



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**ESTOMATOLOGÍA**

COMPARACIÓN DE DOS DISPOSITIVOS DE ACTIVACIÓN DE  
IRRIGANTES EN LA REMOCIÓN DEL SMEAR LAYER EN PRIMERAS  
PREMOLARES INFERIORES: UN ESTUDIO IN VITRO

COMPARISON OF TWO IRRIGANTIC ACTIVATION DEVICES FOR  
SMEAR LAYER REMOVAL IN MANDIBOR FIRST PREMOLARS: AN IN  
VITRO STUDY

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ENDODONCIA

AUTOR

ROSARIO SHERLY ARAUJO REYES

ASESOR

CESAR DAVID ROJAS SENADOR

LIMA – PERÚ

2025



**ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO**

Mg. Esp. Cesar David Rojas Senador

Departamento Académico de Odontología Social

ORCID: 0009-0002-6763-9370

Fecha de aprobación: 12 de setiembre de 2025

Calificación: Aprobado

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía y fortaleza, y a mis padres, cuyo amor, apoyo y sacrificio incondicional han sido pilares fundamentales en el logro de cada meta a lo largo de mi formación profesional; asimismo, a mis hermanas Flora y Rosalina, por impulsarme siempre a crecer como persona y como profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad Peruana Cayetano Heredia y a cada uno de sus docentes por las valiosas enseñanzas impartidas y por el compromiso demostrado a lo largo de mi formación en la especialidad – residencia.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

El autor declara no tener ningún conflicto de interés.

# DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El egresado(a):

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	ARAUJO REYES ROSARIO SHERLY

Perteneciente al programa de **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ENDODONCIA**, autor del trabajo titulado: **COMPARACIÓN DE DOS DISPOSITIVOS DE ACTIVACIÓN DE IRRIGANTES EN LA REMOCIÓN DEL SMEAR LAYER EN PRIMERAS PREMOLARES INFERIORES: UN ESTUDIO IN VITRO**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ENDODONCIA** bajo la modalidad de **TRABAJO ACADÉMICO**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	ROJAS SENADOR CESAR DAVID	Estomatología	Asesor

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **15%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid:::1:3344862354**; fecha de entrega: **19-09-2025**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 19 de septiembre del 2025**



Firma del asesor  
N° DNI: 70476797  
ORCID: 0009-0002-6763-9370



## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Objetivos	3
III. Materiales y métodos	4
IV. Resultados esperados	10
V. Conclusiones	12
VI. Referencias bibliográficas	13
VII. Presupuesto y cronograma	16
Anexos	

## RESUMEN

**Introducción:** La terapia endodóntica requiere un desbridamiento eficaz del sistema de conductos radiculares, para lo cual la activación ultrasónica se constituye como una técnica avanzada que emplea energía de alta frecuencia (25–30 kHz) con el fin de inducir el movimiento de las soluciones irrigantes dentro del conducto, optimizando su distribución, mejorando la desinfección y favoreciendo de manera significativa la eliminación de la capa de smear layer. **Objetivo:** Comparar los sistemas Endo y Actor I Pro en la remoción del smear layer en conductos radiculares de primeros premolares inferiores bajo condiciones controladas. **Materiales y Métodos:** La muestra estará constituida por primeros premolares inferiores humanos extraídos por motivos ortodónticos en el Servicio de Cirugía Bucal y Maxilofacial del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Las variables de estudio serán el sistema de activación y la remoción de smear layer. Para el análisis de los datos se aplicará un enfoque bivariado mediante pruebas de t de Student y ANOVA de una vía, o sus equivalentes no paramétricos cuando corresponda, empleando el software estadístico StataNow 19 SE, con un nivel de confianza del 95% y significancia estadística establecida en  $p < 0.05$ . **Conclusiones:** Este estudio evidenciará que ambos sistemas de activación ultrasónica, el Actor I Pro y el Endo 3, son efectivos para la remoción del smear layer, aunque con perfiles de desempeño distintos. Los resultados esperados sugieren que la selección del dispositivo podría basarse en las particularidades anatómicas del caso clínico.

**Palabras clave:** Barro dentinario, Ultrasonido, premolares

## ABSTRACT

**Introduction:** Endodontic therapy requires effective debridement of the root canal system, for which ultrasonic activation is an advanced technique that uses high frequency energy (25–30 kHz) to induce the movement of irrigating solutions within the canal, optimizing its distribution, improving disinfection and significantly favoring the elimination of the smear layer. **Objective:** To compare the Endo and Actor I Pro systems in the removal of smear layer in root canals of lower first premolars under controlled conditions. **Materials and Methods:** The sample will consist of human lower first premolars extracted for orthodontic reasons in the Oral and Maxillofacial Surgery Service of the Teaching Dental Center of the Peruvian University Cayetano Heredia. The study variables will be the activation system and the removal of smear layer. For data analysis, a bivariate approach was applied using Student's t-tests and one-way ANOVA, or their nonparametric equivalents when appropriate, using StataNow 19 SE statistical software, with a 95% confidence level and statistical significance set at  $p < 0.05$ . **Conclusions:** This study demonstrates that both ultrasonic activation systems, the Actor I Pro and the Endo 3, are effective for smear layer removal, albeit with different performance profiles. The expected results suggest that device selection could be based on the anatomical characteristics of the clinical case.

**Keywords:** Smear layer, Ultrasound, Premolar

## I. INTRODUCCIÓN

La terapia endodóntica requiere un desbridamiento eficaz del sistema de conductos radiculares, donde la instrumentación genera barrillo dentinario o smear layer que limita la acción de los irrigantes y compromete el sellado. Su eliminación es fundamental, ya que mejora la permeabilidad dentinaria y potencia la eficacia antimicrobiana. El hipoclorito de sodio (NaOCl) se emplea por su capacidad de disolver tejido orgánico y ejercer acción antibacteriana, mientras que el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) remueve componentes inorgánicos. Sin embargo, la eficacia del NaOCl disminuye en conductos laterales, accesorios y en el tercio apical, lo que justifica el uso de dispositivos de activación ultrasónica. Estos, mediante cavitación y microstreaming acústico, optimizan la penetración de los irrigantes, favorecen la eliminación del smear layer y aumentan la predictibilidad del tratamiento endodóntico (1-3).

La activación ultrasónica es una técnica que utiliza energía de alta frecuencia (25–30 kHz) para inducir el movimiento de las soluciones irrigantes dentro del sistema de conductos radiculares, lo que optimiza la desinfección y favorece la eliminación de la capa de smear layer. Entre los dispositivos habitualmente empleados, el Actor I Pro (Fanta Dental Materials Co., Shanghai, China) genera vibraciones ultrasónicas que mejoran la penetración de los irrigantes en zonas de difícil acceso, como conductos laterales, accesorios y el tercio apical, incrementando la eficacia en la limpieza. De manera similar, el Endo 3 (Woodpecker, Guilin, China), un dispositivo ergonómico e inalámbrico, activa la irrigación mediante un sistema de control automático de vibración, lo que potencia de forma segura la acción de los

irrigantes en el desbridamiento y la desinfección del sistema de conductos radiculares (4,5).

La eliminación del smear layer es crucial para el éxito de la terapia endodóntica, ya que favorece la desinfección y la obturación tridimensional del sistema de conductos. Si bien la irrigación convencional es ineficaz, la activación de los irrigantes se ha establecido como un paso fundamental para superar esta limitación. Entre los dispositivos disponibles, el sistema Endo 3 y el Actor I Pro son de uso habitual, sin embargo, existe la evidencia comparativa directa entre ambos es limitada. El presente estudio busca llenar ese vacío y proporcionar datos científicos robustos que ayudarán al clínico a tomar decisiones fundamentadas para seleccionar la técnica de activación más eficaz, optimizando así el protocolo de irrigación final. En ese sentido, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Existe diferencia entre los sistemas Endo 3 y Actor I Pro, en la remoción del smear layer en conductos radiculares de primeros premolares inferiores bajo condiciones controladas?

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Comparar los sistemas Endo y Actor I Pro en la remoción del smear layer en conductos radiculares de primeros premolares inferiores bajo condiciones controladas.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar la presencia de smear layer en los conductos luego de la irrigación final con cada uno de los dispositivos de activación.
2. Evaluar la presencia de smear layer en los conductos luego de la irrigación final con cada uno de los dispositivos de activación, según tercio radicular.
3. Comparar la remoción de smear layer obtenida con cada uno de los dispositivos de activación.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Tipo de estudio**

In vitro.

#### **Población**

La población de este estudio estará conformada por todos los primeros premolares inferiores humanos disponibles que fueron extraídos por motivos ortodónticos en el Servicio de Cirugía Bucal y Maxilofacial del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CDD-UPCH), en el año 2025.

#### **Muestra**

El tamaño muestral se considerará de acuerdo con lo descrito por Wigler R et al. (6), se conformarán dos grupos con 15 primeros premolares inferiores humanos cada uno: Grupo 1: Activación de irrigante con sistema Endo 3 (Woodpecker, Guilin, China) y Grupo 2: Activación de irrigante con sistema Actor I Pro (Fanta Dental Materials Co., Shanghai, China). La selección de la muestra se realizará mediante un muestreo probabilístico aleatorio.

#### **Criterios de selección**

#### **Criterios de inclusión**

Para ser considerado en el estudio, cada primer premolar mandibular deberá cumplir con todas las siguientes condiciones (7,8):

- Raíces completamente formadas con ápices cerrados, y sin fracturas o fisuras visibles macroscópicamente.

- Presencia de un solo conducto radicular, confirmado mediante radiografías preoperatorias en las vistas mesiodistal y vestibulolingual (clasificación Vertucci Tipo I).
- Conductos rectos o con una curvatura mínima, definida como un ángulo igual o menor a 10° según el método de Schneider.
- Longitud de raíz mínima de 14 mm desde el ápice hasta la unión amelocementaria.

### **Criterios de exclusión**

Los primeros premolares mandibulares serán excluidos del estudio si presentan una o más de las siguientes características (7):

Presencia de caries extensas que comprometieran la integridad de la cámara pulpar o las paredes radiculares.

- Evidencia de tratamiento endodóntico previo.
- Evidencia de procedimientos restauradores que involucraran la cámara pulpar.
- Resorciones radiculares internas o externas detectadas radiográfica o visualmente, o calcificaciones pulpares que obstruyeran el acceso al conducto.
- Conductos con anatomía compleja no detectable inicialmente, descubiertos durante el proceso de acceso o instrumentación.
- Fractura longitudinal o perforación durante las fases de manipulación, acceso o instrumentación.

### **Definición de variables**

Se considerará las siguientes variables: sistema de activación y remoción de smear layer. Asimismo, se incluirá la covariable: tercio radicular y sus categorías tercio cervical, medio y apical (Anexo 1).

### **Técnicas y procedimientos**

En el inicio del estudio, se gestionará la donación de primeras premolares inferiores a través del Servicio de Cirugía Bucal y Maxilofacial del CDD-UPCH.

Dichas piezas dentarias serán obtenidas tras su extracción por indicación ortodóntica, Y solo se considerarán como disponibles, aquellas que, mediante la firma del consentimiento informado por parte de los pacientes, previo al procedimiento de exodoncia, cuenten con autorización expresa para ser utilizadas en investigaciones.

Los especímenes serán sometidos a un proceso de limpieza inicial mediante inmersión en una solución de NaOCl al 1% (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EE.UU.) y eliminación mecánica de tejidos adheridos con curetas periodontales; posteriormente, se almacenarán en una solución de cloruro de sodio al 0.9% (B. Braun Medical S.A., Melsungen, Alemania). Hasta el inicio del estudio, con el propósito de preservar sus condiciones biológicas y estructurales (9,11).

### **Estandarización de muestra:**

En los especímenes que cumplan con los criterios de selección, se realizará la apertura cameral utilizando una fresa esférica de carburo de tungsteno de tamaño mediano, seguida de la permeabilización del conducto radicular mediante el uso secuencial de limas K-file N°10 y N°15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza),

con el fin de establecer la permeabilidad inicial y garantizar el acceso adecuado al sistema de conductos (11,12).

Se utilizará 2.5 ml de NaOCL al 2.5%, entre el uso de cada instrumento, utilizando el método de irrigación convencional.

La determinación de la longitud de trabajo se efectuará en todas las piezas dentarias, los especímenes serán distribuidos en dos grupos y fijados en silicona pesada, con el fin de simular condiciones clínicas, facilitar la manipulación durante la instrumentación y evitar la extravasación del irrigante. Una vez fraguada la base de silicona con los dientes incorporados, cada espécimen será identificado mediante marcas individuales que permitirán asignarlo al grupo correspondiente (12).

La instrumentación se realizará con limas Reciproc® Blue (VDW GmbH, Múnich, Alemania) 25 y 40 en longitud de trabajo, utilizando el NaOCL al 2.5% con 2.5ml entre cada preparación. La irrigación final se realizará según el protocolo de Van der Sluis (10).

Tanto para el Grupo 1 (Activador Endo 3 - Woodpecker / NaOCl 2.5%), como para el Grupo 2 (Actor I Pro – Fanta Dental Materials / NaOCl 2.5%), el procedimiento se desarrollará de la siguiente manera:

La activación se realizará utilizando NaOCl al 2,5% con un volumen de 2,5 ml, aplicado a 1 mm por debajo de la longitud de trabajo en tres series de 20 segundos cada una. De manera similar, se empleará ácido EDTA al 17% (Produits Dentaires SA, Vevey, Suiza), con un volumen de 1 ml, también a 1 mm de la longitud de trabajo y en tres series de 20 segundos. Una vez completados ambos protocolos de activación, se efectuará un lavado final con 20 ml de solución salina al 0,9%,

mediante flujo y reflujo utilizando jeringa y aguja hipodérmica calibre 27 Nipro © (Nipro Corporation, Osaka, Japón), tras finalizar las 3 series, se realizará el lavado con suero fisiológico al 0.9% con 20 ml a flujo y reflujo usando jeringa y aguja hipodérmica de calibre 27 (Nipro©), para remover los residuos de irrigantes y asegurar la neutralización de sus efectos.

Las muestras serán retiradas, colocando previamente una torunda de algodón en la entrada del conducto radicular. Posteriormente, se efectuará un corte en sentido vestibulo-lingual mediante un disco de carburo acoplado a un micromotor de baja velocidad, procurando no seccionar completamente la pieza dentaria, sino hasta alcanzar un nivel próximo a la separación. Con la ayuda de una hoja de bisturí N.º13, se aplicará una ligera tracción para dividir el diente en dos mitades simétricas, asegurando una exposición adecuada de las superficies internas y evitando que el polvo generado por el disco contamine las muestras (13,15).

Se seleccionará la porción que presente menores defectos de corte y, a continuación, las muestras serán sometidas a un proceso de deshidratación mediante concentraciones crecientes de alcohol etílico, finalizando con su introducción en el liofilizador. Posteriormente, se procederá al recubrimiento con una fina capa de oro y las muestras serán evaluadas mediante un microscopio electrónico de barrido (MEB, JEOL Ltd., Tokio, Japón), con el fin de obtener una caracterización detallada de la superficie dentinaria (16,17).

Se recogerán los datos según corresponda, utilizando una Ficha de recolección de datos (Anexo 2), para organizar posteriormente una base de datos utilizando el software Microsoft Excel 365, a partir de la cual procederá con el análisis estadístico correspondiente.

### **Plan de análisis**

Se realizará un análisis descriptivo de la variable remoción de smear layer en función del sistema de activación y el tercio radicular. Asimismo, se ejecutará un análisis bivariado mediante las pruebas de t de student y ANOVA de una vía, o sus alternativas no paramétricas, según corresponda. Se empleará el software estadístico StataNow 19 SE, considerando un nivel de confianza de 95% y  $p < 0.05$ .

### **Consideraciones éticas**

El presente estudio requerirá de aprobación inicial de la Unidad Integrada de Gestión de Investigación, Ciencia y Tecnología de las Facultades de Medicina, de Estomatología y de Enfermería de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UIGICT-UPCH). Tras ello se solicitará la aprobación del protocolo al Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIEI-UPCH).

#### **IV. RESULTADOS ESPERADOS**

Desde una perspectiva teórica, se anticipa que este estudio delineará los distintos mecanismos de acción entre ambas tecnologías ultrasónicas. Para el dispositivo Actor I Pro, cuyas vibraciones están específicamente diseñadas para mejorar la penetración en zonas complejas, la expectativa es observar una remoción eficaz del smear layer en la región apical, atribuible a una potente propagación de energía. En paralelo, para el sistema Endo 3, cuyo principio de funcionamiento se basa en un control automático de vibración que prioriza la seguridad y la ergonomía, se proyecta una performance destacada en el desbridamiento general de las paredes dentinarias principales, gracias a una activación estable y consistente del irrigante. Este contraste enriquecerá el entendimiento sobre cómo las distintas filosofías de diseño ultrasónico impactan en la dinámica intracanal del irrigante.

En el ámbito clínico, los hallazgos pretenden servir como una guía práctica para la selección de tecnología de activación. La proyección clínica sugiere que el Actor I Pro podría demostrar un rendimiento superior en la limpieza de la intrincada anatomía apical y de los conductos accesorios, lo que se traduciría en una desinfección más exhaustiva en casos con complejidad anatómica elevada. Por otro lado, el Endo 3, siendo un dispositivo inalámbrico y de operación automatizada, se espera que ofrezca una eficacia confiable y un manejo simplificado durante el protocolo de irrigación final, facilitando una limpieza reproducible en la porción media y cervical del conducto. Se prevé que estos resultados orientarán a los clínicos hacia la elección del equipo más adecuado según las necesidades específicas de cada caso clínico.

Metodológicamente, el presente estudio in vitro en primeros premolares inferiores permitirá una evaluación controlada y directa de la capacidad de ambos sistemas. El análisis mediante microscopía electrónica de barrido, segmentado por tercios radiculares, proporcionará evidencia visual detallada y comparable sobre la permeabilidad dentinaria resultante tras el uso de cada dispositivo. Esta evaluación minuciosa por segmentos será crucial para identificar patrones de limpieza específicos, asociando el desempeño observado con las características propias de cada equipo.

## **V. CONCLUSIONES**

El presente estudio evidenciará que ambos sistemas de activación ultrasónica, el Actor I Pro y el Endo 3, son efectivos para la remoción del smear layer, aunque con perfiles de desempeño distintos. Los resultados esperados sugieren que la selección del dispositivo podría basarse en las particularidades anatómicas del caso clínico, priorizando el Actor I Pro para una limpieza apical más exhaustiva y el Endo 3 para un protocolo de irrigación generalizado y de manejo simplificado. Esta investigación contribuirá con evidencia comparativa para optimizar la fase de irrigación en el tratamiento endodóntico.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jayakumaar A, Ganesh A, Kalaiselvam R. Evaluación de la eliminación de residuos y capa de barrillo con Xp-Endo Finisher: Un estudio microscópico electrónico de barrido. *Rev. India de Investigación Dental*. 2019;30(3):420-423.
2. Andrabi S, Kumar A, Mishra S, Tewari R, Alam Sh, Siddiqui Sh. Elect of manual dynamic activation on smear layer removal efficacy of ethylenediaminetetraacetic acid and SmearClear: An in vitro scanning electron microscopic study. *Aust Endod J*. 2013; 39: 131 - 36.
3. Priyatam K, Rutuja Ch, Suvarna P. Eficiencia de diferentes sistemas de irrigación y activación endodóncica en la eliminación de la capa de barrillo: un estudio de microscopía electrónica de barrido. *Int Endod J*. 2017;12(1):414-418.
4. Ali A, Bhosale A, Pawar S, Kakti A. Current Trends in Root Canal Irrigation. *Cureus*.2022;14(5):248.
5. Alves F, Marceliano M, Sousa J. Removal of Root Canal Fillings in Curved Canals Using Either Reciprocating Singleor Rotary Multi-instrument Systems and a Supplementary Step with the XP-Endo Finisher. *J Endod*. 2016; 42 (7): 114-9.
6. Wigler R, Srour Y, Wilchfort Y, Metzger Z, Kfir A. Debris and Smear Layer Removal in Curved Root Canals: A Comparative Study of Ultrasonic and Sonic Irrigant Activation Techniques. *Dent J (Basel)*. 2024;12(3):51.
7. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1971 Aug;32(2):271-5.

8. Berman L, Hargreaves K, Cohen. Vías de la pulpa. 12a ed. Madrid: Elsevier; 2022.
9. Urban K, Donnermeyer D, Schäfer E, Bürklein S. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clin Oral Investig*. 2017;21(9):2681-2687.
10. Van der Sluis L, Versluis M, Wu M. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *J Endod*. 2007;40(6):415-26.
11. Vargas R. Evaluación in vitro de la remoción del barro dentinario utilizando los instrumentos irrigasonic, easy clean, Xp Clean y Xp- Endo finisher utilizando el microscopio electrónico de barrido en premolares inferiores uniradiculares [Tesis De pregrado]. Arequipa: Universidad Católica de Santa María; 2018. Recuperado a partir de: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/5bca1c3c-a631-4344-8500-cde9a583626a>.
12. Ahmad I, Layous K, Alzoubi H. Evaluating the Effectiveness of Different Irrigant Activation Techniques in Removing the Smear Layer and Opening the Dentinal Canals: A Scanning Electron Microscopic Study. *Cureus*. 2023;15(1):339.
13. Wigler R, Herteanu M, Wilchfort Y, Kfir A. Efficacy of Different Irrigant Activation Systems on Debris and Smear Layer Removal: A Scanning Electron Microscopy Evaluation. *Int J Dent*. 2023;20(2):99.
14. Nagendrababu V, Jayaraman J, Suresh A, Kalyanasundaram S, Neelakantan P. Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root canal

- disinfection: a systematic review of in vitro studies. *Clin Oral Investig.* 2018;22(2):655-670.
15. Nielsen B. et al. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod.* 2007;33(3):611–5.
  16. Kuah H, Lui J, Tseng P. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. *J Endod.* 2009;35(3):393-6.
  17. Murray P, Farber R, Namerow K. Evaluation of morinda citrifolia as an endodontic irrigant. *J Endod.* 2008;34(1):66 -70.
  18. Nasher R, Hilgers RD, Gutknecht N. Debris and Smear Layer Removal in Curved Root Canals Using the Dual Wavelength Er,Cr:YSGG/Diode 940 nm Laser and the XP-Endoshaper and Finisher Technique. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2020;38(3):174-180.

## VII. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

### Presupuesto

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Total (S/.)</b>
<b>Salarios</b>			
Asesor del proyecto	1	Trabajado ad honorem	0
Autor del proyecto	1	Trabajado ad honorem	0
<b>Material y equipo</b>			
Dientes pre molares	30	Dientes extraídos	0
Activador ultrasónico Endo 3	1	Woodpecker	1100
Activador Ultrasónico Actor I Pro	1	Fanta	1500
Lima RC BLUE	6	Dentaline	720
Hipoclorito de sodio al 2.5%	1		20
Pieza de mano	1	NSK	350
Fresa redonda de tallo largo	2		15
Explorador endodóntico	1	Maillefer	80
Limas manuales primera serie	3	VDW	135
<b>Movilidad</b>			
Transporte	1	Movilidad	50
<b>TOTAL (S/.)</b>			<b>3970</b>

### Cronograma

<b>Actividades</b>	<b>SETIEMBRE 2025</b>	<b>OCTUBRE 2025</b>	<b>NOVIEMBRE 2025</b>	<b>DICIEMBRE 2025</b>
Presentación del protocolo	X			
Aceptación del protocol	X			
Recojo de datos		X		
Procesamiento de datos		X	X	
Análisis de los resultados			X	
Informe final				X
Envío a revista científica				X

## ANEXOS:

### Anexo 1: Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Valores
Sistema de activación	Son aquellos instrumentos que generan movimientos en efecto vibratorio dentro del conducto radicular que provoca remisión del smear layer.	En el presente estudio se utilizará dos tipos de activadores Actor I Pro y Endo 3.	Cualitativa, Dicotómica	Nominal	1. Activador ultrasónica Actor I Pro (Fanta) 2. Activador ultrasónica Endo 3 (Woodpecker).
Remoción de smear layer	Es el procedimiento orientado a la eliminación de la capa amorfa compuesta por restos orgánicos e inorgánicos (dentina desorganizada, restos pulpares, fibras colágenas, proteínas coaguladas y microorganismos) generada durante la instrumentación mecánica de los conductos radiculares.	En este estudio utilizaremos el índice de Hülsmann, clasificándolo en grados que van desde ausencia de barrillo dentinario hasta presencia abundante que obstruye los túbulos dentinarios.	Cuantitativa Discreta	De razón	Valores enteros del 1 al 5, que presentan los puntajes del índice de Hülsmann.
Tercio radicular	Es la división longitudinal de la raíz dentaria en tres segmentos equivalentes: cervical, medio y apical. Esta clasificación anatómica permite una descripción estandarizada de la localización y extensión de procedimientos clínicos o hallazgos histológicos.	Es la división de la longitud total del conducto radicular en tres segmentos iguales, medidos desde la unión amelocementaria hasta el foramen apical.	Cuantitativo	Nominal	1. Tercio cervical 2. Tercio medio 3. Tercio apical

## Anexo 2: Ficha de recolección de datos

				Tercio cervical	Tercio medio	tercio apical
Sistema de activación	Activador ultrasónica Actor I Pro	Restos/debris	1: pared casi limpia			
			2: pocos agregados de detritos			
			3: números agregados que cubren <50% de la pared			
			4: >50 % de la pared cubierta por detritos			
			5: pared casi totalmente cubierta por detritos			
		Barro barro	1: ausencia de barrillo, túbulos dentinarios abiertos y visibles			
			2: ligera capa, muchos túbulos aún abiertos			
			3: capa homogénea que cubre la pared, solo algunos túbulos dentinarios			
			4: capa homogénea que cubre completamente la pared, túbulos dentinarios no visibles			
			5: capa espesa y compacta que oblitera completamente la superficie			
	Activador ultrasónica Endo 3	Restos/debris	1: pared casi limpia			
			2: pocos agregados de detritos			
			3: números agregados que cubren <50% de la pared			
			4: >50 % de la pared cubierta por detritos			
			5: pared casi totalmente cubierta por detritos			
		Barro barro	1: ausencia de barrillo, túbulos dentinarios abiertos y visibles			
			2: ligera capa, muchos túbulos aún abiertos			
			3: capa homogénea que cubre la pared, solo algunos túbulos dentinarios			
			4: capa homogénea que cubre completamente la pared, túbulos dentinarios no visibles			
			5: capa espesa y compacta que oblitera completamente la superficie			