



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

**EFFECTO DE DIFERENTES SELLADORES DE CONDUCTOS
RADICULARES EN LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE DIENTES
TRATADOS ENDODÓNTICAMENTE: ESTUDIO IN VITRO**

EFFECT OF DIFFERENT ROOT CANAL SEALERS ON THE FRACTURE
RESISTANCE OF ENDODONTICALLY TREATED TEETH: AN IN VITRO
STUDY.

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD
PROFESIONAL EN ENDODONCIA**

AUTOR:

CD. FLOR LILIANA TABOADA BARRAGAN

ASESOR:

ESP. PIERRE ALFREDO MEJIA ROJAS

LIMA - PERÚ

2024

JURADO

Presidente: Esp. Zulema Velasquez Huaman

Vocal: Esp. Margarita Vega Yslachin

Secretario: Esp. Manuel Fernando Cordova Malca

Fecha de sustentación: 09 de enero de 2024

Calificación: Aprobado

ASESOR DE TESIS:

CD. Esp. Pierre Alfredo Mejia Rojas

Departamento Académico de clínica del adulto

ORCID: 0009-0007-9650-6063

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi madre, quien ha sido mi mayor ejemplo de lucha y perseverancia. Así mismo, a mi hermana y padrinos por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por las innumerables bendiciones y fortaleza que me ha brindado a lo largo de este camino, a mi familia por todo el amor otorgado y a mis docentes, por su paciencia y dedicación durante esta etapa de mi vida, en especial al Dr. Fernando Cordova y la Dra. Shirley Granados.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Fondo de Apoyo a la Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

El autor declara no tener conflicto de interés

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

EFFECTO DE DIFERENTES SELLADORES DE CONDUCTOS RADICULARES EN LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE DIENTES TRATADOS ENDODÓNICAMENTE: ESTUDIO IN VITRO

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	10%	2%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	3%
3	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
5	www.colgateprofesional.com.mx Fuente de Internet	<1%
6	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Ajman University of Science and Technology Trabajo del estudiante	<1%
8	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
I. Introducción	1
II. Objetivos	4
III. Materiales y métodos	5
IV. Resultados	11
IV. Discusión	12
VI. Conclusión	17
VII. Referencias bibliográficas	18
VIII. Tablas, Gráficos y Figuras	23
ANEXOS	28

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

RF: Resistencia a la fractura

MPa: Megapascal

GPa: Gigapascal

HTL: Laboratorio de investigación High Technology Laboratory Certificate

CIE -UPCH: Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad
Peruana Cayetano Heredia

RVG: Radiovisiografía, sensor digital intraoral.

N: Newton

LT: Longitud de trabajo

RESUMEN

Antecedentes: Los dientes con tratamiento de conductos presentan debilidad después de la preparación biomecánica, por ello se busca que el sellador pueda mejorar a reducir esa debilidad. **Objetivo:** Comparar el efecto de diferentes selladores de conductos radiculares en la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente. **Métodos y Materiales:** Se usaron 60 premolares extraídos y preparados con limas Protaper Next, divididas en 4 grupos y tres grupos fueron obturados con diferentes selladores de conductos: Grupo control negativo, Grupo I (Bio C sealer®), Grupo II (Obturys), Grupo III (Sealer 26), posterior a ello fueron sometidos a fuerzas verticales por una máquina universal y se registró los datos. **Resultados:** Se encontró que la RF varió en los diferentes grupos, con el Grupo I (Bio C sealer®) exhibiendo la fuerza de fractura más alta, mientras que el Grupo II (Obturys) la más baja. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($P > 0,05$). **Conclusión:** El sellador de conductos a base de biocerámico presento una mejor resistencia a la fractura en dientes premolares inferiores tratados endodónticamente a comparación del sellador a base de resina epóxica y de hidróxido de calcio con resina epóxica, sin presentar una diferencia estadísticamente significativa.

Palabras claves: Fracturas de los Dientes, Cemento de Silicato, Tratamiento del Conducto Radicular (DeCS).

ABSTRACT

Background: Teeth with root canal treatment present weakness after biomechanical preparation, therefore it is sought that the sealer can improve to reduce this weakness. **Objective:** To compare the effect of different root canal sealers on the resistance to fracture of endodontically treated teeth. **Methods and Materials:** 60 premolars extracted and prepared with Protaper Next files were divided into 4 groups and three groups were obturated with different root canal sealers: Negative control group, Group I (Bio C sealer®), Group II (Obturys), Group III (Sealer 26), after which they were subjected to vertical forces by a universal machine and the data was recorded. **Results:** It was found that RF varied in the different groups, with Group I (Bio C sealer®) exhibiting the highest fracture strength, while Group II (Obturys) the lowest. However, no statistically significant differences were found between groups ($P > 0.05$). **Conclusion:** The bioceramic-based canal sealer showed better fracture resistance in endodontically treated lower premolar teeth compared to the epoxy resin-based sealer and calcium hydroxide with epoxy resin sealer, with no statistically significant difference.

Key words: Tooth fractures, Silicate Cement, Root Canal Therapy (DeCS).

I. INTRODUCCIÓN

Las fracturas radiculares constituyen una de las principales razones que llevan a la extracción dental, con una prevalencia que oscila entre el 2 % y el 20 %. Por lo tanto, se posicionan como la tercera causa más común de exodoncia, superadas únicamente por la caries dental y la enfermedad periodontal. Cabe destacar que el 94% de estas fracturas se identifican en piezas dentales que previamente han sido sometidas a tratamientos de conductos (1,2).

Durante el tratamiento de conductos, diversos factores contribuyen en la disminución de la resistencia a la fractura (RF) en la pieza dental tratada. Entre ellos, la deshidratación de la dentina y la presión aplicada durante la preparación biomecánica y obturación, este conjunto de condiciones incrementa significativamente la probabilidad de fractura dental (3). Almohaimede *et al.*, demuestran en su investigación que un diente que no ha sido sometido a tratamiento de conducto presenta una mayor RF ($913,91 \pm 187,3$ N) a diferencia de un diente que ha sido sometido a tratamiento de conducto ($732,86 \pm 290$ N) (4).

Uno de los objetivos en el tratamiento de conductos es buscar que las estructuras dentales remanentes no queden débiles después de la preparación química y mecánica (5,6), por ello se busca reforzar la estructura dental remanente de modo que aumente la RF del diente tratado endodónticamente a través del material de

obtención y evaluar si presenta una capacidad adicional de fortalecer la raíz y prevenir posibles fracturas (7,8).

En la actualidad, el material de obturación del conducto radicular más utilizado es la gutapercha, pero su bajo módulo de elasticidad (10.74 MPa) es menor al de la dentina (18 – 18,6 GPa) por lo que no presenta capacidad para reforzar las raíces después del tratamiento de conductos; por ello se usa junto a un sellador de conductos que cuenta con la capacidad de adherirse a la dentina radicular mediante un entrelazado micro mecánico debido a la penetración del sellador en los túbulos dentinarios y así crea una interfaz sellador-dentina aumentando la RF (8-11).

Los materiales biocerámicos son utilizados recientemente en endodoncia como sellador de conductos, esto por las propiedades únicas de sus componentes como el silicato de calcio y el fosfato de calcio que son usados para uso dental como también biomédico, pues presentan diferentes características favorables como pH alcalino, radiopacidad, propiedades antibacterianas y biocompatibilidad al no presentar rechazo con los tejidos circundante (12,13). El fosfato de calcio que presentan los biocerámico, mejora las propiedades del fraguado de sus componentes, lo que crea una composición química y una estructura cristalina similar de apatita que se encuentra en los dientes que mejora la unión del sellador a la dentina radicular (14).

Los selladores de conducto a base de resina epóxica son considerados como referencia estándar debido a su estabilidad dimensional a largo plazo, buena

adherencia a la dentina radicular, actividad antimicrobiana, y baja solubilidad, no obstante, causa una respuesta inflamatoria en tejidos perirradiculares (15). Características distintas tienen los selladores a base de hidróxido de calcio por presentar propiedades cicatrizantes que favorecen la inducción de la formación de tejido duro; actividad antibacteriana, y su capacidad para expandirse a través del líquido tisular debido a su absorción de agua en las primeras etapas del fraguado lo que mejora su sellado dentro del conducto radicular (16).

En la actualidad no existe un sellador endodóntico ideal por lo que resulta crucial elegir el que presente propiedades más favorables (17). Patil *et al.*, que evaluaron la RF obteniendo como resultado que las raíces que fueron obturadas con biocerámicos, tenían mayor RF a comparación de las que presentaban otro sellador de conductos (8). Resultados contrarios presentan Dibaji *et al.*, al encontrar que la RF del sellador de resina epóxica fue mayor al de base de biocerámico (7). Ante la diferencia de resultados en los estudios, es importante profundizar la evaluación de la RF de los diferentes selladores de conductos.

El propósito de este estudio es comparar *in vitro* la RF de los dientes tratados endodónticamente tras ser obturados con tres diferentes selladores de conductos (3).

II. OBJETIVOS

Objetivo general:

Comparar el efecto de 3 diferentes selladores de conductos radiculares en la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente.

Objetivos Específicos:

1. Determinar la resistencia a la fractura en Newton de premolares inferiores unirradiculares después de la preparación de conductos que no han sido obturados.
2. Determinar la resistencia a la fractura en Newton de premolares inferiores unirradiculares después de la preparación de conductos y obturados con sellador de conductos Bio C sealer®.
3. Determinar la resistencia a la fractura en Newton de premolares inferiores unirradiculares después de la preparación de conductos y obturados con sellador de conductos Obturys.
4. Determinar la resistencia a la fractura en Newton de premolares inferiores unirradiculares después de la preparación de conductos y obturados con sellador de conductos Sealer 26.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue *in vitro*, experimental, transversal y prospectivo

Se realizó una prueba piloto previa con 03 premolares inferiores unirradiculares por cada grupo de evaluación y con los resultados de la misma se determinó el total de la muestra mediante la fórmula de comparación de medias (ANEXO 1), teniendo como resultado de tamaño muestral final de 12 premolares inferiores unirradiculares como mínimo por cada grupo a evaluar; sin embargo, se utilizó 15 premolares inferiores por grupo de evaluación siguiendo la metodología de Phukan *et al* (18). Consistió en total 60 dientes premolares inferiores unirradiculares.

Se incluyeron premolares inferiores, unirradiculares, cuya longitud radicular sea mayor o igual a 13 mm y que presenten clase I según la clasificación de Zidell (ANEXO 2) (19). Se excluyeron premolares que presentaban reabsorciones radiculares, presencia de fisuras o fracturas, ápices abiertos, lesiones cariosas radiculares, curvaturas moderadas o severas y conductos calcificados.

Las variables utilizadas en la investigación son:

Selladores de conducto: Cemento dental radiopaco utilizado, generalmente en combinación con un material de núcleo sólido o semisólido, para llenar espacios y sellar conductos radiculares durante la obturación (20).

Con definición operacional: Selladores de conductos con distinta composición química (ANEXO 3).

Variable de tipo cualitativo, nominal, politómica que implica 3 selladores de conductos en:

- Bio C sealer ® (Angelus, Brasil), sellador a base de biocerámicos.

- Obturys (Itena, Francia), Sellador a base de resina epóxica.
- Sealer 26 (Dentsply, Ballaigues, Suiza). Sellador a base de Hidróxido de Calcio y de resina epóxica.

Resistencia a la fractura: Capacidad física que tiene un cuerpo de aguantar una fuerza de oposición por un tiempo determinado (21).

Con definición operacional: Fuerza requerida para fracturar las piezas dentales tratadas.

Variable cuantitativa, continua y de razón, cuyo valor fue observado en una máquina universal (LG CMT, Mitutoyo, Corea) y los valores fueron dados en Newtons (N) (ANEXO 3).

Los procedimientos realizados fueron divididos en:

- **Validación del equipo y calibración**

Se realizó un estudio piloto para estandarizar la manipulación de los instrumentos y materiales bajo la supervisión del asesor del presente estudio.

Los equipos como la incubadora (HTL, Perú) y la máquina universal (LG CMT, Mitutoyo, Corea) fueron proporcionados por el laboratorio High Technology Laboratory Certificate (Lima- Perú), cuyos equipos han sido validados y calibrados en agosto del 2023 por Inmelab con número de expediente LMC-2023-0654 (ANEXO 4). La manipulación de los equipos de laboratorio fue realizada por el ingeniero capacitado en el uso de los mismos.

- **Recolección y selección de los especímenes**

El proceso de recolección y selección de los especímenes se realizó con piezas dentarias premolares unirradiculares que fueron extraídas del servicio de Cirugía Maxilofacial de la Clínica Dental Docente de la Universidad Cayetano Heredia; las piezas fueron extraídas por motivos terapéuticos ajenos a la investigación y fueron almacenadas en solución salina, previa autorización del del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIE – UPCH) y del jefe de Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial de la Facultad de Estomatología (ANEXO 5). Después de la extracción, las piezas fueron lavadas y desinfectadas con timol al 0.1% por 24 horas. Posteriormente las piezas dentarias se almacenaron en solución salina a temperatura ambiente por 3 meses con recambios de solución salina (22,23).

Para confirmar que los premolares cumplan con tener un conducto radicular como se indicaba en el criterio de inclusión, se tomaron radiografías digitales con un sensor digital intraoral radiovisografo Nanopix 1.3 (Eighteeth, China) en sentido bucolingual y mesiodistal.

- **Preparación de los especímenes**

El modelo experimental que se utilizó para evaluar la RF fue el de Phukan *et al* (18). Un total de 60 premolares inferiores fueron decoronadas con un disco de diamante (Masterdent, Colombia) para obtener una longitud de 13mm y se confirmó la permeabilidad del conducto radicular con una lima K #10 hasta alcanzar

el foramen apical, posterior a ello se resto 1 mm, obteniendo con ello 12mm de longitud de trabajo (LT) y se preparó con limas rotatorias Protaper Next (Dentply, Ballaigues, Suiza) siguiendo la secuencia de X1, X2 y X3 (Anexo 6). Utilizando el motor endodóntico EndoRadar Pro (Woockpacker, China) según las especificaciones del fabricante, torque de 2.0 Ncm y velocidad de 300 Rpm, permeabilizando con lima K#10 e irrigando con 2 ml de hipoclorito de sodio al 5.25% entre lima y lima. Posterior a ello se irrigó con solución salina y con 2 ml de EDTA al 17% para eliminar el barrillo dentinario dejándolo en el conducto por 3 min, finalmente se utilizó agua destilada como irrigante final y para el secado de los conductos se utilizó puntas de papel 30.04 (Spident, Corea) (6,18).

- **Preparación de bases de acrílico**

Para la preparación de las bases cilíndricas de acrílico, se procedió a cortar tubos de policloruro de vinilo (PVC) de 15 mm de diámetro con un alto de 4mm; para luego colocar vaselina dentro del mismo y proceder a colocar el acrílico transparente preparado y se insertó en la mitad del mismo los 4 mm apicales de las muestras preparadas cuando el acrílico se encontraba en su fase plástica (18) (Figura 1).

- **División de los grupos y obturación de las muestras**

Los 60 premolares inferiores preparados fueron separados de manera aleatoria en 4 grupos:

Grupo I: Premolares inferiores unirradiculares preparados con limas Protaper Next y obturadas con sellador de conductos Bio C sealer®.

Grupo II: Premolares inferiores unirradiculares preparados con limas Protaper Next y obturadas con sellador de conductos Obturys.

Grupo III: Premolares inferiores unirradiculares preparados con limas Protaper Next y obturadas con sellador de conductos Sealer 26.

Grupo control negativo: Premolares inferiores unirradiculares preparados con limas Protaper Next, sin obturar.

Los grupos I, II y III fueron obturados usando como cono maestro el cono X3 (Densplay Sirona, Suiza) con una medida de 12 mm y cubierto del sellador correspondiente por cada grupo utilizando la técnica de condensación lateral, para ello se utilizó un espaciador digital tamaño B (Maillefer, Ballaigues, Suiza) ingresando a 1 mm menos de la LT (11mm) ejerciendo una leve presión a nivel apical y lateral para colocar los conos accesorios #20 (Spident, Corea) en el espacio creado por el espaciador, repitiendo el proceso hasta que el conducto radicular quedo completamente obturado hasta el nivel cervical. Posterior a ello se cortó la gutapercha restante incluyendo 1mm por debajo del nivel cervical usando el sistema de obturación termoplástica FI-P (Woockpacker, China) y compactando *Pluggers Machtou* (Infiniteeth, China), con la finalidad de crear espacio y colocar la restauración provisional de ionómero de vidrio de autocurado Ketac Molar Easymix® (3M ESPE, Alemania) (6,18).

- **Incubación y prueba de resistencia a la fractura**

Las muestras fueron colocadas en solución salina en un vaso de precipitado y se mantuvieron a 37 °C con un 100 % de humedad durante una semana en la incubadora (3).

A la semana las muestras fueron retiradas de la incubadora y se realizó las mediciones de la RF, realizado por el personal capacitado del laboratorio, utilizando la máquina universal (LG CMT, Mitutoyo, Corea), posteriormente se le generó una carga de compresión vertical (velocidad: 1 mm/min) a través de una punta de acero esférica (diámetro: 2 mm) a las superficies cervicales de las raíces hasta producir la fractura (Fig.2 y 3). La fuerza requerida para fracturar cada espécimen fue registrada en Newton (N) en el software Smart Test predeterminado de la máquina universal (3,18).

Como plan de análisis se elaboró una base de datos siendo procesada mediante la hoja de cálculo Microsoft Excel 2018 donde se ingresaron los resultados de RF en Newtons. El análisis de normalidad se demostró mediante la prueba de Shapiro-Wilk y encontrándose una distribución normal ($P \geq 0,05$).

Se realizó estadística descriptiva para determinar media y desviación estándar, así como la estadística inferencial y comparativa mediante análisis de varianza (ANOVA) y T de Student.

III.1 Consideraciones éticas

El presente trabajo de investigación fue aprobado por la Unidad Integrada de Gestión en Investigación, Ciencia y Tecnología de la Facultad integrada de Medicina, de Estomatología y de Enfermería y por el Comité Institucional de Ética (CIE) de la U. Peruana Cayetano Heredia con código 209735 (ANEXO 6)

IV. RESULTADOS

Fueron evaluados un total de 60 primeros premolares mandibulares extraídos, siendo divididos en cuatro grupos siendo: Grupo I (Bio C sealer ®), Grupo II (Obturys), Grupo III (Sealer 26) y el grupo control negativo.

En la tabla 1 se obtiene que el grupo control negativo mostró una media de RF de $812,663 \pm 98,79$ N; un mínimo de 628.37 N y un máximo de 970.32 N. El grupo I (Bio C sealer ®) mostró los valores más altos de RF con una media $822,15 \pm 164,82$ N; un mínimo de 606.3 N y un máximo de 1061.7 N. Mientras que el grupo II (Obturys) tuvo la RF más baja con una media de $711.94 \pm 114,38$ N, con un mínimo de 543,2 N y un máximo de 949.38 N y por último en el Grupo III (Sealer 26) presentó una media de $778,74 \pm 164,08$ N, con un mínimo de 564.48 N y un máximo de 1090.41 N ante la RF. Todos los grupos presentaron una distribución normal y no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre ellos ($P=0,133$, $P \geq 0,05$) mediante la prueba de ANOVA de una vía. Los valores de medias se representan gráficamente en el box plot (Tabla 1, Gráfico 1).

En la tabla 2, la prueba de T de student para comparación múltiple entre los grupos reveló que los diferentes grupos no obtuvieron una diferencia estadísticamente significativa entre ellos ($P \geq 0,05$).

IV. DISCUSIÓN

La limpieza, conformación y obturación realizada durante el tratamiento de conductos son fases críticas para el conducto radicular, ya que se presenta: eliminación excesiva de tejido dentinario, el contacto prolongado de los irrigantes con la dentina y la fuerza aplicada durante la obturación del conducto radicular pueden cambiar las propiedades mecánicas de la raíz y debilitarla. Se ha informado en la literatura que los selladores de conducto radicular tienen potencial para fortalecer la estructura de la raíz, aumentando la RF del diente. (4, 8).

La prueba de RF es un método empleado para evaluar la capacidad de resistencia de diversos materiales dentales como los selladores de conductos. El método consiste en la aplicación de tensión a lo largo del conducto radicular, llevándolo a un punto de fractura específico, para ello se utiliza una máquina universal que genera una fuerza uniforme a través de su eje longitudinal (5). Este procedimiento ha sido utilizado en diversos estudios *in vitro* como los de Phukan *et al.*, Patil *et al.* y Osiri *et al.* que evaluaron la RF de diferentes selladores de conductos (8,9,18).

En el presente estudio se encontró una mayor RF del sellador a base de biocerámico a diferencia de los otros selladores de conductos evaluados, sin encontrar diferencia estadísticamente significativa, resultado similar presentan Osiri *et al.* en 2018, donde usando la misma metodología encontraron una mayor RF en los selladores TotalFill/Biocerámico al compararlos AH-Plus®/Resina epóxica, sin encontrar diferencia estadísticamente significativa entre ambos (9). Patil *et al.* concluyeron

que obturando con el sellador EndoSequence® BC™, brindaba una mayor RF que los selladores AH-Plus®/ resina epóxica y Apexit®/Hidróxido de calcio (8).

Sin embargo, a diferencia de los hallazgos encontrados en el presente estudio, Dibaji *et al.* encontraron que la RF era mayor en el sellador AH-Plus®/resina epóxica que los selladores iRoot/biocerámico, Resilon/resina epóxica y Epiphany/resina epóxica sin encontrar diferencia estadísticamente significativa (7).

Diversos estudios, como los presentados por Osiri *et al.*, Kakani *et al.*, Patil *et al.*, Almohaimede *et al.* y el presente trabajo, han demostrado que los selladores a base de biocerámicos exhiben una mayor RF, posiblemente debido al mecanismo de unión que estos selladores establecen con la dentina radicular (4, 8, 9, 24). Aunque el mecanismo de unión de los selladores biocerámicos aún no se comprende completamente, Sfeir *et al.* sugieren que podría estar vinculado con la difusión de partículas del sellador en los túbulos dentinarios, facilitando así un entrelazamiento mecánico (14). Esta difusión se atribuye a la fluidez que presentan los selladores de conductos, siendo relevante destacar que el sellador Bio C sealer® presenta una fluidez de 31,2 ($\pm 1,3$) mm, superando el mínimo que requiere la norma ISO 6876:2012 (>20mm) según el estudio realizado por Zordan-Bronzel *et al.* en el año 2019 (25, 26).

Si bien se ha corroborado que los selladores a base de biocerámicos exhiben una RF superior en comparación con los selladores de resina epóxica, la revisión sistemática realizada por Morales-Cáceres *et al.* en 2019 concluyó que, a pesar de

las variaciones presentes en diversos estudios que han comparado selladores biocerámicos y de resina epóxica, considerando factores como marcas, tiempos, tipos de piezas dentales, técnicas de instrumentación e irrigación, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación con la RF (1).

En el presente estudio no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre las piezas dentales que fueron instrumentadas y obturadas, en comparación con el grupo control negativo que no fue sometido a obturación ($812,663 \pm 98,79$ N). Estos hallazgos son similares con los resultados obtenidos por Almohaimede *et al.*, quienes no encontraron diferencias en su grupo de piezas no obturadas, con una RF de $732,86 \pm 290$ N, en comparación con aquellas que fueron obturadas con selladores biocerámicos y resinosos. En este último caso, las piezas presentaron una RF de $734,62 \pm 239,3$ y $728,29 \pm 193$ respectivamente, y solo encontrando diferencia estadísticamente significativa en piezas que no se les realizó preparación biomecánica (4). Estos resultados difieren con los obtenidos por Patil *et al.*, donde su grupo control de piezas preparadas y no obturadas exhibieron la menor RF de todos los grupos evaluados (8).

Las variaciones en los resultados de los diversos estudios indica que existen distintos factores que pueden influir en los resultados. Esto incluye la estandarización de muestras, el tipo de instrumentación empleada, la técnica de obturación utilizada y la variedad de selladores disponibles que cada investigador incorpora en sus estudios (1).

Una de las limitaciones del estudio surgió principalmente por la falta de estandarización de las muestras, dada por las variaciones de la forma del conducto radicular, la edad de los pacientes al momento de la exodoncia, el tiempo transcurrido después de la extracción, así como las dimensiones bucolinguales y mesiodistales que presentan las piezas dentarias (4,26). Así también como los diferentes sistemas mecanizados utilizados en las diferentes investigaciones, observando que la RF puede variar de acuerdo al sistema mecanizado con el que se prepara el conducto radicular, como se evidencia Patel *et al.* en 2023 quienes compararon el sistema Protaper Next y TruNatomy, demostrando que Protaper Next presentó menor RF que el sistema de limas TruNatomy y que con el uso de instrumentos de mayor conicidad se observó una notable disminución en la RF (27). Ince Yusufoglu *et al.* en el 2019, concluyeron que los instrumentos One Shape mostraron una RF significativamente mejor que el grupo instrumentado con ProTaper Universal sin encontrar diferencias significativas entre los selladores AH-Plus®/resina epóxica, GuttaFlow/biocerámico más gutapercha y BioRoot RCS/biocerámico (3).

Otro punto a considerar es la técnica de obturación como lo demostraron Al-Hiyasat *et al.* donde observaron que la RF puede variar mediante las técnicas obturación, evidenciándose una mayor RF en la técnica de cono único a comparación a la compactación lateral en frío y la compactación vertical en caliente (28).

Conocer el efecto de los selladores de conducto en la RF en dientes tratados endodónticamente es de suma importancia clínica, porque proporciona información

para elegir el tipo de sellador que pueda contribuir a la longevidad y el éxito del tratamiento.

Se recomienda realizar estudios *in vitro* que evalúen la RF de dientes tratados endodónticamente, considerando diversas variables como las diferentes marcas de selladores a base de biocerámicos, sistemas de limas y técnicas de obturación.

Además, se recomienda realizar estudios clínicos observacionales centrados en estas variables.

VI. CONCLUSIÓN

El sellador de conductos a base de biocerámico presentó una mayor resistencia a la fractura en dientes premolares inferiores tratados endodónticamente a comparación del sellador a base de resina epóxica y de hidróxido de calcio con resina epóxica, sin presentar una diferencia estadísticamente significativa.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Morales-Cáceres L, Reyes-Montenegro S, Álvarez-Vanegas S, Hernández-Vigueras S. Resistencia a la fractura de dientes tratados endodóticamente obturados con selladores biocerámicos versus selladores resinosos. Revisión sistemática. *Int J Odontostomatol.* 2019; 13(1):31–9.
2. García-Guerrero C, Parra-Junco C, Quijano-Guauque S, Molano N, Pineda GA, Marín-Zuluaga D. Vertical root fractures in endodontically-treated teeth: A retrospective analysis of possible risk factors. *J Investig Clin Dent.* 2018; 9(1).
3. İnce-Yusufoglu S, Akman M, Akbulut M, Ünverdi Eldeniz A. Fracture resistance of roots enlarged with various rotary systems and filled with various sealers. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2019; 13(3):215–20.
4. Almohaimede A. Fracture resistance of roots obturated with bio-ceramic and epoxy resin-based sealers: In vitro study. *Eur Endod J.* 2020; 5(2):134.
5. Bhat S, Mohammed A, Hegde S, Rao A. Evaluation of resistance of teeth subjected to fracture after endodontic treatment using different root canal sealers: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2012; 30(4):305.
6. Uzunoğlu E & Aktemur S. Evaluation of fracture resistance of roots-filled with various root canal sealers at different time periods. *Eur Oral Res.* 2019; 53(1):6.
7. Dibaji F, Afkhami F, Bidkhori B, Kharazifard M. Fracture resistance of roots after application of different sealers. *Iran Endod J.* 2017; 12(1):50.

8. Patil P, Pawar A, Banga K, Pimple S, Ganeshan R. Influence of root canal obturation using gutta-percha with three different sealers on root reinforcement of endodontically treated teeth. An in vitro comparative study of mandibular incisors. *J Conserv Dent*. 2017; 20(4):241.
9. Osiri S, Banomyong D, Sattabanasuk V, Yanpiset K. Root reinforcement after obturation with calcium silicate-based sealer and modified Gutta-percha cone. *J Endod*. 2018; 44(12):1843–8.
10. Bellido G. & Cayo R. Resistencia a la tracción y módulo de elasticidad de los conos de gutapercha desinfectados con hipoclorito de sodio a diferentes tiempos de inmersión. [Tesis para optar el título profesional]. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal ;2022. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13084/6153>
11. Richert R, Farges J, Tamimi F, Naouar N, Boisse P, Ducret M. Validated Finite Element Models of Premolars: A Scoping Review. *Materials (Basel)*. 2020 23;13(15):3280.
12. Benetti F, Azevedo O, Oliveira P, Conti LC, Azuma M, Oliveira S, et al. Cytotoxicity and biocompatibility of a new bioceramic endodontic sealer containing calcium hydroxide. *Braz Oral Res*. 2019; 33.
13. De-Deus G, Oliveira D, Cavalcante D, et al. Methodological proposal for evaluation of adhesion of root canal sealers to gutta-percha. *Int Endod J*. 2021; 54(9):1653–8.
14. Sfeir G, Zogheib C, Patel S, Giraud T, Nagendrababu V, Bukiet F. Calcium Silicate-Based Root Canal Sealers: A Narrative Review and Clinical Perspectives. *Materials (Basel)*. 2021;14(14):3965.

15. Borges A, Guedes O, Pereira T, Guapo-Pavarina R, Rosa W, Piva E. Evaluation of selective physicochemical and biological properties of different root canal sealers. *Iran Endod J.* 2019; 14(2).
16. Subbiya A, Kishen A, Pradeepkumar A, Srinivasan N, JothiLatha S, Janani B. Clinical Outcome of Nonsurgical Root Canal Treatment Using a Matched Single-Cone Obturation Technique with a Calcium Hydroxide-based Sealer: A Retrospective Analysis. *J Endod.* 2022; 48(12):1486-92.
17. Aguirre Y & Astudillo C. Efecto de los diferentes selladores endodonticos sobre los tejidos periapicales. [Tesis para optar el título profesional]. Guayaquil- Ecuador: Universidad de Guayaquil ;2020. Disponible en: <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/fc462a24-8203-453e-9314-44efbe0cb0a1/content>
18. Phukan A, Mathur S, Sandhu M, Sachdev V. The effect of different root canal sealers on the fracture resistance of endodontically treated teeth-in vitro study. *Dent Res J (Isfahan).* 2017; 14(6):382.
19. Ingle JI, Bakland L. *Endodoncia*. 5a. ed. México DF: Mc Graw-Hill; 2005.
20. American Association of Endodontists. *Glossary of endodontic terms*. 10th ed. Chicago IL: AAE.org; 2020. Available in: <https://www.aae.org/specialty/clinicalresources/glossary-endodontic-terms/>.
21. Mantilla M, Álvarez Q, Mujica S. Resistencia a la fractura ante fuerzas compresivas de dos resinas poliméricas para carillas indirectas cementadas con un espesor de 0,5 mm. [Tesis para optar el título de segunda especialidad]. Bucaramanga - Colombia: Universidad Santo Tomás

;2023. Disponible en:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/52953/2023MantillaDaniela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

22. Gummadi A, Panchajanya S, Ashwathnarayana S, Santhosh L, Jaykumar T, Shetty A. Apical extrusion of debris following the use of single-file rotary/reciprocating systems, combined with syringe or ultrasonically-facilitated canal irrigation. *J Conserv Dent*. 2019; 22(4):351-55.
23. Tüfenkçi P, Yılmaz K, Adigüzel M. Effects of the endodontic access cavity on apical debris extrusion during root canal preparation using different single-file systems. *Restor Dent Endod*. 2020; 45(3): e33.
24. Kakani A, Veeramachaneni C, Tummala M, Majeti C, Ravi R, Chaudhari W. Relationship between the depth of penetration and fracture resistance of various sealers: A comparative study. *J Contemp Dent Pract*. 2021; 22(1).
25. Zordan-Bronzel C, Esteves-Torres F, Tanomaru-Filho M, Chávez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru J. Evaluation of physicochemical properties of a new calcium silicate-based sealer, bio-C sealer. *J Endod*. 2019; 45(10):1248–52.
26. Lee JK, Kwak SW, Ha JH, Lee W, Kim HC. Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. *Bioinorg Chem Appl*. 2017; 2017:2582849.
27. Patel N, Ahmad Z, Ali Shah S, et al. Effect of root canal taper on the ability of Endodontically Treated Teeth using the TruNatomy and Protaper Next file systems to resist fracture. *J Pharm Bioallied Sci*. 2023; 15(2): S1123–5.

28. Al-Hiyasat AS, Sawalha AM, Taha NA. The effect of sealer type and obturation technique on the fracture resistance of endodontically treated roots. *Clin Oral Investig*. 2023;27(12):7359-67.

VIII. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Tabla 1. Resistencia a la fractura de las raíces después de ser obturados los conductos radiculares con tres diferentes tipos de selladores endodónticos.

Selladores de conducto	Resistencia a la fractura				p*
	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Bio C sealer®	822.15	164.83	606.3	1,061.70	0.133
Obturys	711.95	114.39	543.2	949.38	
Sealer 26	778.74	164.09	564.48	1,090.41	
Grupo control	812.63	98.79	628.37	970.32	

*Prueba de Anova.

Tabla 2. Diferencias estadísticas de la resistencia a la fractura de las raíces después de ser obturados los conductos radiculares con tres diferentes tipos de selladores endodónticos.

Selladores de conducto	Sin obturar	Biocerámico	Obturys	Sealer 26
	p*	p*	p*	p*
Bio C sealer ®	0.998	-	0.143	0.827
Obturys	0.205	0.143	-	0.555
Sealer 26	0.908	0.827	0.555	-
Grupo control	-	0.998	0.205	0.908

*Prueba de T de Student.

Gráfico 1. Resistencia a la fractura de las raíces después de ser obturados los conductos radiculares con tres diferentes tipos de selladores endodónticos.

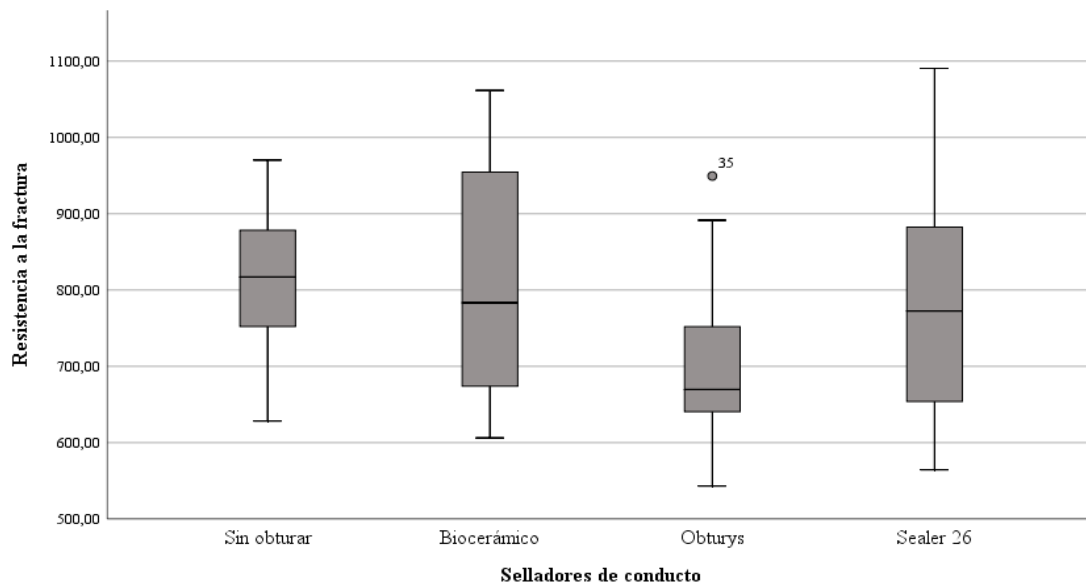
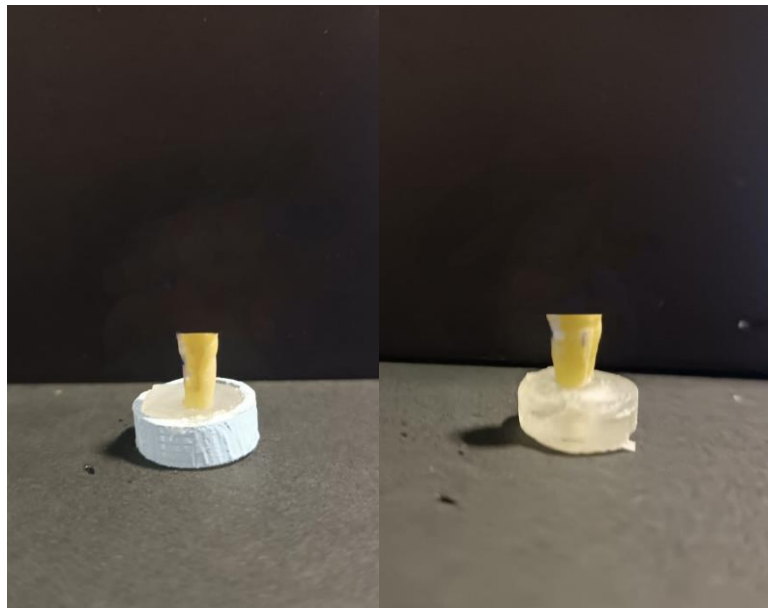
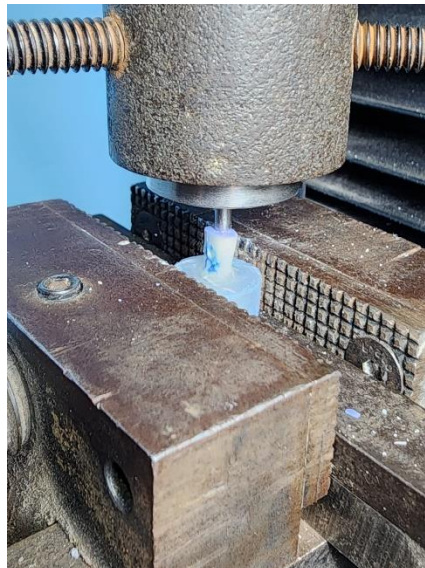


Figura 1:



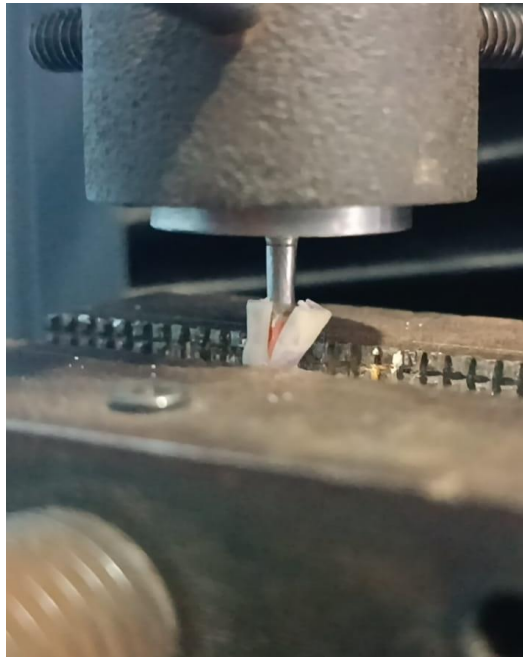
Creación de base acrílica para soporte de las muestras

Figura 2:



Aplicación de fuerza vertical de máquina universal a las muestras del estudio

Figura. 3:



Fractura de las muestras

ANEXOS

ANEXO 1: Fórmula de comparación de medias

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 * (S_1^2 + S_2^2)}{(X_1 - X_2)^2}$$

$Z_{1-\alpha}$ = Nivel de Confianza = 1.96

S_1^2 = Varianza del grupo 1 = 87.1

S_2^2 = Varianza del grupo 2 = 62.5

$Z_{1-\beta}$ = Potencia = 0.842

X_1 = Media del grupo 1 = 743.2

X_2 = Media del grupo 2 = 832.3

Tamaño mínimo: 11.39

ANEXO 2: Clasificación del sistema de conductos de Zidell

- **Clase 1**

Conductos Maduros, no complicados, recto o ligeramente curvo

- **Clase 2**

Conductos complicados:

- a) Curvatura pronunciada
- b) Curva Dilacerada
- c) Curva Dilacerada
- d) Bifurcación Apical
- e) Curva Apical
- f) Conductos Adicionales
- g) Conductos Laterales o Accesorios

- **Clase 3**

Conductos Radiculares Inmaduros

- a) Ápice en forma de Trabuco
- b) Ápice abierto conducto Tubular, se excluirán del estudio aquella pieza que presentan:

Ápices abiertos, reabsorción interna, externa, cálculos pulpares, conductos calcificados.

ANEXO 3: Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	TIPOS	ESCALA DE MEDICIÓN	VALORES
Selladores de conducto (Variable dependiente)	Cemento dental radiopaco utilizado, generalmente en combinación con un material de núcleo sólido o semisólido, para llenar espacios y sellar conductos radiculares durante la obturación.	Selladores de conductos con distinta composición química	Marca	Cualitativo	Politémica Nominal	<ul style="list-style-type: none"> - Bio C sealer ® (Sellador a base de biocerámico) - Obturys (Sellador a base de resina epóxica) - Sealer 26 (Sellador a base de Hidróxido de Calcio y de resina epóxica)

<p>Resistencia a la fractura (Variable independiente)</p>	<p>Resistencia a la fractura cuya definición es el punto de deformación en el cual el material sufre una ruptura ante una fuerza necesaria para desencadenar el fracaso mecánico de un material bajo unas condiciones específicas de carga.</p>	<p>Fuerza requerida para fracturar las piezas dentales tratadas</p>	<p>Medición de la resistencia en Newtons con una máquina universal.</p>	<p>Cuantitativo</p>	<p>Continua Razón</p>	<p>Valores expresados en Newtons (N)</p>
-----------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------	---------------------	---------------------------	------------------------------------------

ANEXO 4: Certificado de calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF - 2023 - 021

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2023-08-28
Fecha de expiración: 2024-08-27
Expediente: LMC-2023-0654

1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
Dirección : Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES

Marca : LG
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Modelo : CMT-5L
Serie : 7419
Identificación : No Indica
Rango de indicación : 5000,00 N
Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
División mínima : 0.01 N
Tipo de Ensayo : Tracción
Tipo de indicación : Digital
El usuario esta en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.
Procedencia : Korea
Ubicación : No Indica
Fecha de Calibración : 2023-08-27

3. METODO DE CALIBRACIÓN:

La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional. Se tomó como referencia la norma ISO 7500-1: 2004 Materiales Metálicos. Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales parte 1. Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.
LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:

LABORATORIOS MECALAB S.A.C.
Av. Lurigancho Nro. 1063, San Juan de Lurigancho - Lima.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,3 °C	20,4 °C
Humedad Relativa (%HR)	59 %HR	57 %HR

6. PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón	Identificación	Certificado de Calibración
METROIL	Termohigrómetro	PT-TH-03	1AT-2832-2022 Cal: Setiembre 2022
INMELAB	Juego de pesas 1 g a 2 kg / M2	PM-JM2-02	LMM-2023-012 Cal: Marzo 2023
INMELAB	Juego de pesas 5 kg, 10 kg, 20 kg / M2	PM-JM2-01	LMM-2023-048 Cal: Marzo 2023



Gerente de Metrología



Firmado digitalmente
por Jorge Padilla
Dueñas
Fecha: 2023.09.05
12:57:42 -05'00'

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAB S.A.C."

1 Av. Lurigancho N° 1063 Urb. Horizonte de Zúrate - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú

© www.nmelab.pe / ventas@nmelab.pe

ANEXO 5: Carta de donación de dientes



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

CAR-FAEST-VD-DAMCIBUM-028-2023

Lima, 23 de enero de 2023

Señorita
Flor Liliana Taboada Barragán
Alumna de la Especialidad de Endodoncia
Facultad de Estomatología Roberto Beltrán
Presente.-

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarla y en respuesta a su solicitud, comunicarle que, con fines de su trabajo de investigación, titulado: "Efecto de diferentes selladores de conductos radiculares en la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente: estudio in vitro", el Servicio de Cirugía Oral y Maxilofacial del Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial, le proporcionará en calidad de donación piezas dentarias obtenidas en las extracciones realizadas en el mencionado Servicio.

Agradeceré comunicarse con el doctor Leopoldo Meneses Rivadeneira, Coordinador de la Sección de Cirugía Bucomaxilofacial, para realizar las coordinaciones respectivas.

Atentamente,



Mg. Carlos Espinoza Montes
Jefe
Departamento Académico de Medicina y
Cirugía Bucomaxilofacial

C.c: - Dr. Leopoldo Meneses, Coordinador Cirugía Oral.
- Dr. Pierre Mejía, Asesor de Tesis
CEM/aa.

Anexo 6: Taper y especificaciones de la secuencia de limas X1, X2 Y X3

PROTAPER•NEXT®



PROTAPER
NEXT ROTARY FILES

	Active part lengths						Tip Ø
	16mm	13mm	9mm	6mm	3mm	1mm	
X1	6% 1.16	6% 0.98	7.5% 0.70	6.5% 0.49	5% 0.31	4% 0.21	0.17
X2	4% 1.20	6% 1.11	7% 0.84	7% 0.63	6% 0.43	6% 0.31	
X3	5% 1.20	5% 1.09	6% 0.89	6% 0.71	7.5% 0.53	7.5% 0.38	0.30

Anexo 7: Aprobación de la investigación por el Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia con código 209735



VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

CAREG-ORVEI-031-23

Lima, 02 de marzo del 2023

Señor(a) investigador(a)
Taboada Barragán, Flor Liliana
Presente. -

Es grato dirigirme a usted para expresarle un cordial saludo y a la vez informarle que hemos recibido el proyecto de investigación titulado: “Efecto de diferentes selladores de conductos radiculares en la resistencia a la fractura de dientes tratados endodóticamente: Estudio In Vitro” SIDISI **209735**, el cual ha sido revisado y registrado en la Dirección Universitaria de Asuntos Regulatorios de la Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia debido a que por sus características no requiere evaluación por el Comité Institucional de Ética en Humanos ni por el Comité de Ética en Animales.

Este proyecto puede iniciar su ejecución. Los cambios o enmiendas al protocolo presentado solo deben ejecutarse luego de una nueva evaluación y autorización por esta dirección. Adicionalmente, agradecemos tenga a bien presentar el informe de cierre del proyecto al concluir la ejecución del mismo.

Atentamente,



Dra. Cinthia Hurtado Esquén
Directora
Dirección Universitaria de Asuntos
Regulatorios de la Investigación