%, luego de manipular los conos.



**Figura 2a.** Los 3 conos con disolución de 75% (inicio). **Figura 2b.** Los 3 conos con disolución de 75% (final).

En cuanto a la estabilidad cromática, el material conservó su tonalidad original en todas las concentraciones, sin manchas, oscurecimientos ni decoloraciones macroscópicamente observables. Esto sugiere que la interacción química con el aceite y el alcohol no afecta significativamente su apariencia visual. No obstante, se registró un desprendimiento progresivo de partículas: en el 50%, la pérdida fue mínima, mientras que en el 100%, la fragmentación se intensificó, con desintegración evidente durante la manipulación (Figura 3a y b).

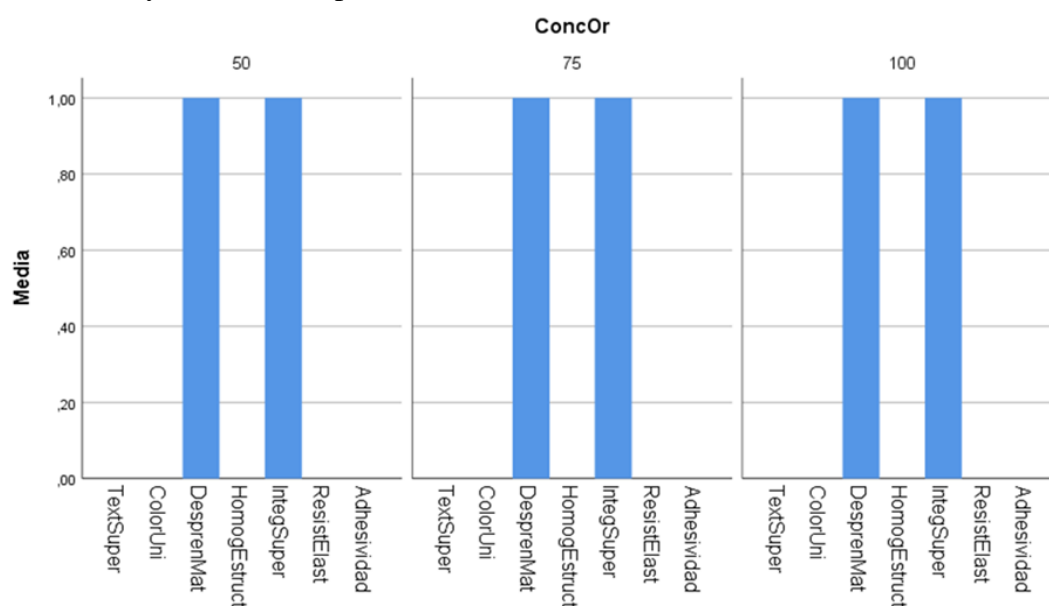


**Figura 3.** Cambios que hubo en los conos como el color, homogeneidad, etc.  
**Figura 3a.** Cono con disolución de 50%. **Figura 3b.** Cono con disolución de 100%.

Respecto a la estructura interna, la homogeneidad se mantuvo sin burbujas o estratificación, pero la superficie desarrolló microgrietas y fisuras proporcionales a la concentración del solvente. En el 100%, estas fracturas fueron notorias, indicando un compromiso en la resistencia mecánica in vitro. Paralelamente, se observó una pérdida de elasticidad: en concentraciones altas, el material se volvió quebradizo, perdiendo su capacidad de flexión. Esta reducción de resiliencia facilita su remoción clínica, aunque exige precaución para evitar fragmentación no controlada en conductos radiculares.

Finalmente, la adhesividad no mostró variaciones: en ningún caso se detectó una textura pegajosa o residuos adhesivos en los instrumentos, lo que confirma que el aceite no altera la consistencia superficial del material durante su aplicación.

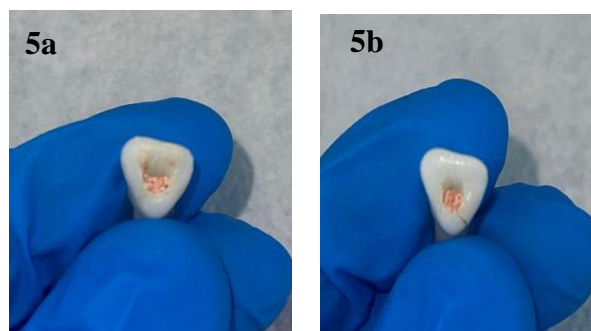
**Figura 4.** Características y cambios observados en las 3 disoluciones (50% con alcohol, 75% con alcohol y 100% aceite puro)



**Fuente:** Propia.

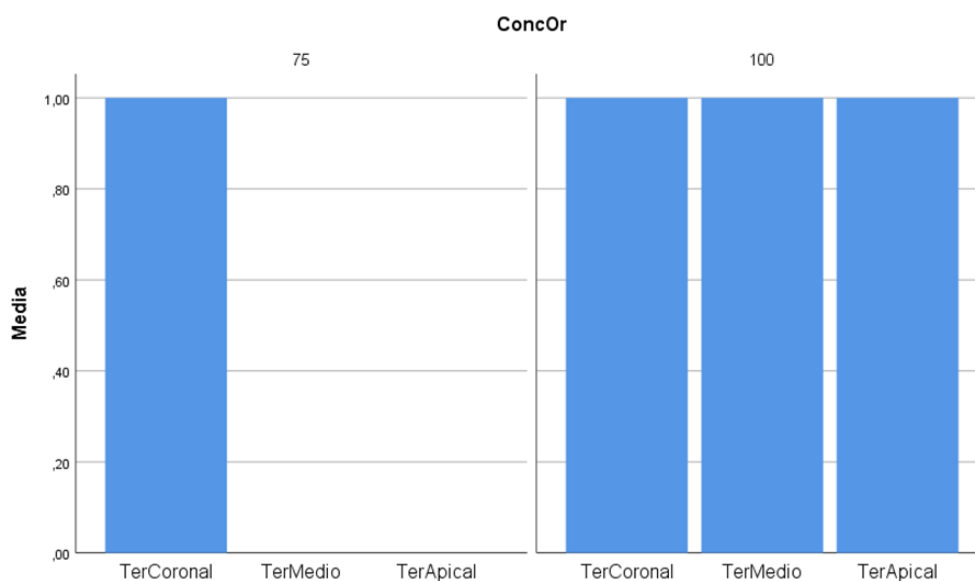
Uno de los hallazgos clave del estudio fue la capacidad de penetración de la lima en los tercios dentales (coronal, medio y apical), factor crítico para la eficacia en la remoción del material de obturación. En los ensayos con la solución al 50%, la lima mostró un avance limitado en todos los tercios, sugiriendo una acción solvente insuficiente a esta concentración (Figura 5a). Al incrementar al 75%, se observó una mejora en la penetración del tercio coronal, aunque sin alcanzar una disolución adecuada en los tercios medio y apical (Figura 5b). Sin embargo, con la solución al 100%, se logró una degradación homogénea en todos los tercios, permitiendo una penetración óptima de la lima a lo largo de todo el conducto. Esto indica que la concentración máxima evaluada es la más efectiva para facilitar la

eliminación integral del material, garantizando un acceso completo durante el retratamiento endodóntico.



**Figura 5.** Observaciones después del intento de desobturación la lima 40. **Figura 5a.** En el diente artificial #1 con disolución 50%. **Figura 5b.** En el diente artificial # 2 con disolución 75%.

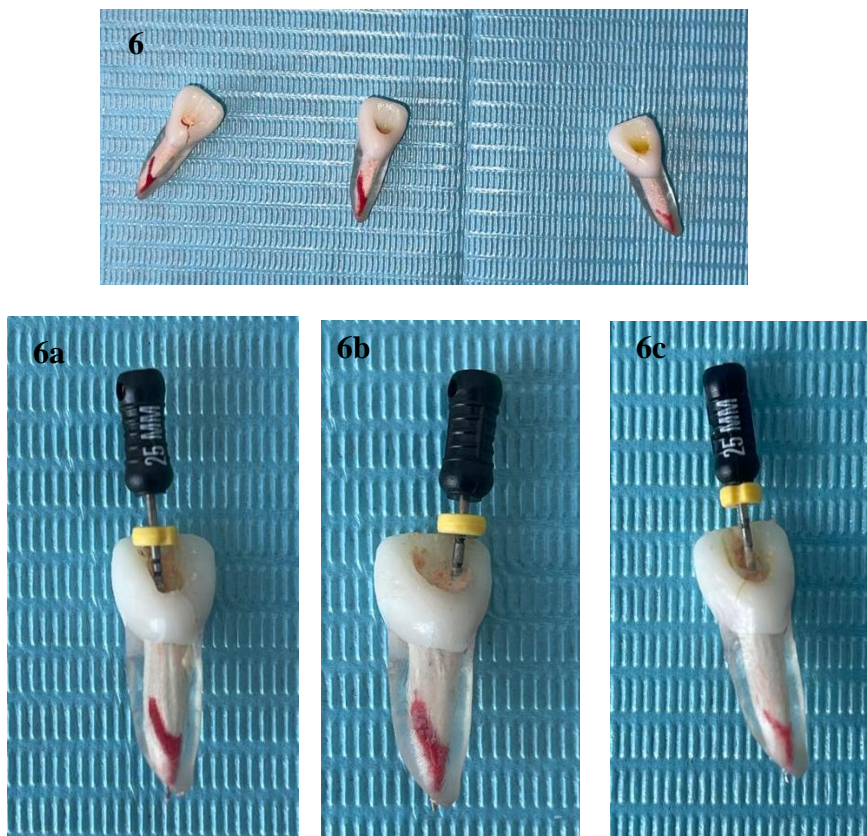
**Figura 6.** Capacidad de penetración de la lima en distintos tercios del diente según su concentración.



**Fuente:** Propia.

Los resultados evidenciaron una progresión clara en la acción solvente del aceite esencial de naranja sobre la gutapercha. A bajas concentraciones, su efecto fue limitado; sin embargo, al incrementarse la concentración, la degradación del material se hizo más evidente y homogénea. La pérdida de resistencia mecánica y la formación de fisuras indican un debilitamiento progresivo de la gutapercha, fenómeno que podría optimizar su

eliminación durante retratamientos endodónticos. Por otro lado, de acuerdo al estudio in vitro realizado, la estabilidad cromática (color y uniformidad) y la ausencia de adhesividad demuestran que este solvente preserva las propiedades visuales y táctiles del material, actuando de forma selectiva sobre su integridad estructural sin alteraciones secundarias (Figura 7).



**Figura 6.** Colocación del aceite esencial de cáscara de naranja puro (100%) en los dientes artificiales obturados. **Figura 6a.** Diente #1 después de usar la lima y llega al tercio apical. **Figura 6b.** Diente #2 después de usar la lima y llega al tercio apical. **Figura 6c.** Diente #3 después de usar la lima y llega al tercio apical.

#### 4. Discusión:

Según investigaciones realizadas por Ajina et al. (7) y Youcef-Ettoumi et al. (19) desatacan que los hallazgos de este estudio aportan evidencia sólida sobre la eficacia del aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) como solvente alternativo para la disolución de gutapercha en retratamientos endodónticos no quirúrgicos. La degradación progresiva del material observada en concentraciones crecientes (50%, 75% y 100%) se alinea con estudios previos que atribuyen esta acción al d-limoneno, terpeno predominante en el aceite, capaz de interrumpir los enlaces intermoleculares del poliisopreno en la gutapercha. Este mecanismo se ve potenciado por la sinergia con el alcohol, que facilita la penetración del solvente en la matriz polimérica, como se evidenció en la pérdida de cohesión estructural a concentraciones más altas.

Por otro lado, investigaciones realizadas por Barría-Rojas et al. (14) destacan que la capacidad del aceite al 100% para permitir una penetración homogénea de la lima en todos los tercios del conducto (coronal, medio y apical) resuelve un desafío crítico en endodoncia: la remoción completa del material en zonas anatómicamente complejas. En esta misma línea, Gonzales y Iberico (9) subrayan que este hallazgo contrasta con solventes tradicionales como el xilol, que, aunque eficaces, están asociados a riesgos de toxicidad y daño tisular. Si embargo, Cuenca-León et al. (10) ofrece que la ausencia de alteraciones cromáticas y adhesividad en la gutapercha tratada refuerza la ventaja de este aceite para preservar la integridad visual del material durante su manipulación, un aspecto clave para evitar errores operatorios.

Adicionalmente Ozden et al. (20) La correlación entre concentración y eficacia solvente sugiere que el d-limoneno actúa de forma dependiente de la dosis, fenómeno reportado también en estudios que evalúan su actividad antimicrobiana. Sin embargo, Kulinkovych-Levchuk et al., (17) señala que la fragilidad inducida en la gutapercha a concentraciones

elevadas plantea un dilema clínico: mientras facilita la remoción, podría aumentar el riesgo de fragmentación no controlada en conductos curvos o estrechos. Esto subraya la necesidad de ajustar protocolos según la anatomía radicular, combinando el uso del solvente con técnicas de instrumentación conservadoras.

La estabilidad estructural observada al 50% y 75% sugiere que concentraciones intermedias podrían ser útiles en casos que requieran una disolución parcial, como en la apertura coronaria inicial. No obstante, para retratamientos completos, el 100% demostró superioridad al garantizar una degradación homogénea, respaldando su selección como concentración óptima en contextos clínicos estandarizados. Carvalho et al. (8) sostienen que este resultado coincide con trabajos previos que destacan la eficacia de formulaciones puras en la disolución de materiales termoplásticos.

Desde una perspectiva de seguridad, Ajina et al. (7) y Cuenca-León et al. (10) afirman que la baja citotoxicidad reportada para el aceite de naranja lo posiciona como una alternativa viable frente a solventes orgánicos como el cloroformo, asociado a potencial carcinogénico. Además, Cadena-Viteri et al. (11) refiere que su origen natural y biocompatibilidad se alinean con las tendencias actuales hacia terapias menos invasivas y más sostenibles.

Si bien este estudio *in vitro* ofrece datos valiosos bajo condiciones controladas, su traslado a la práctica clínica requiere considerar variables como la interacción con tejidos perirradiculares, la presencia de biofilm residual y la dinámica de temperatura en conductos humanos. Futuras investigaciones como las de Chunlian Li et al. (18) deberían evaluar la eficacia del aceite en combinación con técnicas de activación ultrasónica o láser, que podrían potenciar su penetración en zonas apicales. Además, estudios de citotoxicidad a largo plazo y ensayos clínicos aleatorizados son esenciales para validar su seguridad *in vivo*. El aceite esencial de *Citrus sinensis*, particularmente en concentración al 100%, emerge como una

herramienta prometedora en endodoncia, combinando eficacia solvente, perfil de seguridad y acción antimicrobiana. Su integración en protocolos de retratamiento podría reducir la dependencia de solventes tóxicos, optimizando los resultados clínicos y alineándose con los principios de la odontología mínimamente invasiva.

## **5. Conclusión:**

El presente estudio permitió analizar la eficacia del aceite esencial de cáscara de naranja en diferentes concentraciones para disolver la gutapercha, así como evaluar los cambios físicos-estructurales asociados a su acción, con el fin de optimizar técnicas de desobturación y limpieza de conductos radiculares. Los resultados demostraron que la eficacia del aceite está directamente relacionada con su concentración: a concentraciones bajas (25-50%), el efecto se limita a un reblandecimiento superficial de la gutapercha, mientras que concentraciones elevadas (75-100%) promueven una disolución homogénea y completa del material, facilitando su remoción. Esto sugiere que ajustar la concentración según las necesidades clínicas es clave para abordar retratamientos endodónticos desafiantes.

Respecto a los cambios físicos y estructurales, el aceite indujo una degradación progresiva de la matriz polimérica de la gutapercha, evidenciada por microgrietas, pérdida de cohesión y reducción de la resistencia mecánica. Estas alteraciones permitieron una fragmentación controlada del material durante la manipulación, sin generar residuos adhesivos ni afectar su estabilidad cromática. Este fenómeno confirma que el aceite no solo actúa superficialmente, sino que penetra y debilita la estructura interna de la gutapercha, lo que resulta fundamental para garantizar una eliminación integral en retratamientos.

Los hallazgos posicionan al aceite esencial de cáscara de naranja como una alternativa biocompatible y segura frente a solventes convencionales como el cloroformo, cuyos riesgos toxicológicos limitan su uso clínico. No obstante, su implementación requiere estudios

adicionales para validar su eficacia en condiciones reales (humedad, interacción con cementos selladores, tejidos periapicales) y estandarizar protocolos de aplicación. La optimización de estos aspectos podría consolidar su rol en endodoncia regenerativa, ofreciendo una solución accesible, eficiente y sostenible para mejorar los estándares de calidad en la práctica clínica actual.

## **6. Referencias:**

1. Vishwanath V, Rao HM. Gutta-percha in endodontics - A comprehensive review of material science. *J Conserv Dent*. 2019; 22(3): p. 216-222.
2. Kowalski J, Rygas J, Homa K, Dobrzynski W. Antibacterial Activity of Endodontic Gutta-Percha—A Systematic Review. *Applied Sciences*. 2023; 14(1): p. 388.
3. García JM, Barba MB, García MGC, Ruíz VG, García AG. Comparación de desinfección de diferentes marcas de punta de gutapercha con hipoclorito de sodio. *Revista ADM Órgano Oficial de la Asociación Dental Mexicana*. 2020; 77(4): p. 185-190.
4. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Journal section: Oral Medicine and Pathology*. 2019; 24(3): p. 364-372.
5. Jang YE, Kim Y, Kim SY, Kim BS. Predicting early endodontic treatment failure following primary root canal treatment. *BMC Oral Health*. 2024; 24(1): p. 327-337.
6. Bayas JAQ, Soria MTN, Mancero OVC. Eficacia del aceite de naranja en la desobstrucción de la gutapercha en los retratamientos de conductos. *RECIMUNDO*. 2020; 4(4): p. 392–402.
7. Ajina MA, Shah PK, Chong PS. Critical analysis of research methods and experimental models to study removal of root filling materials. *Int Endod J*. 2022; 55(1): p. 119-152.
8. Carvalho CS, Pinto MS, Batista SF, Quelemes PV, Falcão CA, Ferraz MA. Decontamination of Gutta-percha Cones employed in Endodontics. *Acta Odontol Latinoam*. 2020; 33(1): p. 45-49.
9. Gonzales PJS, Iberico MAC. Estudio in vitro del efecto de tres solventes comerciales sobre conos de gutapercha utilizados para técnica en frío y termoplastificada. *Rev Cient Odontol (Lima)*. 2022; 10(2): p. 104-109.

10. Cuenca-León K, Pacheco-Quito EM, Granda-Granda Y, Vélez-León E, Zarzuelo-Castañeda A. Phytotherapy: A Solution to Decrease Antifungal Resistance in the Dental Field. 2022; 12(6): p. 789-805.
11. Cadena-Viteri C, Lima-Illescas M, Pacheco-Quito EM, Balseca-Ibarra MC, Sacoto-Figueroa F, Cuenca-León K. Inhibitory effect of the essential oil of *Schinus molle* L. against pathogens causing periodontal disease. *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.* 2024; 53(2): p. 414-429.
12. Ferreira I, Lopes C, Rodrigues MS, Rodrigues PV, Castro C, Braga AC, et al. Funcionalización de superficies de gutapercha con tratamientos de plasma de argón y oxígeno para mejorar la adhesividad. *Sci Rep.* 2023; 13(1): p. 12303.
13. Galiana MB, Gualdoni GM, Langhe CLD, Montiel NB, Pelaez A. Revisión de desobturación de gutapercha con limas manuales, xilol y Reciproc. *Odontostomatología.* 2018; 20(32): p. 12-23.
14. Barría-Rojas E, Maldonado-Urbe J, Rosas-Méndez C, Hernández-Vigueras S. Efectividad de las Técnicas de Retratamiento Endodóntico en la Remoción de ementos Biocerámicos como Material de Obturación Radicular: Revisión Sistemática. *Int. J. Odontostomat.* 2023; 17(1): p. 46-54.
15. Labarta AB, Portigliatti RP, Rodríguez PP, Serón D, C, Coloma D, et al. Efectividad de Tres Métodos de Desobturación Sobre Modelos Réplica. *Revista De La Facultad De Odontología De La Universidad De Buenos Aires.* 2023; 38(88): p. 25–33.
16. Yang W, Han J, Wang Y, Li F, Du Q. Effect evaluation of different methods for removal of root canal filling materials. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2022; 40(6): p. 685-689.
17. Kulinkovych-Levchuk K, Pecci-Lloret MP, Castelo-Baz P, Pecci-Lloret MR, Oñate-Sánchez RE. Guided Endodontics: A Literature Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022; 19(21): p. 13900.
18. Chunlian Li 1 QC1XW1ZT, Huang S, Wei C, Zhang W, Chen Z, Zhang L, et al. Variation in Compositions and Biological Activities of Essential Oils from Four Citrus Species: *Citrus limon*, *Citrus sinensis*, *Citrus paradisi*, and *Citrus reticulata*. *Chem Biodivers.* 2022; 19(4): p. e202100910.
19. Youcef-Ettoumi K, Zouambia Y, Moulai-Mostefa N. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of Algerian *Citrus sinensis* essential oil extracted by hydrodistillation assisted by electromagnetic induction heating. *J Food Sci Technol.* 2021; 58(8): p. 3049-3055.
20. Ozden I, Özden ME, Ovecoglu HS. Impact of Solvent Properties of Cold-Pressed and Steam-Distilled Orange Oils on GuttaFlow2 and Gutta-Percha. *Cureus.* 2024; 16(8): p. e68261.

21. Frisch E, Clavier L, Belhamdi A, Vrana NE, Lavalle P, Frisch B, et al. Preclinical in vitro evaluation of implantable materials: conventional approaches, new models and future directions. *Front Bioeng Biotechnol.* ; 11:1193204.