

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



**Resistencia a la fractura de dientes con reabsorción radicular interna  
reparadas con diferentes selladores de conductos radiculares: estudio *in vitro***

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

**AUTOR**

**Jose Orlando Flores Mejia**

**ASESOR**

**John Paul Torres Navarro**

**<https://orcid.org/0000-0002-9664-4454>**

**Chiclayo, 2024**

**Resistencia a la fractura de dientes con reabsorción radicular  
interna reparadas con diferentes selladores de conductos  
radiculares: estudio *in vitro***

PRESENTADO POR:

**JOSE ORLANDO FLORES MEJIA**

A la Facultad de Medicina de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ENDODONCIA**

**APROBADA POR**

Rocío Lizet Torres Verastegui

PRESIDENTE

Carmen Lizeth Díaz Silva

SECRETARIO

John Paul Torres Navarro

VOCAL

## **DEDICATORIA**

A Dios por todo lo que logré en este tiempo y no permitió que me rindiera a pesar de las adversidades que se presenta día a día, él siempre estuvo y estará hasta el último día de mi vida.

A mis padres Gladys y José que han sido mi motivación y apoyo para lograr mis objetivos siempre.

A mi esposa Kelita y mis hijos Daniel y Paul por tener su apoyo en todo momento, desde que inicié la especialidad hasta hoy en día, limité mucho el tiempo que correspondía estar con ellos, siempre son mi motivación para seguir adelante.

Y como olvidar dedicarles a mis hermanos Alex y Lucero, colegas y amigos de la especialidad que me alentaron para seguir hasta el final.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor Ma. Cd. Esp. John Torres Navarro, por su paciencia y dedicación de cada detalle de esta tesis.

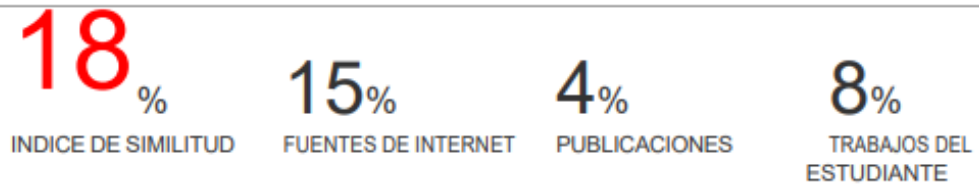
A los Drs. Mario George Casaretto Gamonal y Hugo Caballero Cornejo, por sus conocimientos y consejos que me brindaron en el desarrollo de esta investigación.

A los Drs. Oscar Iván Alcántara Ortega y Ernesto Robles Bocanegra, por su apoyo en proporcionar las muestras para la ejecución del estudio.

Al Ing. Robert Nick Eusebio Teheran de High Technology Laboratory Certificate, quien realizó los ensayos de compresión.

RESISTENCIA A LA FRACTURA DE DIENTES CON REABSORCIÓN RADICULAR INTERNA REPARADAS CON DIFERENTES SELLADORES DE CONDUCTOS RADICULARES: ESTUDIO *IN VITRO*.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uwiener.edu.pe	3%
Fuente de Internet		
2	hdl.handle.net	3%
Fuente de Internet		
3	Submitted to Universidad Privada San Juan Bautista	2%
Trabajo del estudiante		
4	rsdjournal.org	1%
Fuente de Internet		
5	repositorio.uroosevelt.edu.pe	1%
Fuente de Internet		
6	vbook.pub	1%
Fuente de Internet		
7	Submitted to Universidad Europea de Madrid	1%
Trabajo del estudiante		
8	Submitted to Universidad Anahuac México Sur	1%

## Índice

RESUMEN.....	8
ABSTRACT .....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO .....	13
2.1. Antecedentes .....	13
2.2. Bases teóricas.....	19
III. METODOLOGÍA.....	38
3.1. Tipo y nivel de la investigación .....	38
3.2. Diseño de la investigación .....	38
3.3. Población, muestra y muestreo .....	38
3.4. Criterios de selección.....	39
3.5. Operacionalización de las variables.....	40
3.6. Técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	41
3.7. Procedimientos.....	41
3.8. Plan de procesamiento y análisis de los datos.....	45
3.9. Matriz de consistencia.....	46
3.10. Consideraciones éticas .....	47
IV. RESULTADOS .....	48
V. DISCUSIÓN .....	54
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES.....	60
VIII. LISTA DE REFERENCIAS .....	61
IX. ANEXOS .....	72

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Resistencia a la fractura de dientes analizados con reabsorción radicular interna tratados endodónticamente y reparados con tres distintos selladores .....	49
<b>Tabla 2.</b> Resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control negativo.....	50
<b>Tabla 3.</b> Resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control positivo .....	51
<b>Tabla 4.</b> Comparación de la resistencia a la fractura de dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles .....	52

## Lista de Figuras

<b>Figura. 1.</b> Resistencia a la fractura de dientes analizados con reabsorción radicular interna tratados endodónticamente y reparados con tres distintos selladores .....	50
<b>Figura. 2.</b> Resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control negativo .....	51
<b>Figura. 3.</b> Resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control positivo .....	52
<b>Figura. 4.</b> Comparación de la resistencia a la fractura de dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles .....	53

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar *in vitro* que grupo de dientes analizados con reabsorción radicular interna tratados endodónticamente y reparados con tres distintos selladores presentó la mayor resistencia a la fractura. Metodología, el estudio fue de nivel básica; de tipo prospectivo, longitudinal y exploratorio; de diseño experimental *in vitro*; y de enfoque cuantitativo. La población, estuvo conformada por piezas dentarias del grupo premolar mandibulares y de un sólo conducto radicular; la muestra, fue conformada de manera no aleatoria por conveniencia, constituida por 60 piezas dentarias, divididas en seis grupos de 10 dientes cada uno (A: Biodentine + Biodentine, B: Biodentine + gutapercha + Neo Sealer, C: Neo Putty + Neo Putty, D: Neo Putty + gutapercha + cemento Neo sealer, grupo control positivo y grupo control negativo); asimismo, se consideró los criterios de inclusión y exclusión. Para la medición de la resistencia a la fractura se utilizó la máquina universal Instron, en el Laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C, San Juan de Lurigancho – Lima, 2023. Resultados, se halló que la resistencia a la fractura promedio de los grupos control positivo y negativo fueron 558.147N y 648.212N, respectivamente; y, la resistencia a la fractura promedio en los grupos experimentales fueron los siguientes: 485.938N para el grupo D, 419.382N para el grupo A, 410.417N para el grupo C y 407.824N para el grupo B. Además, se mostró que existe diferencia significativa entre las medias resistencia a la fractura de los dientes de los grupos experimentales con respecto a los grupos controles, pues los grupos controles tuvieron un mayor rango promedio de la resistencia a la fractura que los dientes tratados con los sellantes endodónticos ( $p$ -valor = 0.002,  $p < 0.05$ ). Conclusión, se concluyó que entre los grupos experimentales, el grupo sellador Neo Putty + gutapercha + sellador Neo Sealer fue aquel que mostró la mayor resistencia a la fractura en los dientes con reabsorción radicular interna tratados endodónticamente; sin embargo, esta resistencia fue menor a la hallada en los grupos controles.

**Palabras clave:** Resistencia. Fractura de dientes. Reabsorción radicular interna. Selladores endodónticos.

## ABSTRACT

The purpose of the present study was to determine in vitro which group of teeth analyzed with internal root resorption treated endodontically and repaired with three different sealants presented the greatest resistance to fracture. Methodology, the study was basic level; prospective, longitudinal and exploratory; in vitro experimental design; and quantitative approach. The population was made up of teeth from the mandibular premolar group and a single root canal; The sample was formed in a non-random manner for convenience, consisting of 60 teeth, divided into six groups of 10 teeth each (A: Biodentine + Biodentine, B: Biodentine + gutta-percha + Neo Sealer, C: Neo Putty + Neo Putty, D: Neo Putty + gutta percha + Neo sealer cement, positive control group and negative control group); Likewise, the inclusion and exclusion criteria were considered. To measure the fracture resistance, the Instron universal machine was used, at the High Technology Laboratory Certificate S.A.C, San Juan de Lurigancho – Lima, 2023. Results, it was found that the average fracture resistance of the positive control groups and negative were 558.147N and 648.212N, respectively; and, the average fracture resistance in the experimental groups were as follows: 485.938N for group D, 419.382N for group A, 410.417N for group C and 407.824N for group B. In addition, it was shown that there is significant difference between the average fracture resistance of the teeth of the experimental groups with respect to the control groups, since the control groups had a greater average range of fracture resistance than the teeth treated with endodontic sealants (p-value = 0.002,  $p < 0.05$ ). Conclusion, it was concluded that among the experimental groups, the Neo Putty sealer + gutta-percha + Neo Sealer sealer group was the one that showed the greatest resistance to fracture in teeth with endodontically treated internal root resorption; However, this resistance was lower than that found in the control groups.

**Keywords:** Resistance. Tooth fracture. Internal root resorption. Endodontic sealants.

## I. INTRODUCCIÓN

Debido a que la extensión de la caries, la enfermedad periodontal y otras enfermedades orales afectan entre 3 a 5 mil millones de personas, produciendo la pérdida de dientes y contribuyen en el índice de discapacidad - ajustado en años de vida; la endodoncia se considera un elemento importante del concepto de Desarrollo Sostenible de la Odontología (DSD). Es así que, el tratamiento de endodoncia es cada vez más común, esto debido al aumento de la conciencia de salud en las sociedades, las actividades de promoción, medidas de prevención de caries y la intensificación de los problemas ante el envejecimiento de las sociedades y la prolongación de la vida humana; por lo que, se espera que para el año 2026, el mercado de la endodoncia crezca a 2100 millones de dólares con una tasa anual de 4.1%.<sup>1</sup>

El tratamiento de endodoncia tiene como propósito preservar el diente tratado como un pilar en el sistema estomatognático, lo que le permite asumir una función de implante dental natural. Es así que este procedimiento consiste en preparar el interior del diente, eliminando el complejo pulpar y reemplazando con un relleno biocompatible sustituto.<sup>1</sup>

Por otra parte, el resultado negativo más común de los dientes tratados con endodoncia es la mayor posibilidad de fracturarse, en comparación con los dientes vitales; esto debido a la pérdida de estructura dental significativa y a otros cambios en la estructura de los dientes tratados endodónticamente.<sup>2</sup> Por lo que, las raíces de los dientes tratados con endodoncia son propensas a grietas o fracturas;<sup>3</sup> y su supervivencia a largo plazo de los dientes tratados endodónticamente depende de una restauración correcta y bien sellada, además de la aplicación de los principios de la terapia endodóntica.<sup>4</sup>

Por consiguiente, los selladores endodónticos son una parte integral de una obturación exitosa, porque además del cierre del espacio vacío en el sistema de conductos, también son capaces de rellenar irregularidades dentro de este sistema y de ocluir conductos accesorios, así como istmos entre conductos.<sup>5</sup> En cuanto a la reabsorción radicular interna (IRR) es una condición patológica que se observa en las piezas dentarias permanentes,

pudiendo acaecer en la pérdida del diente, si no se diagnostica y trata correctamente, se puede considerar un desafío endodóntico.<sup>6</sup>

A continuación, la resistencia a la fractura es una de las características más importantes de los materiales dentales. Depende de la resistencia del material a la propagación de grietas a partir de sus defectos internos.<sup>7</sup> Por otra parte, en los dientes tratados endodónticamente, la fractura es un riesgo importante, por ser más propensos a las fracturas comparando con los que no tiene endodoncia.<sup>8</sup> Por lo tanto, se ha descrito que los materiales obturación son los elementos clave para soportar la fuerza de los dientes tratados con endodoncia, por lo que, el uso de los selladores con la capacidad de adherirse a la superficie de la dentina del conducto radicular fortalecerá la estructura dental remanente, aumentando así la resistencia a la fractura.<sup>9</sup>

Respecto a la justificación, el propósito que tendría el estudio, es hacer una comparación de la resistencia que tendrán los selladores mencionados en la investigación, a la fractura de piezas dentarias con reabsorción radicular interna, mediante una prueba universal (Instron); de tal forma que se podría identificar cuál es el sellador que soporta una mayor cantidad de fuerza. Tal como lo hicieron, Maeda W. y Cols. en Brasil (2021),<sup>10</sup> que desarrollaron un estudio cuyo propósito fue evaluar la resistencia a la fractura de premolares maxilares tratados endodónticamente y restaurados con diferentes materiales de restauración. Además, el estudio de Khalil W. y Cols., en Arabia Saudita (2020),<sup>11</sup> cuya finalidad fue evaluar la resistencia a la fractura de 40 dientes premolares con cavidades de reabsorción radicular interna (IRC) reparadas con tres tipos de cemento. En los resultados la investigación va a contribuir en conocer el sellador endodóntico que tiene mayor resistencia al aplicarle la fuerza, viniendo a ser el más apropiado a ser utilizado. Siendo, de beneficio para los pacientes que requieren de un tratamiento de endodoncia; con respecto a quienes lo utilizarían serían los odontólogos que realicen endodoncia, preferentemente los especialistas. Por último, al propósito del estudio es una contribución en la decisión de los especialistas, qué material de obturación utilizarán tras conocer cuál es el más resistente.

El objetivo general fue determinar *in vitro* que grupo de dientes analizados con reabsorción radicular interna tratados endodónticamente y reparados con tres distintos selladores presentó la mayor resistencia a la fractura.

Los objetivos específicos fueron: Determinar la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control negativo; Determinar la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control positivo; y Comparar la resistencia a la fractura de dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### Antecedentes Internacionales

Sanaei-rad P., Bolbolian M., Nouri F, y Momeni E. (2021) en Irán desarrollaron un reporte de caso, cuyo objetivo fue evaluar el manejo de dos piezas dentarias; para la pieza 1.1 con diagnóstico reabsorción radicular interna inflamatoria (IRR) y obturada con Biodentine (Septodont) y la pieza 2.1 con diagnóstico absceso apical crónico y tratado con MTA y gutapercha termoplastificada, de un paciente varón de 40 años. La limpieza y el modelado del sistema de conductos radiculares se completaron con la técnica híbrida, seguida de irrigación con solución salina normal y NaOCl al 5.25%. En la evaluación de control y seguimiento a los tres y ocho meses, la pieza 1.1 estaba completamente asintomática y no representó ningún signo de progresión adicional de la estructura radicular por reabsorción tanto interna como externa; y la pieza 2.1 no mostró sensibilidad a la percusión/palpación, ni a la radiotransparencia periapical se redujo significativamente. Concluyeron que el Biodentine fue exitosamente usado para manejar IRR en la pieza 1.1 con fractura radicular horizontal y segmento apical dislocado; asimismo, el tapón apical MTA con gutapercha termoplastificada se usó con éxito para obturar la pieza 2.1 con absceso apical crónico; por lo que, a los 3 meses, se evidenció una curación exitosa y resolución de signos y síntomas.<sup>12</sup>

Maeda W., Nascimento W., Coelho M., Campos D., Drumond J., Soares A. y Cols. (2021) en Brasil, desarrollaron un estudio cuyo propósito fue evaluar la resistencia a la fractura de premolares maxilares tratados endodónticamente restaurados con diferentes materiales de restauración; para ello se usó 60 premolares maxilares sometidos a la misma preparación de la cavidad mesio ocluso distal, tratamiento endodóntico y divididos en 5 grupos (10 cada uno); el primero grupo coltosol- GC restaurado con material de silicato de calcio, segundo grupo GGIC cemento de ionómero de vidrio, restaurado con Maxxion R, tercer grupo cemento de ionómero de vidrio modificado – GMGIC, restaurado con Gold Label 2, cuarto grupo compuesto – GC, restaurado con Z100 y quinto grupo, control positivo (GP) – dejado sin restaurar; y un grupo de 10 que fueron el grupo control negativo (GN). Las muestras se sometieron a pruebas de resistencia a la fractura mediante la

máquina de prueba universal hasta que se produjo la fractura y se registró en Newtons (N). Se encontraron resultados de mayor resistencia a la fractura para GC (1128,35±249.17), GMGIC (1250.77±173.29) y GN (1277.22±433.44) ( $p<0.05$ ). Se observaron fracturas más favorables con GCO, GC y GN ( $p<0.05$ ). Concluyeron que los dientes restaurados con composite y CIV modificado presentaron la misma resistencia que los dientes intactos. Los dientes restaurados con Coltosol y GGIC presentaron una resistencia similar a los dientes no restaurados.<sup>10</sup>

Khalil W., Alghamdi F. y Aljahdali E. (2020) en Arabia Saudita ejecutaron un estudio cuya finalidad fue evaluar la resistencia a la fractura de 40 dientes premolares con cavidades de reabsorción radicular interna (IRC), reparados con tres tipos de cementos: ionómero de vidrio (GIC), gutapercha (GP) y EndoSequence® Root Repair Material TM (RRM); de la muestra, diez fueron el grupo control (recibió la obturación completa de los conductos radiculares), los 30 restantes, la IRC se preparó con fresas gates-glidden. Los 8mm apicales se obturaron a nivel del IRC mediante la técnica de cono único; luego se separó en tres grupos para cada material. Las muestras se escanearon a nivel del IRC con un sistema de microtomografía computarizada (micro-CT) y se midió el volumen de los IRC y los porcentajes de vacíos en los materiales de relleno. Los especímenes fueron sometidos a pruebas de fractura. Se observó que el grupo control mostró un valor medio de resistencia a la fractura significativamente mayor en comparación con los grupos con IRC ( $p<0.05$ ). No hubo diferencia significativa entre GIC y RRM, mientras que el grupo GP tuvo una resistencia a la fractura significativamente menor que los otros grupos con IRC probados ( $p<0.05$ ). En cuanto a los vacíos en la obturación fue significativamente mayor en el grupo GIC en comparación con los grupos GP y RRM ( $p<0.05$ ). Concluyeron que el material de reparación radicular EndoSequence dio más resistencia a los dientes que la técnica GP/sellador cuando se usan ambas para rellenar una cavidad de reabsorción. Y, la resistencia a la fractura de los dientes rellenados con RRM fue cercana a la obtenida con GIC.<sup>11</sup>

Grajewska E., Saunders W. y Chadwick R. (2020) en Reino Unido ejecutaron un estudio cuya finalidad fue comparar la resistencia a la fractura de raíces humanas extraídas con

taponos apicales de agregados de trióxido mineral (MTA) mezclado con solución salina tamponada con fosfato (PBS) libre de Ca y Mg o agua, con y sin hidróxido de calcio (CH) premedicación del canal. Para ello se evaluó 180 dientes de una sola raíz que parecieran raíces inmaduras y se dividieron en grupos de 20 especímenes, siendo: control negativo (recibió irrigación del canal solamente), control positivo (recibió terapia intracanal con CH durante 2 o 12 semanas), grupo 1: MTA mezclado con agua: (i) sin premedicación con CH-MTA(w), (ii) después de 2 semanas CH premedicación-2/52CH+MTA(w), y (iii) después de la premedicación de CH de 12 semanas: 12/52CH+MTA(w); y el grupo 2: se usó MTA mezclado con PBS: (i) sin premedicación con CH-MTA(PBS), (ii) después de 2 semanas de premedicación con CH:2/52CH+MTA(PBS); y (iii) después de la premedicación con CH de 12 semanas:12/52 CH+MTA(PBS). Luego se aplicó una fuerza de compresión a cada raíz hasta el punto de fractura. Se mostró que no hubo diferencia significativa entre los grupos MTA(w), MTA(PBS) y 2/52CH+MTA(PBS), y los 3 grupos fueron significativamente más resistentes a fractura que el control negativo ( $p<0.01$ ,  $p<0.05$  y  $p<0.05$ , respectivamente). Concluyeron que el trióxido mineral mezclado con solución salina tamponada con fosfato libre de Ca y Mg tuvo un efecto fortalecedor significativo en la resistencia a la fractura de raíces estructuralmente débiles, incluso cuando se había usado una premedicación con hidróxido de calcio a corto plazo. El MTA mezclado con agua perdió su efecto fortalecedor sobre las raíces humanas cuando se había usado un pretratamiento con CH de 2 o 12 semanas. El uso del apósito CH durante un máximo de 12 semanas no tuvo ningún efecto negativo sobre la resistencia a la fractura de las raíces humanas.<sup>13</sup>

Sarraff P., Nekoofar M., Sheykhrezae M. y Dummer P. (2019) en Irán desarrollaron una investigación cuyo objetivo fue comparar la resistencia a la fractura de raíces bovinas inmaduras al utilizar ProRoot MTA, CEM cement y Biodentine como materiales de obturación radicular. Para ello se desarrolló un modelo de diente bovino inmaduro extrayendo las porciones coronal y apical de 70 incisivos bovinos 8mm por encima y 12 mm por debajo de la unión amelocementaria. Luego, las muestras se dividieron en 5 grupos: ProRoot MTA, cemento CEM, Biodentine, sellador de gutapercha / AH26 y control. Posterior a la obturación, y al montado en resina acrílica, las muestras se cargaron

hasta la fractura. Se mostró que los especímenes en los grupos Biodentine (2196N) y ProRoot MTA (2103N) tuvieron una resistencia a la fractura significativamente mayor en comparación con el grupo control ( $p=0.01$ ). No se encontraron diferencias significativas entre el cemento CEM, la gutapercha y el sellador AH26 y los grupos de control. No se produjeron diferencias significativas entre los cuatro grupos experimentales ( $p=0.45$ ). Concluyeron que el relleno del espacio del conductor radicular con ProRoot MTA y Biodentine contribuyó a valores más altos de resistencia a la fractura.<sup>14</sup>

Turker S., Uzunoglu E., Sungur D. y Tek V. (2018) en Turquía realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la resistencia a la fractura (RF) de dientes con cavidades perforantes de reabsorción interna simuladas reparadas con diferentes cementos a base de silicato de calcio (CSC) y materiales de relleno. Para ello se utilizó 96 dientes premolares mandibulares, 12 de ellas son el grupo control negativo y 12 el grupo control positivo, el resto de raíces fue instrumentada con limas rotatorias y se preparó cavidades internas de reabsorción estandarizadas. Los 4 mm apicales de los 72 conductos radiculares restantes se obturaron con la técnica de un solo cono y se dividió en 6 grupos según las CSC usadas para la preparación de caries y materiales de relleno, siendo: primero, MTA+MTA; segundo, MTA+gutapercha/sellador; tercero, Biodentine+Biodentine; cuarto, Biodentine+gutapercha/sellador; quinto, MTA Plus+ MTA Plus y sexto, MTA Plus+ gutapercha/sellador. Luego, las muestras se incrustaron en resina acrílica y fueron sometidas a prueba de fractura. Se mostró que no hubo diferencia significativa entre los CSC independientemente de los materiales de relleno ( $p>0.05$ ). El segundo, cuarto y sexto grupo mostraron una resistencia a la fractura significativamente más bajo en comparación con los grupos primero, tercero y quinto, respectivamente ( $p<0.05$ ). La RF más alta se observó en el tercer grupo y el más bajo en el sexto grupo. La RF del grupo control positivo fue estadísticamente más bajo que los grupos completamente llenos de CSC ( $P<0.05$ ), mientras que el RF del grupo control negativo fue estadísticamente más alto que los grupos combinados con gutapercha y sellador ( $p<0.05$ ). Concluyeron que el relleno con CSC puede ser un material preferible a la combinación de gutapercha/sellador para las raíces con reabsorciones internas perforadas.<sup>15</sup>

Osiri S., Banomyong D., Sattabanasuk V. y Yanpiset K. (2018) en Tailandia desarrollaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar el refuerzo de 84 raíces dentarias de premolares mandibulares bilaterales, con los siguientes materiales: cono/sellador de biocerámica (BCS / TotalFill, FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fons, Suiza), mediante la investigación de la resistencia a la fractura, la fuerza de unión al empuje, la penetración del sellador y el módulo de elasticidad (MOE) en comparación con el material gutapercha/AH Plus (GP/AH – Dentsply Maillefer, Tulsa, OK). La muestra se organizó en 4 grupos, diez para cada uno (raíces intactas o control negativo, raíces preparadas o control positivo, raíces obturadas con BCC/BCS y GP/AH). Los conductos radiculares se obturaron con la técnica de cono único emparejado y se cargó verticalmente con una punta similar a un espaciador hasta la fractura. Se mostró que la carga de fractura de BCC/BCS, GP/AH y las raíces intactas no fue significativamente diferente pero significativamente mayor que las raíces preparadas no obturadas. Y, BCC/BCS proporcionó una mayor fuerza de unión, profundidad máxima y penetración circunferencial en el nivel apical de la raíz, así como una mayor área de penetración del sellador en todos los niveles en comparación con GP/AH. El MOE de todos los materiales fue mucho más bajo que el de la dentina. Concluyeron que BCC/BCS y GP/AH unieron y reforzaron las raíces preparadas, sus resistencias a la fractura fueron similares a las raíces intactas.<sup>16</sup>

Phukan A., Mathur S., Sandhu M. y Sachdev V. (2017) en India desarrollaron un estudio cuya finalidad fue comparar los efectos in vitro de 4 selladores de conductos radiculares diferentes sobre la resistencia a la fractura de los dientes tratados con endodoncia. Se empleó una muestra de 75 dientes humanos recién extrídos, los cuales se dividieron en 5 grupos, según los tipos de selladores endodónticos usados (grupo 1: AH Plus, grupo 2: MTA Fillapex, grupo 3: Apexit, grupo 4: sellador convencional de óxido de zinc-eugenol (ZOE) y grupo 5: control (dientes no obturados), para todos ellos se usó gutapercha. Los dientes se incrustaron en bloques de resina acrílica y la fuerza de fractura se midió usando una máquina de prueba universal (Asian test equipments). Se mostró que el grupo 1 y 2 mostraron mayor resistencia a la fractura que los otros tres grupos. Hubo una diferencia comparable en la fuerza de fractura entre el grupo 1 y el 2. Además, no hubo diferencia estadística significativa entre el grupo 3 y el 4 y entre el grupo 4 y el 5. Concluyeron que

el sellador a base de resina fue más efectivo en comparación con otros selladores y el grupo de control. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre ZOE y el grupo control.<sup>17</sup>

Dibaji F., Afkhami F., Bidkhorji B. y Kharazifard M. (2016) en Irán ejecutaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la resistencia a la fractura de las raíces luego de la aplicación de diferentes selladores, incluidos Epiphany, iRoot sealer y AH-Plus. Para ello se usó 50 premolares humanos extraídos de un solo canal sin caries, curvado o grietas; las coronas se cortaron para producir raíces de 13mm de largo. El grupo control negativo constó de 5 especímenes y se dejaron sin preparar. Las otras 45 raíces fueron preparadas usando limas rotatorias ProTaper hasta F3 y luego se dividió en 3 grupos según el tipo de sellador (n=15); para la obturación se usó la técnica de condensación lateral en frío con gutapercha y sellador AH-Plus, gutapercha y sellador iRoot y sellador Resilon y Epiphany, respectivamente. Luego, las raíces fueron montadas en moldes acrílicas para probar su resistencia a la fractura y se sometieron a una carga de compresión a una velocidad de cruceta de 1mm/min hasta la fractura. Se mostró que la resistencia media a la fractura fue de  $673.38 \pm 170.42$ N en AH-Plus,  $562.0 \pm 184.68$ N en iRoot,  $708.03 \pm 228.05$ N en Resilon y  $592.59 \pm 117.29$ N en el grupo control. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos experimentales y el grupo control negativo ( $p=0.26$ ). Concluyeron que la aplicación de selladores AH-Plus, biocerámicos y Resilon no cambió la resistencia a la fractura de las raíces en comparación con la de los conductos radiculares no preparados.<sup>18</sup>

### **Antecedentes Nacionales**

A nivel nacional, la escasez de investigaciones respecto al tema de investigación propuesto; justifica efectuar el presente estudio. No obstante, se cita a continuación un reciente estudio:

Navarro B. (2021) desarrolló un estudio cuya finalidad fue identificar la resistencia a la compresión de la microdureza superficial de 4 cementos a base de silicato de calcio, siendo: cemento Portland blanco, cemento portland gris, mineral trióxido agregado (MTA Angelus) y Biodentine<sup>TM</sup>. Para ello se empleó 80 cuerpos de prueba (discos de cemento),

siendo 20 para cada grupo; a su vez se dividió en 2 subgrupos, haciéndose la medición a las 24 horas (primer momento) y a las 48 horas (segundo momento). Para medir la microdureza se empleó un microdurómetro de Vickers, ejerciéndose 3 indentaciones de 10gr, 25gr y 50 gr. Se mostró que la resistencia compresiva de la microdureza superficial para Biodentine, Portland blanco, Portland gris y MTA Angelus; en el 1<sup>er</sup> momento (24 horas) tuvo valores de 33.3kg/mm<sup>2</sup>, 6.18kg/mm<sup>2</sup>, 6.81kg/mm<sup>2</sup> y 5.07kg/mm<sup>2</sup>, respectivamente; y en un 2<sup>do</sup> momento, estas fueron 38.42kg/mm<sup>2</sup>, 7.95kg/mm<sup>2</sup>, 8.41kg/mm<sup>2</sup> y 7.44kg/mm<sup>2</sup>, respectivamente. Estas diferencias de los grupos no fueron estadísticamente significativas ( $p>0.05$ ). Concluyó que Biodentine mostró mayor resistencia compresiva de la microdureza superficial en comparación con el MTA Angelus, el cemento Portland blanco y Portland gris, en el 1er y 2<sup>do</sup> momento de evaluación.<sup>19</sup>

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Tratamiento de conducto**

La endodoncia, aunque fue reconocida como una especialidad en 1963 por la American Dental Association, ha estado en la práctica odontológica desde el año 200 a.C.; su evolución ha constado de un proceso gradual, debido a su interrelación con otras ciencias (como la microbiología, fisiología, patología, anatomía, materiales dentales, entre otros); por lo que se convirtió en una disciplina bien sofisticada.<sup>20</sup> Considerada como una rama de la odontología que se ocupa de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dentaria humana y los tejidos perirradiculares; es decir, esta ciencia incluye el estudio del tejido normal y lesionado, así como del tratamiento de las enfermedades y lesiones de la pulpa y afecciones perirradiculares asociadas.<sup>21</sup>

Por otro lado, el tratamiento de conducto o endodoncia es un tipo de tratamiento de endodoncia;<sup>22</sup> es un procedimiento en el que se extrae una pulpa inflamada o infectada y se limpia, desinfecta el interior del diente, luego se obtura y sella con un material de restauración,<sup>23</sup> además el tratamiento de endodoncia se basa en un análisis de toda la información de diagnóstico.<sup>24</sup> El objetivo del tratamiento del conducto radicular es

eliminar las bacterias del sistema del conducto radicular,<sup>25</sup> para permitir la cicatrización y evitar el reingreso microbiano; asimismo prevenir y tratar la periodontitis apical,<sup>26</sup> y prevenir la reinfección después del tratamiento del conducto radicular, para ello es esencial la eliminación completa de los materiales infecciosos en el conducto radicular y la obtención de un sello hermético,<sup>27</sup> completo de los conductos tanto coronal como apicalmente;<sup>28</sup> y los dentistas para el logro de la limpieza y desinfección del sistema de conductores radiculares, lo realiza mediante la eliminación mecánica de la dentina infectada y la eliminación química de las bacterias remanentes, así como los desechos contaminantes inorgánicos y la dentina en el conducto radicular.<sup>25, 29</sup>

Las principales etapas del tratamiento endodóntico y la base del procedimiento comprenden de una serie de enfoques que comienzan con la apertura de acceso, preparación biomecánica del diente, limpieza y control microbiano y obturación.<sup>30</sup>

La cavidad de acceso endodóntico es el primer paso del tratamiento endodóntico no quirúrgico, los objetivos de una preparación de acceso se han establecido desde hace varias décadas, y consisten en eliminar cualquier caries, desopercular la cámara pulpar, localizar todos los orificios del conducto y establecer un acceso en línea recta a los conductos, conservando al mismo tiempo la estructura dental restante. Incluso, en la última década se han propuesto preparaciones de cavidades de acceso mínimamente invasivas con el fin de preservar la dentina pericervical, crestas oblicuas y crestas marginales, ya que se ha mencionado que la eliminación de los tejidos duros dentarios por conveniencia clínica incrementa potencialmente las posibilidades de fractura del diente.<sup>31</sup>

La preparación biomecánica es un componente importante para el éxito del tratamiento del canal radicular. El objetivo de este paso es formar una cónica continua con el menor diámetro en el foramen apical y el mayor en orificio para permitir una irrigación y una obturación eficaces, utilizando técnicas e instrumentos que tengan la mayor precisión y el menor tiempo de trabajo. Además, se ha descrito que los 3

elementos principales de este proceso comprenden de la eliminación mecánica del tejido pulpar y de la dentina infectada, la irrigación del canal radicular y la medicación intracanal, siendo esta última aplicada en ciertos casos.<sup>32</sup>

Por otra parte, históricamente se han aplicado dos técnicas principales para limpiar y dar forma a los conductos radiculares: Step-back (esta preparación apical conservadora con ensanchamiento coronal, pero también se asocia a ciertas limitaciones, como el hecho de que requiere mucho tiempo y los errores de procedimiento) y Crown-down (moldea inicialmente el tercio coronal mientras que la preparación apical se realiza posteriormente; esto es beneficio porque permite la eliminación temprana de la dentina coronal, que suele ser el principal obstáculo para conseguir y mantener la longitud de trabajo durante cualquier procedimiento de limpieza y modelado);<sup>33</sup> además, de técnicas híbridas, el limado, el escariado, el watch-winding, el limado circunferencial y las manipulaciones de fuera equilibrada.<sup>29</sup> Por otro lado, para la preparación del conducto radicular se dispone de una variedad de instrumentos tanto manuales como rotatorios. Tradicionalmente, la preparación biomecánica se realiza con limas manuales de acero inoxidable,<sup>34</sup> pero la introducción de instrumentos de níquel – titanio en las últimas décadas ha llevado a una mejora significativa de la calidad de este proceso y menos daño iatrogénico, incluso en conductos severamente curvados.<sup>26</sup> En la actualidad, se recomiendan muchas técnicas para la preparación biomecánica, pero el uso de instrumentos rotatorios de níquel – titanio es el más popular.<sup>35</sup> Es así que, en los últimos años, los avances de los sistemas de níquel - titanio han llevado a nuevos diseños y técnicas de instrumentación del canal radicular,<sup>34</sup> estos sistemas que se mejoran constantemente en varios aspectos; diseños, materiales y modos de rotación; estas innovaciones reducen el tiempo necesario, la complejidad en el uso, la fatiga de los médicos y, por lo tanto, aumentan las tasas de éxito de estos instrumentos.<sup>35</sup>

Referente al desbridamiento químico, es considerado también uno de los pasos más importantes del tratamiento de conductos radiculares, ya que se dirige a las zonas no alcanzadas y proporciona una desinfección completa de los conductos. La eficacia de

este paso puede aumentar utilizando diferentes técnicas / dispositivos de agitación e irrigación.<sup>36</sup> Los sistemas de irrigación pueden dividirse en dos grandes categorías, las técnicas de agitación manual y los dispositivos de agitación asistidos por máquinas.<sup>37</sup> Por otro lado, se ha descrito con el fin de subsanar carencias de la irrigación manual con jeringa y agujas comunes, en los últimos años se han desarrollado estrategias para activar la irrigación, como las técnicas subsónicas, sónicas, ultrasónicas, laser y manual dinámica.<sup>38</sup>

El arsenal de soluciones de irrigación diseñadas para el tratamiento endodóntico y disponibles comercialmente es amplio; y su elección de la solución correcta depende de la combinación de las propiedades de la solución asociadas a los efectos que se quieren obtener con la irrigación según la condición clínica.<sup>39</sup> Los efectos a conseguir con la irrigación en endodoncia son principalmente tres: químicos (disolución de tejido orgánico e inorgánico, eliminación de residuos de dentina y barrillo dentinario; estos efectos pueden esperarse de irrigantes químicamente activos, como el hipoclorito de sodio y el EDTA), mecánica (lubricación del conducto, eliminación mecánica de microorganismos / biopelículas, restos de tejido pulpar, así como restos de dentina gracias a las fuerzas aplicadas por el flujo del irrigante; estos efectos pueden ser esperado tanto de irrigadores químicamente activos, como el NaOCl, y de irrigantes inertes como el agua o la solución salina) y biológico (eficacia contra los microorganismos anaerobios y facultativos, erradicación o inactivación de biopelículas e inactivación de endotoxinas).<sup>40</sup> En la actualidad, los irrigantes más utilizados en endodoncia son hipoclorito de sodio (NaOCl), clorhexidina (CHX) y etilendiaminotetraacético (EDTA).<sup>41</sup>

La obturación del conducto radicular señala la acción complementaria y expresiva de la tríada endodóntica, esto subraya el concepto de eliminación de huecos dentro de los canales. Técnicamente, el objetivo de este proceso consiste en sellar el sistema de conductos radiculares (sellando toda entrada y salida de posibles infiltraciones en los conductos radiculares) con un material inerte y antiséptico que ofrezca protección a los tejidos periapicales; además, este proceso favorece el proceso de reparación

apical.<sup>22</sup> Por lo que, lograr una obturación homogénea, impermeable y libre de huecos juega un papel crucial en el éxito del tratamiento endodóntico.<sup>42</sup> Tradicionalmente, la obturación del conducto radicular se realiza con gutapercha y selladores de conducto radicular para sellar herméticamente el conducto radicular.<sup>43</sup> Asimismo, se ha identificado una serie de características que deberían estar presentes en un material de obturación de conductos radiculares ideal, tanto en los selladores como en los materiales núcleo (central/puntas), estos comprenden ser: biocompatible dentro del conducto radicular y en el ápice radicular; dimensionalmente estable; capaz de adaptarse a los contornos de los conductos radiculares individuales, asegurando así que los conductos estén sellados tanto apical como lateralmente; insoluble en fluidos tisulares y no afectado por ellos; bacteriostático; radiopaco; capaz de ser removido fácilmente si es necesario; sin pigmentar (tanto en el diente y en los tejidos gingivales); y fácilmente manipulable en condiciones clínicas.<sup>44</sup>

Se han propuesto diferentes técnicas de obturación para rellenar el sistema de conductos radiculares,<sup>45</sup> siendo la condensación lateral la técnica más utilizada.<sup>46</sup> No obstante, las técnicas pueden clasificarse según el modo de uso práctico, siendo: la técnica de cono único, técnica de conos múltiples, gutapercha quimioplastificada, obturación de gutapercha inyectable termoplastificada, obturaciones radiculares sólo en pasta, SPAD/resorcinol formaldehído.<sup>5</sup> Por otro lado, también pueden ser agrupadas en dos conjuntos de técnicas para obturar los conductos radiculares con gutapercha: núcleo sólido o “gutapercha fría” (algunas de estas técnicas incluyen la técnica de un solo cono y la compactación / condensación lateral) y núcleo ablandado o “gutapercha tibia / métodos térmicos” (algunas de estas técnicas incluyen la compactación vertical tibia, a veces con varias modificaciones, la técnica de onda continua, la gutapercha moldeada por inyección y la técnica de portador de núcleo/obturador termoplastificado.<sup>47</sup>

Los estudios clínicos señalan que la filtración apical de los materiales de obturación del conducto radicular es la causa vital de los fracasos del tratamiento endodóntico, y se estima la capacidad del sellado de un material de obturación o de un método de

obtención, generalmente midiendo la extensión y la trayectoria de penetración de un agente trazador en el conducto.<sup>48</sup> Además, según la Asociación Estadounidense de Endodoncistas (AAE), existen criterios clínicos y radiográficos para juzgar el éxito técnico de un empaste de conducto. Clínicamente, para que un caso se considere exitoso, las pruebas de rutina como la palpación, la percusión, el sondaje periodontal y la inspección visual de la restauración coronal final deben revelar resultados normales durante las visitas de seguimiento periódicas;<sup>49</sup> y la evaluación radiográfica posterior al tratamiento para la evaluación de la obturación radicular consiste en considerar los siguientes tres criterios radiográficos: la longitud, la conicidad, la densidad.<sup>50</sup> Y, de acuerdo con lo indicado por la Sociedad Europea de Endodoncia (ESE), los criterios radiográficos de un adecuado tratamiento de conducto incluyen tener una conicidad constante desde el orificio hacia el ápice, la ausencia de vacíos dentro del relleno o entre las paredes de los canales radiculares; además, de una longitud adecuada, colocándose lo más cerca posible de la constricción apical, es decir, entre 0.5 y 2mm del ápice radiográfico.<sup>49</sup>

### **2.2.2. Selladores endodónticos**

Los selladores de conductos radiculares o cemento es definido por la AAE, como aquel cemento dental radiopaco que se utiliza, generalmente en combinación con un material central sólido o semisólido, para llenar los vacíos y sellar los conductos radiculares durante la obturación;<sup>21</sup> para establecer un sellado tridimensional adecuado e inducir la formación de tejido duro en los resultados de la curación.<sup>51</sup> Los selladores son una parte integral de una obturación exitosa porque además del cierre de espacio vacío en el sistema de conductos, también son capaces de rellenar irregularidades dentro del sistema de conductos y de ocluir conductos accesorios, así como istmos entre conductos.<sup>5</sup> Grossman describió las propiedades de un sellador ideal, incluidas las siguientes: proporciona una buena adhesión entre él y la pared del canal cuando se fragua; establece un sello hermético; sin contracción al fraguar; insoluble en fluidos tisulares; tolerante al tejido;<sup>52</sup> tiempo de fraguado lento, radiopacidad para que se pueda ser visualizado en la radiografía, propiedades bacteriostáticas o al menos no favorecer el crecimiento bacteriano, ausencia de

tinción, solubilidad en solventes, común si es necesario eliminarlo, debe quedar pegajoso al mezclarlo, no irritar el tejido periapical.<sup>5,26</sup> las partículas de polvo deben ser muy finas para que puedan mezclarse fácilmente con el líquido, no debe provocar una respuesta inmunitaria en tejido perirradicular y no debe ser ni mutagénico ni cancerígeno.<sup>53</sup>

Las funciones de un sellador endodóntico son las siguientes:<sup>53</sup>

- Sellador como cemento (fijación / agregación): los selladores actúan como aglutinantes de los conos de gutapercha en la técnica de obturación por condensación lateral y también sirven para unir la gutapercha a la pared dentinal.
- Sellador como relleno: los selladores se utilizan para rellenar huecos entre el material del núcleo y la pared del conducto radicular, entre el cono individual, las irregularidades del conducto radicular y las zonas inaccesibles del conducto radicular.
- Bioactividad: los selladores pueden influir en la respuesta del huésped al interactuar activamente con el contorno tisular local. Los selladores a base de hidróxido de calcio y MTA pueden considerarse selladores bioactivos.
- Sellador como agente antibacteriano: los selladores deben ser capaces de controlar o restringir el crecimiento bacteriano. Los selladores a base de zinc eugenol, hidróxido de calcio y silicato de calcio tienen importantes propiedades antibacterianas.
- Sellador como lubricante: cuando se usan con materiales de obturación sólidos / semisólidos, los selladores actúan como un lubricante que ayuda a asentar fácilmente el material de obturación en la zona apical.
- Los selladores también pueden actuar como marcadores de reabsorciones radiculares, fracturas radiculares de canales accesorios y otros espacios en los que el material del núcleo principal no puede penetrar, facilitando así su determinación clínica o radiográfica.

Los selladores de conductos radiculares pueden clasificarse según su constituyente

primario (ingrediente principal) pueden ser:<sup>54</sup>

- **Sellador que contiene óxido de zinc y eugenol (ZOE):** considerado como los selladores estándar de oro; sin embargo, tiene ciertas desventajas como la reabsorción lenta, la irritación de los tejidos periapicales y la necrosis del hueso y el cemento, altera el camino del diente sucedáneo,<sup>55</sup> contrae al fraguar, soluble, puede manchar la estructura dental, puede afectar negativamente a la adhesión de los materiales de base; y como ventajas se menciona a su tiempo de fraguado lento, su efecto antimicrobiano y la radiopacidad.<sup>5</sup> Estos selladores, a su vez pueden dividirse en sellador con base de eugenol y sin base de eugenol. El óxido de zinc es el ingrediente principal de todos los selladores a base de ZOE. Algunos de los selladores a base de ZOE contiene agentes medicinales como el paraformaldehído, corticoides y metales pesados. Entre los selladores a base de eugenol se cita a la fórmula de Rickert, cemento de Grossmans, cemento de Wach y Endometasona; y los selladores sin eugenol pueden ser el Kloropercha N-0 y SPAD.<sup>54</sup>
  
- **Sellador que contiene yodoformo:** el yodoformo es adecuadamente biocompatible con los distintos tejidos dentales y también se ha utilizado durante mucho tiempo como aditivo radiopaco antimicrobiano en materiales de obturación radicular y pulpar a base de hidróxido de calcio y resina.<sup>56</sup> Ejemplos de estos selladores es la pasta de yodoformo y Vitapex.<sup>54</sup>
  
- **Sellador con hidróxido de calcio:** se usa como sellador ya que tiene buenas propiedades osteogénicas y cementogénicas; también es útil en el caso de lesiones periapicales, ya que fija la cicatrización periapical, efecto antimicrobiano y radiopaco y como desventaja se cita su solubilidad y puede debilitar la dentina.<sup>5</sup> Ejemplos de ellos son: Sealapex, Apexit, Apexit plus, Vitapex y sellador de conductos radiculares calcibiótico.<sup>54</sup>
  
- **Sellador que contiene resina:** se consideran el estándar de oro en lo que respecta a las propiedades fisicoquímicas en comparación con otros selladores disponibles

en el mercado para ser usados con gutapercha; estos selladores presentan una baja solubilidad, desintegración y una adecuada estabilidad dimensional; sin embargo, los selladores a base de resina no consiguen la obturación 3D debido a la ausencia de enlaces químicos entre el poliisopreno de los conos de gutapercha y los componentes de los selladores, lo que conduce a posibles microfugas; además, carecen de propiedades biomiméticas que serían esenciales para el sellado a largo plazo de los sistemas de conductos radiculares.<sup>57</sup> Por otro lado, se ha descrito que las ventajas que poseen es la buena adherencia a la pared y al núcleo, no contiene eugenol y fraguado lento; y como desventajas, algunas de las presentaciones liberan formaldehído al fraguar, la fuerza de adhesión se ve comprometida por el uso de clorhexidina y la adhesión comparable a la de los selladores convencionales.<sup>5</sup> Ejemplos de estos selladores son: selladores a base de resina de polivinilo, como Diaket y Diaket A; selladores que contienen resina de metacrilato, como Hydron (1<sup>era</sup> generación), EndoREZ y Realseal (2<sup>da</sup> generación), Epiphany y Fibrefill (3<sup>era</sup> generación) y Realseal SE, Metaseal SE y Smartseal (4<sup>ta</sup> generación) y selladores que contienen resina epoxi, como AH26 y AH plus.<sup>54</sup>

- **Sellador que contiene ácido poliacrílico:** propuesto por Smith y McComb, contiene principalmente ácido poliacrílico líquido y óxido de zinc en polvo; se describe su difícil eliminación en los casos de retratamiento; por lo que, su uso es muy limitado como sellador de conductos radiculares,<sup>54</sup> y su mínimo efecto antimicrobiano como desventajas y como ventaja, su propiedad de adhesión a la dentina.<sup>5</sup> Ejemplos de estos son: cemento de policarboxilato, ionómero de vidrio (Ketac Endo).<sup>54</sup>
- **Sellador a base de silicona:** estos selladores están compuestos por polimetilvinilsiloxano que contiene una sal de platino y polimetilhidrogenosiloxano y se fijan por reacción de adición entre los grupos vinílicos unidos a la cadena de polidimetilsiloxano, formando el polímero.<sup>58</sup> Entre las ventajas se cita a la trituration, el largo tiempo de trabajo, rellena las

irregularidades del canal con consistencia y su compatibilidad; en cuanto a las desventajas se cita a la expansión ligera al fraguar, el tiempo de fraguado es inconsistente, el tiempo de fraguado se retrasa por el uso de hipoclorito de sodio.<sup>5</sup> Ejemplo de estos selladores son: el Guttaflow, la cual se mezcla con un triturador y requiere el uso de un único con cono maestro); Guttaflow 2 y RoekoSeal, las cuales se mezclan automáticamente.<sup>58</sup>

- **Sellador a base de MTA (agregado de trióxido mineral):** es un material sellador endodóntico ideal pero costoso,<sup>59</sup> tiene varias propiedades deseables como la alta biocompatibilidad, baja citotoxicidad, liberación de hidróxido de calcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), capacidad de sellado contra las bacterias y la saliva, características antibacterianas, capacidad de fraguado en presencia de sangrado o suero, resistencia a la compresión adecuada y dureza aceptable. A pesar de sus ventajas, el largo tiempo de fraguado y la difícil manipulación son los inconvenientes del MTA.<sup>60</sup> Ejemplos de estos selladores son: Endo-CMP-Sealer, MTA obtura ProRoot y Endo Sealer MTA Fillapex.<sup>54</sup>
- **Selladores biocerámicos con silicato de calcio y fosfato:** en la última década, los selladores a base de silicato de calcio (CSBS), a menudo llamados selladores “biocerámicos”, estos selladores exhiben varias propiedades; primero las físico-químicas: son hidráulicos e hidrocópicos con un proceso de fraguado particular, fluidez comparable con otros selladores convencionales (como los selladores a base de resina epoxi como AH Plus), son hidrófilicos, estabilidad dimensional, solubilidad, adhesión e interacción con las paredes de dentina, adhesión entre la gutapercha y el sellador, mayor radiopacidad, la microdureza puede afectar la eliminación de CSBS cuando se indica un nuevo tratamiento no quirúrgico; y las propiedades biológicas siendo: estudios han citado ninguna diferencia en la genotoxicidad del CSBS, no es citotóxico, es biocompatible, posee actividad antimicrobiana y bioactividad. En cuanto a la calidad de obturación de estos selladores, se ha mostrado resultados comparables al evaluar la incidencia de huecos usando micro-CT y respecto a la retirabilidad, se ha citado la posible

dificultad en los procesos de retratamiento, esto debido a la dificultad en el fraguado y a la creación de hidroxapatita en su interfaz con la dentina; además de su capacidad de penetrar en el túbulo dentinario.<sup>61</sup> Ejemplos de estos selladores son: Endosequence/iRoot SP, iRoot BP y Bioaggreagate.<sup>54</sup>

- **Selladores que contienen fosfato de calcio:** es un tipo de selladores biocerámicos. Recientemente, estos selladores han atraído una atención considerable debido a sus propiedades físicas y biológicas, como su pH alcalino, su estabilidad química en el entorno biológico y su falta de contracción; además estos selladores mejoran las propiedades de fraguado de las biocerámicas y dan a una composición química y una estructura cristalina similar a la de los materiales de apatita del diente y del hueso, mejorando así la adhesión del sellador a la dentina radicular.<sup>62</sup> Ejemplos de estos selladores son: Capseal I, Capseal II,<sup>54</sup> Cera Seal.<sup>62</sup>

### 2.2.3. Cementos hidráulicos en endodoncia utilizados en el estudio de investigación

Los cementos hidráulicos reparadores y selladores endodónticos considerados en el presente estudio son los siguientes:

- **Biodentine™** (Septodont, Saint Maur des Fosses, Francia): es un material biocerámico introducido en el año 2010,<sup>63</sup> o un cemento a base de silicato de calcio, que se introdujo como un material de “reemplazo de dentina o reparación de dentina”.<sup>64</sup> Este material incluye una amplia gama de aplicaciones (como el recubrimiento pulpar, pulpotomías, relleno del extremo radicular, sustituto de dentina, reparación de perforación, relleno del conducto radicular y cierre del ápice).<sup>63</sup> Es un sustituto de dentina bioactivo de fraguado rápido,<sup>65</sup> disponible en forma de cápsula que contiene la proporción ideal de polvo y líquido; siendo la composición de polvo, el silicato tricálcio altamente purificado (80.1%) como material principal, el carbonato de calcio (14.9%) y óxido de circonio (un radioopacificador); y el líquido contiene agua, cloruro de calcio (usado como acelerador de fraguado) y un polímero hidrosoluble como agente reductor de

agua.<sup>63,65</sup> Por otra parte, se ha informado características prometedoras como su biocompatibilidad, bioactividad, capacidad de biomineralización, actividad antibacteriana, gran capacidad de sellado,<sup>66</sup> homogeneidad, alta resistencia a la compresión,<sup>64</sup> biomimético, inductor de dentina terciaria, pH inicial alto en consecuencia a ello se debe su acción antibacteriana, puede ser usado como material de restauración a granel o temporal, interactúa con el intercambio iónico y a través de la formación de etiquetas minerales en los túbulos dentinarios, forma un fuerte vínculo a través de la formación de la capa interfacial compuesta de fase CSH, favorece la liberación de citoquinas y factores de crecimiento de la matriz dentinaria y no requiere acondicionamiento previo.<sup>67</sup> En comparación con su precursor (MTA) tiene un tiempo de fraguado más corto, una mayor viscosidad, una aplicación más fácil y una menor decoloración, con características físicas mejoradas.<sup>66</sup> Referente a los problemas clínicos descritos se cita la baja resistencia a la compresión en comparación con otros materiales restauradores, radiopacidad baja en comparación con el MTA, necesita un procedimiento de dos visitas ya que la fuerza inicial se adquiere a las 48 horas, largo tiempo de fraguado y de trabajo, aunque el tiempo de fraguado se acelera en un ambiente húmedo, no puede usarse como liners ya que es posible colocar capas delgadas, relativamente caro y difícil recuperarla ya que forma un fuerte vínculo con la dentina a través de su capa interfacial.<sup>67</sup>

Respecto a la química del Biodentine y su relación con la resistencia, se describe que los productos finales del Biodentine son los responsables de la unión, la fuerza, la actividad antimicrobiana y la inducción de odontoblastos; así mismo, los productos finales formadores dependen del tamaño de las partículas, la forma y la distribución de los constituyentes iniciales del Biodentine. Es así que, la reacción de fraguado o endurecimiento se inicia con la incorporación de agua a medida que cada uno de los componentes de Biodentine se va hidratando, el silicato de calcio y el carbonato de calcio que actúan como rellenos contribuyen a la resistencia, y el silicato tricálcico es responsable de la resistencia inicial y el endurecimiento de Biodentine, mientras que el silicato dicálcico está presente

como subproducto, y contribuye a la resistencia en tiempos posteriores.<sup>67</sup>

- **NeoPutty** (NuSmile, Houston, TX, USA): desarrollado en 2016 por la doctora Carolyn Primus.<sup>68</sup> Es biocerámico bioactivo premezclado que consiste en un polvo inorgánico extremadamente fino de silicato tricálcico / dicálcico en un líquido orgánico sin agua; el producto está presentado en un envase listo para su uso (no requiere mezclar), además está diseñado para fraguar *in vivo* en presencia de humedad de los tejidos circundantes.<sup>69</sup> Entre sus componentes destaca el silicato y aluminato tricálcico y dicálcico, tantalita, líquido orgánico patentado y estabilizadores.<sup>70</sup> Respecto a las características del NeoPutty, libera iones de calcio e hidróxido, promoviendo la formación de hidroxiapatita para asegurar el sellado (bioactivo), es dimensionalmente estable, es biocompatible, no citotóxico, más versátil, debido a una mayor indicaciones de tratamiento (tanto para procedimientos en contacto con el tejido pulpar vital, como cubrimiento pulpar directo e indirecto de la pulpa, revestimiento y base de la cavidad, pulpotomías, apexogénesis; y procedimientos en contacto con el tejido perirradicular, como la reparación de perforación, reabsorción radicular, obturación, relleno del extremo radicular de apexificación),<sup>71</sup> más radiopaco, solo fragua *in vivo* (en unas 4 horas) o en humedad (de los tejidos apicales, túbulos dentinarios o pulpa),<sup>69</sup> no decolora los dientes, libre de resinas,<sup>71</sup> de consistencia firme y no pegajosa (masilla uniforme y de baja adherencia hace que la colocación sea más rápida y fácil), con un pH alto (que promueve la respuesta osteogénica,<sup>72</sup> ante la prueba de estabilidad del producto mediante la prueba de lavado, el producto muestra inmediata resistencia al lavado, por lo que, puede enjuagar suavemente y completar la restauración o cementar una corona, inmediatamente después de colocar NeoPutty.<sup>69</sup>
- **NeoSEALER Flo®** (Avalon Biomed, Houston, TX, USA): es un cemento hidráulico sellador de canales radiculares biocerámico bioactivo,<sup>73</sup> basado en silicato tricálcico (matriz química), entre sus componentes destaca el silicato de calcio y aluminato de calcio, óxido de tantalio y líquido orgánico, presentación

pasta única.<sup>74</sup> Sellador con propiedades de manejo superiores, que promueve la formación de hidroxiapatita en la superficie para sellar y apoyar el proceso de cicatrización mediante la liberación de iones de calcio e hidróxido; es biocompatible, antimicrobiano, dimensionalmente estable y sin resina; el producto está presentado en un exclusivo empaque (Flex Flo Tips™) para minimizar el desperdicio del producto, es versátil (optimizado para técnicas de obturación de cono único y vertical caliente), no decolora los dientes, no citotóxico, no genotóxico, inicialmente con un alto pH (alcalino), que ha demostrado su beneficio al efecto antimicrobiano in vitro,<sup>73</sup> y su promoción de la respuesta osteogénica, tiempo de trabajo extendido (>40 minutos), tiempo de fraguado de 11 horas  $\pm$  1 hora, alto flujo (debido a sus partículas finas, permiten el llenado y sellado de los canales laterales), alta radiopacidad.<sup>75</sup> Indicado para la obturación y sellado de conductos radiculares.<sup>73</sup>

#### **2.2.4. Reabsorción radicular interna**

La reabsorción radicular es una condición patológica si se encuentra en los dientes permanentes, pero será un proceso fisiológico en los dientes deciduos. Esto puede resultar en la pérdida del diente, si no se diagnostica y trata correctamente, pudiendo ser un desafío endodóntico.<sup>6</sup>

Por otro lado, la reabsorción radicular interna (IRR) se define como un defecto de reabsorción del aspecto interno de la raíz causado por actividad odontoclástica asociada principalmente con inflamación pulpar crónica y trauma.<sup>76</sup> Comúnmente conocida como reabsorción intracanal,<sup>6</sup> o también llamada hiperplasia perforante crónica de la pulpa, granuloma interno o diente rosado de Mummery.<sup>77</sup> Su prevalencia es muy baja,<sup>12</sup> con valores que oscilan entre el 0.1% y el 1.6%.<sup>6</sup> La reabsorción dental interna es un hallazgo comparativamente raro, y su etiología no ha sido del todo aclarada;<sup>78</sup> no obstante, se ha asociado a ciertos factores como la inflamación crónica de larga data de la pulpa, pulpitis asociada a caries dental, traumatismos (lesiones por luxación), lesiones iatrogénicas (preparación del diente para una corona, procedimientos restauradores profundos, aplicación de calor sobre la pulpa,

pulpotomía con  $\text{Ca(OH)}_2$  e idiopática.<sup>77</sup>

Respecto a las particularidades histológicas, puede observarse una transformación metaplásica de las células pulpares normales en células mononucleares y clásticas multinucleadas o dentinoclastos, las cuales actúan en algunas ocasiones rápidamente y después presentan un período de letargo, cuando se movilizan con lentitud hacia las paredes dentinarias del espacio pulpar y las comienzan a reabsorber. Posteriormente, este defecto (o lagunas de reabsorción) son ocupadas por tejido granulomatoso; no obstante, también podría observarse una combinación de este tejido granulomatoso con tejido mineralizado semejando al hueso o al cemento radicular.<sup>79</sup>

Referente a las características clínicas, en etapa temprana la pieza dentaria es vital y negativa en casos avanzados, usualmente es asintomática (por lo que suele ser un hallazgo incidental, detectado casualmente por radiografías de rutina) hasta que la raíz está perforada,<sup>80</sup> ya que el paciente puede quejarse de dolor cuando la lesión perfora y el tejido queda expuesto a los fluidos orales;<sup>77,80</sup> lesión predominante dentro del tercio superior de la cámara pulpar y puede afectar tanto la corona como la raíz del diente; el hallazgo inicial es una resorción de la pared interna del conducto radicular que progresa en dirección centrífuga; pueden ocurrir cambios acompañantes como la reabsorción de la superficie de la raíz o del hueso alveolar, pero no son hallazgos obligatorios en la reabsorción interna,<sup>78</sup> los dientes más afectados son los incisivos centrales maxilares,<sup>77,80</sup> por lo general, un solo diente se ve involucrado, pero a veces varios dientes también están involucrados, suele ocurrir en ambas denticiones (propagándose más rápidamente en la dentición decidua) y el tejido de granulación puede manifestarse clínicamente como una “mancha rosada” donde la destrucción de la dentina coronaria es severa llevando a la aparición de dientes rosados.<sup>77</sup>

Además, la reabsorción radicular interna puede ser clasificados en:

- **Reabsorción interna por reemplazo o reabsorción metaplástica (IRR):** es un tipo de reabsorción relativamente poco común y tiene una etiología desconocida;

sin embargo, suele asociarse a antecedentes de traumatismo dental, caries o infecciones periodontales que afectan a la pulpa como principales factores contribuyentes. El aspecto histológico revela la presencia de un tejido duro metaplásico en sustitución de la dentina reabsorbida en la periferia del defecto, lo que sugiere reabsorción y reemplazo activos y simultáneos; el aspecto que tiene este tejido se parece al cemento o a los tejidos similares a los osteoides.<sup>81</sup> Representan zonas de destrucción y reparación. Esto ocurre esencialmente debido a la irritación de bajo grado del tejido pulpar.<sup>77</sup> Los signos y síntomas clínicos de este cuadro son indistinguibles de los IIR, por lo que se diagnostican en lesiones avanzadas; suelen ser asintomáticas; sin embargo, como las lesiones activas son parcialmente vitales durante la fase de reabsorción, pueden mostrar signos de pulpitis reversible o irreversible, o incluso llegar a procesos necróticos, y observarse signos y síntomas de periodontitis apical.<sup>81</sup> El diagnóstico se realiza radiográficamente, y tiene un aspecto radiográfico moteado,<sup>80</sup> y/o turbio; además la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) permite detectar con precisión la verdadera naturaleza, posición y extensión del defecto.<sup>81</sup>

- **Reabsorción inflamatorio interna (IIR):** es una forma de reabsorción interna en la cual se da la pérdida progresiva de dentina, está presente sin deposición de cualquier forma de tejido duro en la cavidad de reabsorción.<sup>77</sup> Esta lesión puede ocurrir como resultado de un daño en la predentina ya sea por un traumatismo debido a una irritación física o química o por una infección bacteriana en la inflamación pulpar crónica.<sup>81</sup> Esta es una presentación clínica algo rara en los dientes permanentes, suele ser asintomática, detectada accidentalmente mediante radiografías de rutina; si no se trata, puede perforar la superficie radicular externa causando serias complicaciones, llevando a una rápida pérdida del diente; además, con la progresión del proceso, el diente puede volverse sintomático y desarrollar una periodontitis periapical.<sup>82</sup> El diagnóstico generalmente se realiza radiográficamente;<sup>81</sup> además el diagnóstico y su seguimiento dependen principalmente del examen radiográfico, la historia del paciente y los hallazgos clínicos.<sup>82</sup> Radiográficamente esta lesión tiene un aspecto radiolúcido, suele ser

descrita como un abultamiento ovalado o redondo simétrico radiolúcido fuera de la pared del conducto radicular.<sup>80,81</sup> El examen CBCT permite apreciar la naturaleza exacta, ubicación y extensión de IIR y la presencia de una perforación.<sup>81</sup>

Respecto a las características radiológicas de la reabsorción radicular interna, primero es considerado un hallazgo incidental en las radiografías; lesión descrita como un área radiolúcida, esférica y bien definida en la dentina, que suele ser continua con la cámara pulpar o conductos radiculares;<sup>83</sup> suele ser simétrica y las paredes pueden expandirse, los márgenes de la zona reabsorbida son lisos y claramente definidos,<sup>84</sup> el contorno externo del diente permanece intacta; no obstante, cuando esta se conduce a la perforación del diente, se observa una comunicación entre la cámara de la pulpa o canal radicular y el espacio del ligamento periodontal; y a veces puede haber expansión tipo globo del conducto radicular del diente afectado.<sup>83</sup>

Referente al manejo de la reabsorción radicular interna; primero es importante el diagnóstico temprano para prevenir el debilitamiento de la estructura radicular por el proceso de resorción. El tratamiento para la reabsorción radicular interna sin perforación comprenderá de la terapia endodóntica, aplicándose técnicas termoplásticas para el llenado del área reabsorbida. Y, en dientes con perforación a menudo necesita procedimientos quirúrgicos (como el colgajo quirúrgico, resección de la raíz y replantación intencional) y los no quirúrgico.<sup>77</sup>

Por otro lado, se ha descrito que el manejo de la reabsorción por reemplazo interno (IRR) implica el tratamiento del conducto radicular con irrigación energizada y obturación con gutapercha termoplastificada. Es posible que se requieran puntas ultrasónicas endodónticas para navegar a través del tejido duro similar al osteoide. Y, en lesiones restaurables pero perforadas, también será necesario un abordaje quirúrgico.<sup>81</sup>

El manejo de la reabsorción inflamatoria interna (RII) no perforante implica el

tratamiento endodóntico tradicional no quirúrgico, basado en la preparación, desinfección óptima del conducto y la obturación mediante técnicas termoplastificadas.<sup>82</sup> Debido a la naturaleza granulomatosa de la lesión, con frecuencia se observa un sangrado profuso del conducto radicular al acceder al sistema de conductos, la cual cesará tan pronto como el tejido pulpar y el de granulación sean eliminados por completo; además esta naturaleza compleja del defecto, se recomienda la irrigación energizada y la medicación entre citas; y se recomienda obturar el conducto radicular con un empaste radicular termoplastificado para garantizar una adaptación y compactación óptimas. En casos en que RII haya perforado la raíz, puede ser necesario sellar la porción afectada con un material de obturación radicular bioactivo, por ejemplo, el MTA o el Biodentine.<sup>81</sup>

#### **2.2.5. Resistencia a la fractura en dientes tratados endodónticamente y su relación con los sellantes endodónticos**

La resistencia a la fractura es una de las características más importantes de los materiales dentales. Depende de la resistencia del material a la propagación de grietas a partir de sus defectos internos.<sup>7</sup> La prueba de resistencia a la fractura generalmente se prueba utilizando una máquina de prueba universal (Instron) y la cantidad de fuerza requerida para la fractura se registra en Newtons (N).<sup>85</sup>

En los dientes tratados endodónticamente, la fractura es un riesgo importante, ya que estos son más propensos a las fracturas en comparación con los que no tienen ninguna aplicación de endodoncia. Aunque las fracturas de dientes tratados endodónticamente se han asociado tradicionalmente con la pérdida de elasticidad y humedad, la razón principal es la reducción del volumen del tejido dentario duro como resultado de la preparación de la cavidad que se realiza de forma rutinaria; además, de la formación de microfisuras que se producen durante la preparación de la cavidad y/o la instrumentación del conducto radicular hace que estos dientes sean más susceptibles a las fracturas.<sup>8</sup> Además, de lo anterior mencionado, se han citado que son varios los factores que pueden contribuir a la debilidad adquirida de los dientes tratados endodónticamente, incluida la pérdida excesiva de estructura dental debido a caries

dental o traumatismos, o cantidad y posición de estructura dental restantes, deshidratación de la dentina, preparación extensa de la cavidad, método de preparación del conducto, irrigación del conducto radicular, elección del material, técnica de restauración, aplicación de presión excesiva durante la obturación radicular y preparación para la rehabilitación posterior.<sup>86,87</sup> Por otro lado, se ha descrito que la resistencia a la fractura de un diente endodónticamente aumentó mediante la preparación de la cavidad endodóntica conservadora (endodoncia mínimamente invasiva), esto debido a que recientemente, se ha considerado que la integridad estructural del diente es el factor dominante, que influye en la resistencia a la fractura de los dientes endodónticos.<sup>88</sup>

Por consiguiente, se ha descrito que los materiales de obturación se consideran elementos clave para soportar la fuerza de los dientes tratados con endodoncia, por lo que, el uso de selladores con la capacidad de adherirse a la superficie de la dentina del conducto radicular fortalecerá la estructura dental remanente, aumentando así la resistencia a la fractura. Es así que, diversas metodologías de investigación han desarrollado materiales que facilitan la adhesión al sistema de conductos radiculares, ya que se cree que la adhesión y el enclavamiento mecánico puede fortalecer la estructura dental remanente, reduciendo así el riesgo de fractura.<sup>9</sup>

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y nivel de la investigación**

Respecto al nivel de la investigación fue de tipo Básica, porque está destinada a aportar un cuerpo organizado de conocimientos científicos y no produce necesariamente resultados de utilidad práctica inmediata. Su característica principal es que realiza investigaciones originales, experimentales o técnicas, con la finalidad de obtener nuevos conocimientos.<sup>89</sup> El tipo de investigación fue prospectivo, longitudinal y exploratorio, por la manera como se adquirió los datos.

#### **3.2. Diseño de la investigación**

El diseño del estudio fue experimental *in vitro*. El enfoque cuantitativo.

#### **3.3. Población, muestra y muestreo**

Referente a la población y muestreo, en cuanto a la población estuvo conformada por piezas dentarias del grupo premolar, siendo mandibulares y de un solo conducto radicular que fueron donados por los profesionales CD. Esp. Ernesto Robles Bocanegra y el CD. Esp. Oscar Iván Alcántara Ortega. La muestra fue conformada de forma no aleatoria por conveniencia, porque es un subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación o los propósitos del investigador;<sup>89</sup> en el caso del estudio se basó por las investigaciones consideradas, estuvo conformada por 60 piezas dentarias, del grupo premolar mandibular, con una longitud dentaria promedio de 22.5mm y una longitud radicular promedio de 14mm; divididas en seis grupos de 10 dientes cada una, que fueron sometidas, previamente preparadas a la prueba de resistencia a la fractura utilizando la máquina universal Instron, en el Laboratorio Hagle Technology Laboratory Certificate, San Juan de Lurigancho - Lima, los documentos garantes para la correcta ejecución del estudios, se muestran en Anexos (solicitud de permiso a laboratorio y certificado de calibración de la máquina universal).

### **3.4. Criterios de selección**

Los criterios de inclusión fueron:

- Dientes premolares con una sola raíz y que tuvieron un conducto radicular único.
- Dientes premolares que tuvieron el desarrollo radicular completo.
- Dientes premolares extraídos por motivos periodontales y/o ortodónticos.

Los criterios de exclusión fueron:

- Dientes premolares que muestren menoscabo (como caries dental, compromiso de furca, etc.).

### 3.5. Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Escala de medición	Indicadores	Instrumento de recolección de datos
V <sub>1</sub> Selladores endodónticos	Cemento dental radiopaco utilizado en la obturación endodóntica, <sup>21</sup> establece un sellado tridimensional adecuado. <sup>51</sup>	Los selladores endodónticos son los materiales encargados de unir la dentina radicular y el material de relleno, sellarán los espacios presentes y potencian la adaptación marginal a las paredes dentinarias.	Cuantitativo	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cementos endodónticos biocerámico y bioactivo a base de silicato de calcio.</li> <li>✓ Biodentin</li> <li>✓ Neo Putty</li> <li>✓ Neo Sealer</li> </ul>	Ficha de recolección de datos
V <sub>2</sub> Resistencia a la fractura de los dientes con reabsorción radicular interna, tratados endodónticamente	Una de las características más importantes de los materiales dentales. Es la resistencia que tienen los selladores a la compresión. <sup>7</sup>	La resistencia de un diente será la tensión máxima que dicho cuerpo puede soportar, dependiendo de su ancho y diámetro del cuerpo; y que está directamente proporcional a la cantidad remanente de tejido dentario; será medida mediante una máquina de prueba universal (Instron).	Cuantitativo	Unidades Newton	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuerza de la resistencia a la fractura en Newtons (N) de los dientes con reabsorción radicular interna.</li> </ul>	Ficha de recolección de datos

### **3.6. Técnicas e instrumentos para recolección de datos**

La técnica que se utilizó en la ejecución del estudio fue la observación estructurada, puesto que apela a instrumentos para la recolección de los datos o hechos observados, estableciendo con anterioridad qué aspectos se han de estudiar. En este tipo de observación se desarrolla un plan específico de observación.

El instrumento utilizado es una Ficha de recolección de datos, elaborado por el tesista conjuntamente con el asesor, en base a la bibliografía revisada del estudio. Esta ficha estuvo estructurada en dos partes: primero, “datos generales”, como ficha y número de muestra y segundo, la “ficha AD-HOC”, para medir la capacidad de resistencia de la muestra; conteniendo seis recuadros (del 1 al 6), los que competen a los grupos controles y experimentales; finalmente contendrá un recuadro donde se colocó la resistencia a la fractura de la muestra en unidades Newton.

### **3.7. Procedimientos**

En cuanto al método utilizado en el estudio, se detalló por medio del procedimiento utilizado:

- A. El tesista realizó los tratamientos de endodoncia requeridos en las piezas dentarias, utilizando los materiales indicados en la investigación.
- B. Luego, se seleccionó las piezas dentarias, para ello se tomó en cuenta los dientes exodonciados por motivos periodontales y/o ortodónticos, proporcionados por dos cirujanos dentistas especialistas en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar. Además, la estandarización de la muestra se realizó midiendo los diámetros mediodistal y bucolingual de los dientes con un calibrador digital (modelo), se descartó las raíces que presentaron una diferencia de 20% de acuerdo a la media. Dentro de la selección de la muestra se utilizó 60 piezas dentarias que presentaron una sola raíz u a la vez un canal libre de caries dental visible o fisura en el área de la raíz.

Para hacer la preparación de los dientes, se hizo la descoronarización, cortándolos a

nivel de la unión cemento esmalte, para ello se utilizó una fresa diamantada de alta velocidad redonda de 2 mm de diámetro, refrigerando con agua y se obtuvo una raíz de 12 mm de longitud. Por otro parte, se seleccionaron a 10 raíces como un grupo de control negativo; es decir, sin tener ninguna intervención.

- C. Instrumentación biomecánica, para ello se tomó en cuenta, que la longitud de trabajo de las 50 raíces restantes de la muestra, se estableció que este a uno (1) mm de distancia del foramen apical, se utilizó una lima K número 10 (VDW), luego se instrumentó con limas número 15, se empleó la técnica manual y se hizo una irrigación con 2ml de NaOCl, luego se continuo con la lima K número 20 de manera manual y la irrigación con 2ml de NaOCl; en seguida se instrumentó con limas reciprocantes utilizando el sistema Reciproc R25 de la marca VDW, los conductos radiculares se irrigó abundantemente con 10ml de NaOCl al 2.5%, después de la instrumentación respectiva.

Se aplicó una irrigación intraconducto por un minuto con 2ml de EDTA al 17% para eliminar la capa de frotis, luego los canales radiculares se enjuagaron con 5ml de suero fisiológico, para que posteriormente se secaron con conos de papel. En este punto del proceso 10 raíces fueron asignadas como grupo de control positivo sin ninguna intervención adicional.

- D. Activación del irrigante, se procedió a la activación del irrigante en tres ciclos de 20 segundos cada ciclo utilizando un equipo de ultrasonido, marca Eighteeth, modelo ultra X para una mejor limpieza del conducto radicular y terminar irrigando con 5ml de suero fisiológico para luego secar con conos de papel.
- E. Cavidad de reabsorción radicular interna (RRI), las longitudes de las mitades de la raíz se midieron con un calibrador digital (modelo), y se determinó la localización de la cavidad de la reabsorción radicular. Esta última se ubicó a 6mm del ápice y se creó con una fresa redonda de 2mm de diámetro, con la cual se creó la cavidad de reabsorción en la mitad media de cada raíz. Se aplicó una irrigación intraconducto por

un minuto con 2ml de EDTA al 17% para eliminar la capa de frotis, luego los canales radiculares se enjugaron con 5ml de agua destilada, y posteriormente fueron secados con conos de papel. En este punto del proceso 10 raíces fueron asignadas como grupo de control positivo sin ninguna intervención adicional. Con los 40 canales radiculares restantes se dividieron en cuatro grupos experimentales de 10 cada uno, de acuerdo con el cemento biocerámico de reparación y sellador endodóntico biocerámico que se utilizó en los 4mm de conducto apical, cavidad de reabsorción y el canal restante hacia coronal de la lesión, como se hizo el detalle en cada grupo experimental.

Respecto al grupo Biodentine Biodentine, las cavidades de reabsorción se repararon y sellaron con Biodentine, de acuerdo con las instrucciones del fabricante; en el procedimiento se utilizaron 5 gotas de líquido en la cápsula que contiene el polvo. La cápsula se cerró y se mezcló por espacio de 30 segundos en un dispositivo de mezcla. La reparación de la cavidad y el relleno se realizó de forma incremental con Biodentine con pluggers manuales.

Referente al grupo Biodentine más gutapercha más sellador biocerámico Neo Sealer, se procedió a obturar el canal apical con gutapercha del sistema Reciproc R25, técnica de cono único más sellador biocerámico Neo Sealer, luego se esperó 12 minutos; posteriormente se eliminó la gutapercha parcialmente con un obturador caliente, se dejó 4 mm de relleno apical; luego, se relleno las cavidades de reabsorción con Biodentine, tal como se describe en el grupo Biodentine Biodentine y después de 12 minutos de fraguado se realizó la obturación de la porción coronaria del conducto radicular con gutapercha más sellador biocerámico Neo Sealer, se utilizó la compactación lateral con pluggers manuales (espaciadores digitales).

En cuanto al grupo Neo Putty-Neo Putty, en este caso la porción del conducto apical más la reabsorción radicular interna perforada y el conducto radicular coronario se relleno con cemento biocerámico Neo Putty, el cual viene en preparado en una jeringa para dispensar y aplicar, el relleno se realizó de forma incremental y mediante el uso de pluggers manuales.

Con respecto al grupo Neo Putty - gutapercha - sellador biocerámico, la porción de conducto apical por debajo de la lesión de la reabsorción se obturó con gutapercha más sellador biocerámico Neo Sealer, luego se reparó la lesión con cemento biocerámico Neo Putty y se esperó el fraguado por 12 minutos; posteriormente, se obturó la porción coronaria del conducto radicular con gutapercha más sellador cerámico Neo Sealer, mediante la técnica de obturación compactación lateral.

Luego, un grupo de control positivo donde se realizó la longitud de trabajo más instrumentación más activación de los irrigantes, no se obturó el conducto radicular con cemento, gutapercha ni sellador.

Además, un grupo de control negativo, no se realizó ningún tipo de tratamiento endodóntico.

A continuación, al terminar el procedimiento de relleno, las muestras preparadas se almacenaron durante una semana, hasta el momento de analizar la resistencia a la fractura de las unidades muestrales.

Asimismo, las raíces preparadas se montaron verticalmente en bloques de resina acrílica autopolimerizable, exponiendo 8mm de la parte coronal.

Acto seguido, se colocó los bloques de acrílico que contienen las unidades de la muestra en una máquina de ensayo de resistencia en el Laboratorio Higl Technology Laboratory Certificate, San Juan de Lurigancho, Lima. Se aplicó una carga vertical de compresión de 1mm por minuto con punta esférica en la parte céntrica del material de relleno. El implemento usado en la ejecución del estudio fue una máquina de ensayos universal electrónica, modelo Cent SL, marca LG del país Corea. Al aplicar la fuerza y cuando se produzca la fractura se registró en unidades Newton.

### **3.8. Plan de procesamiento y análisis de los datos**

Posteriormente para el procesamiento de los datos, primero se empleó una prueba estadística para la determinación de la normalidad de la muestra, obteniéndose que la muestra no tiene una distribución normal, por lo que se aplicó una prueba no paramétrica, siendo la prueba estadística Kruskal-Wallis; además se consideró un nivel de significancia de 0.05.

### 3.9. Matriz de consistencia

#### RESISTENCIA A LA FRACTURA DE DIENTES CON REABSORCIÓN RADICULAR INTERNA REPARADAS CON DIFERENTES SELLADORES DE CONDUCTOS RADICULARES: ESTUDIO *IN VITRO*

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
<p><b>Problema General</b> ¿Cuál es <i>in vitro</i> el grupo de dientes analizados con reabsorción radicular interna tratados endodónticamente y reparados con tres distintos selladores que presentó la mayor resistencia a la fractura?</p> <p><b>Problemas Específicos</b> 1. ¿Cuál es la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control negativo? 2. ¿Cuál es la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control positivo? 3. ¿Cuál es la resistencia a la fractura de dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar <i>in vitro</i> que grupo de dientes analizados con reabsorción radicular interna tratados endodónticamente y reparados con tres distintos selladores presentó la mayor resistencia a la fractura.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> 1. Determinar la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control negativo. 2. Determinar la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control positivo. 3. Comparar la resistencia a la fractura de dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles.</p>	<p>V1 Selladores endodónticos</p> <p>V2 Resistencia a la fractura de los dientes con reabsorción radicular interna, tratados endodónticamente</p>	<p>- Cementos endodónticos biocerámico y bioactivo a base de silicato de calcio. ✓ Biodentin ✓ Neo Putty ✓ Neo Sealer</p> <p>- Fuerza de la resistencia a la fractura en Newtons (N) de los dientes con reabsorción radicular interna.</p>	<p>---</p> <p>Unidades Newton</p>	<p><b>Diseño</b> Experimental <i>in vitro</i>.</p> <p><b>Tipo Investigación</b> Prospectivo, longitudinal y exploratorio.</p> <p><b>Población</b> La población estuvo conformada por piezas dentarias del grupo premolar, siendo mandibulares y de un sólo conducto radicular, que fueron donados por los profesionales CD. Esp. Ernesto Robles Bocanegra y el CD. Esp. Oscar Iván Alcántara Ortega.</p> <p><b>Muestra</b> La muestra fue conformada de forma no aleatoria por conveniencia, constituyéndose por 60 piezas dentarias, del grupo premolar mandibular, divididas en seis grupos de 10 dientes cada una, que serán sometidas, previamente preparadas a la prueba de resistencia a la fractura utilizando la máquina universal Instron, en el Laboratorio Hight Technology Laboratory Certificate, San Juan de Lurigancho – Lima.</p> <p><b>Técnica Estadística</b> Se aplicó la estadística descriptiva e inferencial.</p>

### **3.10. Consideraciones éticas**

Respecto a los aspectos éticos considerados para el desarrollo de la investigación incluyen: se envió la Solicitud de revisión del proyecto al Comité de Ética de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, con el fin de su aprobación por tratarse de un estudio experimental *in vitro*. Asimismo, el investigador desconoce la identidad del paciente donador del espécimen (pieza dentaria), debido a que en el estudio no se requirió ningún tipo de información del paciente, de esta forma se respetó la confidencialidad. También, se obtuvo el permiso del laboratorio antes citado para su acceso y ejecución del presente proyecto, además fue mediante la norma ISO 7500-1:2004 la que permitió la verificación de máquinas de ensayo de tensión/compresión (Anexo 2). No existe algún riesgo, ya que todas las muestras fueron procesadas para su eliminación sin afectar el medio ambiente. Además, se cumplió y respetó el artículo 9° y 10° del Reglamento de elaboración y sustentación de trabajos de investigación de la Universidad, siendo la primera que dispone los criterios éticos y la segunda que indica el porcentaje permitido del reporte de similitud.

#### **IV. RESULTADOS**

El tratamiento de endodoncia tiene como propósito preservar el diente tratado como un pilar en el sistema de implante dental natural.<sup>1</sup> Por otra parte, el resultado negativo más común de los dientes tratados con endodoncia es la mayor posibilidad de fracturarse, en comparación con los dientes vitales; esto debido a la pérdida de estructura dental significativa y a otros cambios en la estructura de los dientes tratados endodónticamente. Asimismo, el resultado negativo más común de los dientes tratados con endodoncia es la mayor posibilidad de fracturarse, en comparación con los dientes vitales.<sup>2</sup> Por consiguiente, los selladores endodónticos son una parte integral de una obtención exitosa.<sup>5</sup> En cuanto a la reabsorción radicular interna (IRR) es una condición patológica que se observa en las piezas dentarias permanentes, pudiendo acaecer en la pérdida del diente, si no se diagnostica y trata correctamente.<sup>6</sup> Por tal motivo, el objetivo del estudio fue determinar in vitro que grupo de dientes analizados con reabsorción radicular interna tratados endodónticamente y reparados con tres distintos selladores presentó la mayor resistencia a la fractura.

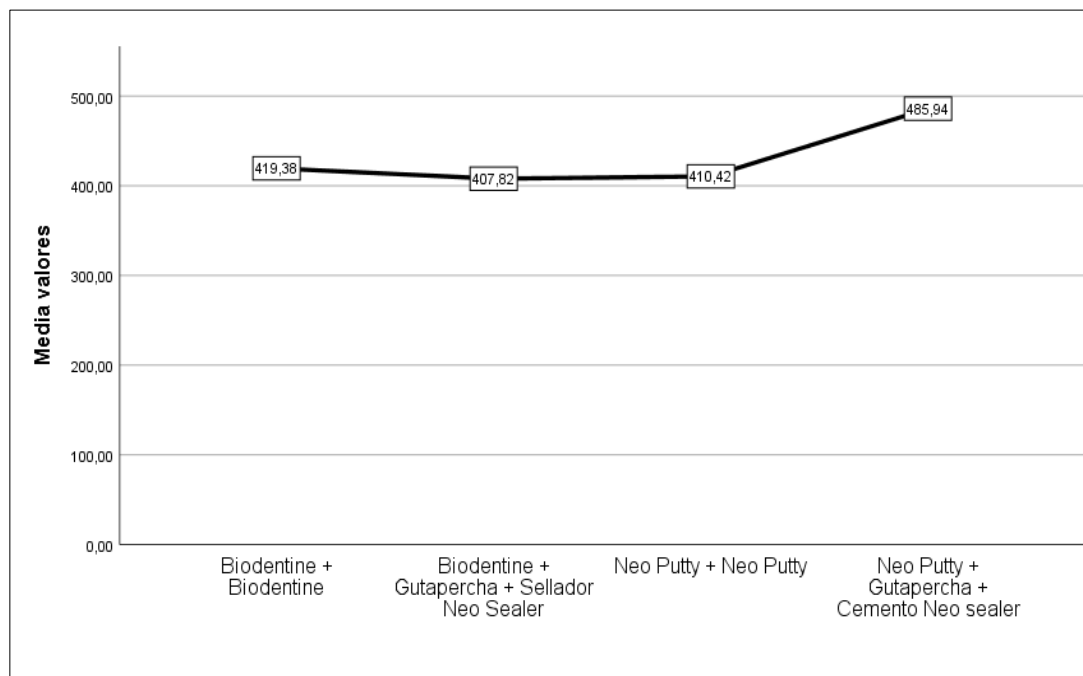
A continuación, se muestran los resultados en tablas y figuras.

**Tabla 1.** Resistencia a la fractura de dientes analizados con reabsorción radicular interna tratados endodónticamente y reparados con tres distintos selladores

						95% de intervalo de confianza	
	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Límite inferior	Límite superior
<b>Biodentine + Biodentine</b>	419.382	340.09	277.66	793.17	173.166	295.506	543.257
<b>Biodentine + Gutapercha + Sellador Neo Sealer</b>	407.824	407.51	273.36	563.84	112.633	327.250	488.397
<b>Neo Putty + Neo Putty</b>	410.417	360.875	167	699.74	154.545	299.861	520.972
<b>Neo Putty + Gutapercha + Sellador Neo sealer</b>	485.938	432.75	343.88	831.46	153.849	375.880	595.995

En la tabla 1 se aprecia al reparador y sellador Biodentine + Biodentine el cual presenta una media de 419.382, mediana igual a 340.09, un valor mínimo de 277.66, máximo de 793.17, desviación estándar igual a 173.166 y un IC 95% (295.506-543.257); en cuanto a Biodentine + Gutapercha + Sellador Neo Sealer el cual obtuvo una media de 407.824, mediana igual a 407.51, un valor mínimo de 273.36, máximo de 563.84, desviación estándar igual a 112.633 y un IC 95% (327.250-488.397); respecto al producto Neo Putty + Neo Putty se obtuvo una media de 410.417, mediana igual a 360.875, un valor mínimo de 167, máximo de 699.74, desviación estándar igual a 154.545 y un IC 95% (299.861-520.972); y finalmente con el Neo Putty + Gutapercha + Sellador Neo Sealer se obtuvo una media de 485.938, mediana igual a 432.75, un valor mínimo de 343.88, máximo de 831.46, desviación estándar igual a 153.849 y un IC 95% (375.880-595.995).

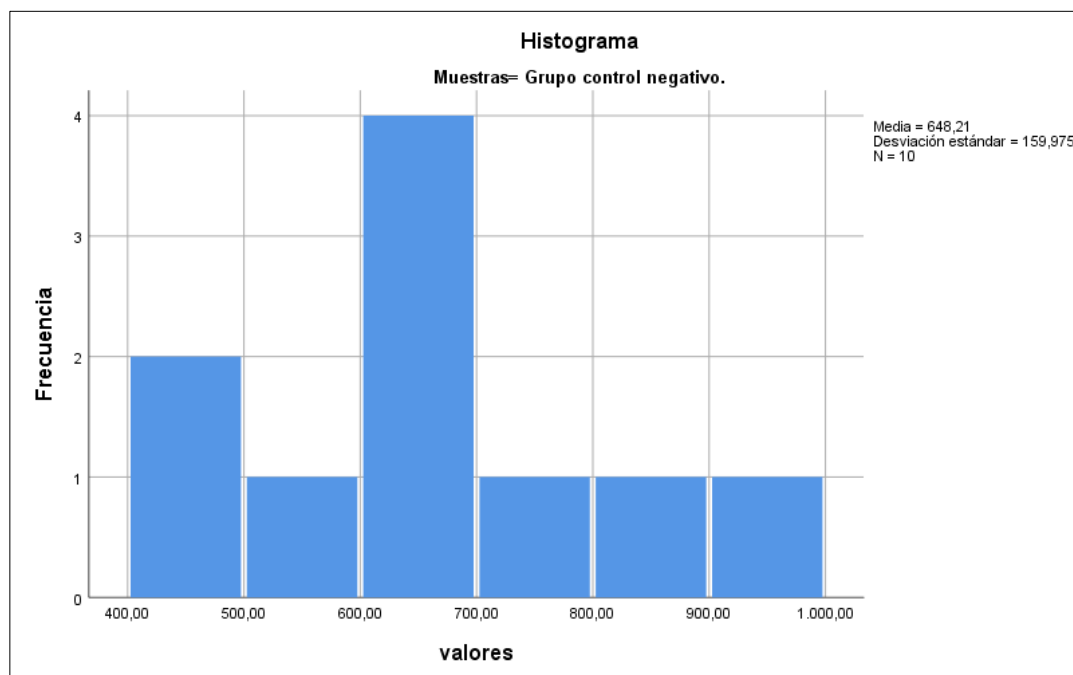
**Figura. 1.** Resistencia a la fractura de dientes analizados con reabsorción radicular interna tratados endodónticamente y reparados con tres distintos selladores



**Tabla 2.** Resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control negativo

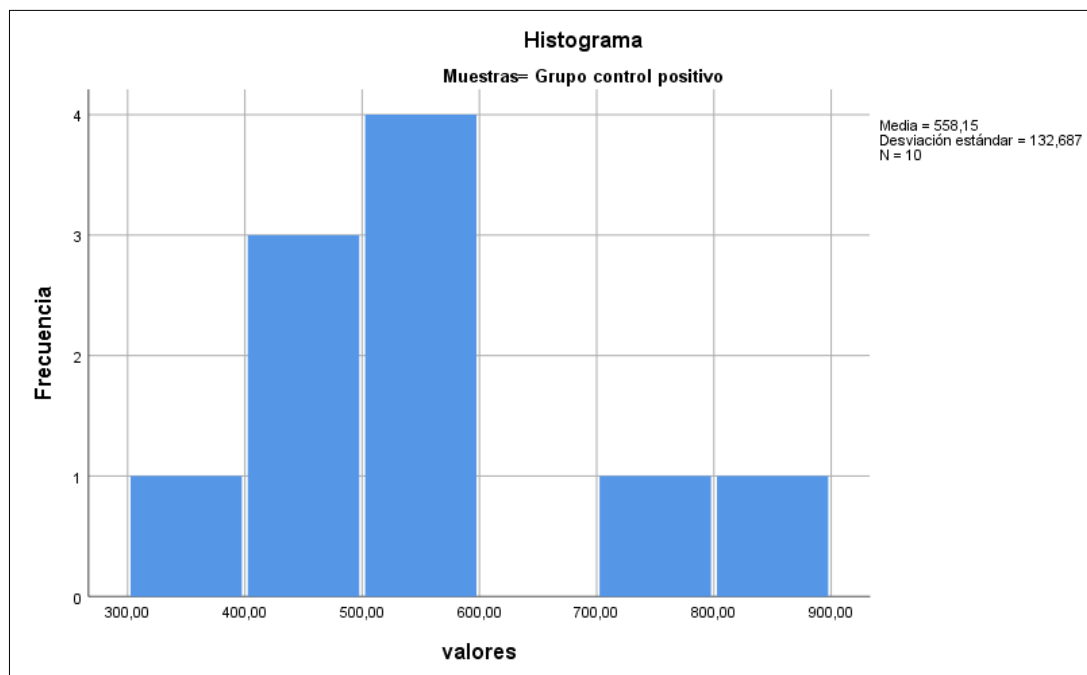
95% de intervalo de confianza para la media						
Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Límite inferior	Límite superior
648.212	616	455.37	990.71	160	533.7727	762.6513

En la tabla 2 se observa los valores obtenidos de la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control negativo, se presentó una media de 648.212, mediana igual a 616, un valor mínimo de 455.37, máximo de 990.71, desviación estándar igual a 160 y un IC 95% (533.7727-762.6513).

**Figura. 2.** Resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control negativo**Tabla 3.** Resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control positivo

					95% de intervalo de confianza para la media	
Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Límite inferior	Límite superior
558.147	543.92	388.14	843.67	132.68696	463.2285	653.0655

En la tabla 3 se aprecia los valores obtenidos de la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control positivo, se obtuvo una media de 558.147, mediana igual a 543.92, un valor mínimo de 388.14, máximo de 843.67, desviación estándar igual a 132.68696 y un IC 95% (463.2285-653.0655)

**Figura. 3.** Resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control positivo**Tabla 4.** Comparación de la resistencia a la fractura de dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles

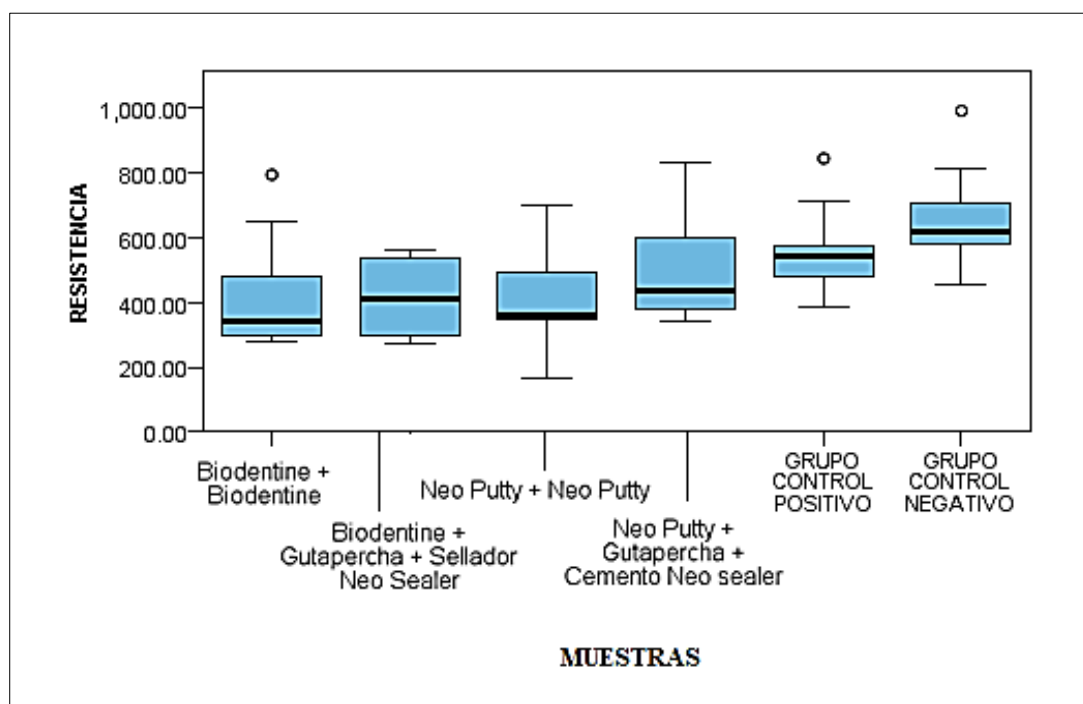
	N	Rango promedio	Estadístico de prueba*	Sig. Asintótica*
<b>Biodentine + Biodentine</b>	10	21.40		
<b>Biodentine + Gutapercha + Sellador Neo Sealer</b>	10	21.80		
<b>Neo Putty + Neo Putty</b>	10	22.70		
<b>Neo Putty + Gutapercha + Sellador Neo Sealer</b>	10	30.70	18.767	0.002
<b>Grupo control positivo</b>	10	39.30		
<b>Grupo control negativo</b>	10	47.10		

\* Prueba de Kruskal-Wallis

En la tabla 4 se aprecia que existe diferencia significativa entre los rangos promedio de resistencia a la fractura de los dientes de los grupos experimentales con respecto a los

grupos controles ( $p$ -valor = 0.002,  $p < 0.05$ ); pues los grupos controles (positivo y negativo, un rango medio de 39.30 y 47.10, respectivamente) tuvieron un mayor rango promedio de la resistencia a la fractura que los dientes tratados con los selladores endodónticos, siendo el grupo sellador Neo Putty + gutapercha + sellador Neo Sealer, aquel que tuvo la mayor media, con un rango de 30.70.

**Figura. 4.** Comparación de la resistencia a la fractura de dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles



## V. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo una ejecución *in vitro* para determinar cuál de los tres selladores presentaron la mayor resistencia a la fractura en dientes analizados con reabsorción radicular interna tratados endodónticamente; en los resultados se mostró que el sellador Neo Putty + gutapercha + cemento Neo Sealer obtuvo la media más alta con 485.938N, seguido Biodentine + Biodentine con una media de 419.382N, luego del Neo Putty + Neo Putty con una media de 410.417N, y finalmente el grupo experimental que obtuvo la menor resistencia fue el cemento Biodentine + gutapercha + cemento Neo Sealer, con una media de 407.824N. En cuanto, a la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control negativo, en los resultados se observó que la media fue de 648.212N; mientras que el grupo control positivo tuvo una resistencia a la fractura media de 558.147N. Por otra parte, en el análisis inferencial se observó que existe diferencia significativa entre los rangos promedio de los grupos experimentales y los grupos controles ( $p$ -valor = 0.002,  $p < 0.05$ ); además, el grupo sellador Neo Putty + Guttapercha + Neo Sealer obtuvo el mayor rango promedio de resistencia (con un valor de 30.70) entre los grupos experimentales; sin embargo, fue menor al rango promedio de los grupos controles positivo y negativo, pues obtuvieron un valor de 39.30 y 47.10, respectivamente.

En cuanto a la contrastación de resultados del presente estudio con las investigaciones internacionales previas, se halló resultantes con similitudes y diferencias; respecto a la investigación realizada por Sanaei P. y Cols.<sup>12</sup> (2021) en Irán, efectuaron un estudio con el propósito de evaluar los resultados clínicos de dos dientes con diagnóstico de reabsorción radicular interna (IRR) y absceso apical crónico, cada uno de ellos tratados con Biodentine (pieza 1.1) y MTA/gutapercha termoplastificada (pieza 2.1), respectivamente; y cuyos resultados mostraron que el Biodentine y el MTA/gutapercha termoplastificada tuvieron éxito clínico, pues ambos productos mejoraron las condiciones clínicas; reportándose que a los 3 meses del tratamiento hubo una curación exitosa y resolución de signos y síntomas. Resultados diferentes, puesto que en el presente estudio se halló que el grupo experimental con mejor resultados en cuanto a resistencia a la fractura fue el grupo Neo Putty + Gutapercha + Sellador Neo Sealer, pues mostró un rango promedio 30.70; no obstante, los grupos controles positivo y negativo tuvieron rangos superiores; por otra parte, si bien el enfoque de los estudios fueron

diferentes en ambos estudios se observó que los especímenes con IRR tratados con selladores endodónticos obtuvieron un mejor rendimiento. El estudio de Maeda W. y Cols.<sup>10</sup> (2021) en Brasil, cuyo objetivo fue evaluar la resistencia a la fractura de premolares maxilares tratados endodónticamente restaurados con diferentes materiales de restauración, hallaron que el grupo GC (silicato de calcio) fue el que obtuvo una mayor resistencia a la fractura con  $1128.35 \pm 249.17$ , seguido por GMGIC (Gold Label 2) con  $1250.77 \pm 173.29$  y luego el GN (grupo de control negativo) con  $1277.22 \pm 433.44$  ( $p < 0.05$ ). Resultados parecidos al presente estudio, en cuanto a la resultante del grupo control negativo, en donde se evidencia una mayor resistencia a la fractura, con un valor promedio de 485.938N y un rango promedio en el análisis inferencial de 47.10; no obstante, si bien ambos estudios tuvieron un propósito, un enfoque metodológico, especímenes y materiales de estudio, diferentes (selladores endodónticos y materiales de restauración); los resultados permitirán orientar a futuras investigaciones a considerar dichos enfoques para ampliar un marco teórico y por ende un beneficio práctico. Respecto al estudio de Turker S. y Cols.<sup>15</sup> (2018), en Turquía. realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la resistencia a la fractura (RF) de dientes con cavidades perforantes de reabsorción interna simuladas reparadas con diferentes cementos a base de silicato de calcio (CSC) y materiales de relleno; en los resultados mostraron que la RF más alta se observó en el grupo Biodentine + Biodentine y el más bajo en el grupo MTA Plus + gutapercha/sellador; la RF del grupo de control positivo fue estadísticamente más bajo que los grupos completamente sellados con CSC ( $p < 0.05$ ); mientras que el RF del grupo de control negativo fue estadísticamente más alto que los grupos combinados con gutapercha y sellador ( $p < 0.05$ ). Resultados en parte similares y distintos al presente estudio, pues el grupo experimental que mostró mayor resistencia a la fractura fue el grupo Neo Putty + Gutapercha + Neo Sealer, con una resistencia de 485.938, mientras que el grupo Biodentine + Biodentine fue el segundo grupo experimental que mostró una mejor resistencia a la fractura, con una resistencia media de 419.382N; por otra parte, en ambos estudios el grupo control negativo fue el grupo con una mayor diferencia significativa al compararlos con los grupos experimentales ( $p < 0.05$ ). Dichas resultantes podrían deberse a las consideraciones metodológicas utilizadas (especímenes parecidos y mismos sellantes endodónticos en parte). Por otra parte, en la investigación que realizaron Osiri S. y Cols.,<sup>16</sup> (2018) en Tailandia, en sus resultados mostraron que la carga a la fractura de los grupos experimentales con cono/sellador de biocerámica (BCC/BCS), gutapercha /AH Plis (GP/AH)

y las raíces intactas no fue significativamente diferentes, pero significativamente mayor que las raíces preparadas no obturadas; es decir, que BCC/BCS y CP/AH unieron y reforzaron las raíces preparadas, sus resistencias a la fractura fueron similares a las raíces intacta. Resultados distintos en parte al presente estudio, pues se halló que existe diferencia significativa entre los grupos experimentales y controles ( $p=0.002$ ,  $p<0.05$ ); estas resultantes podrían deberse al diferente planteamiento de propósitos; por ende, al distinto enfoque de análisis considerado en los dos estudios. En cuanto al estudio, que realizaron Dibaji F. y Cols.<sup>18</sup> (2016) en Irán cuyo objetivo fue evaluar la resistencia a la fractura de las raíces luego de la aplicación de diferentes selladores, incluidos Epiphany, i Rootsealer y AH – Plus; en los resultados mostraron que la resistencia media a la fractura fue de  $673.38\pm170.42\text{N}$  en AH – Plus,  $562.0\pm184.68\text{N}$  en iRoot,  $708.03\pm228.05\text{N}$  en Resilon y  $592.59\pm117.29\text{N}$  en el grupo control; además no encontraron diferencias significativas entre los grupos experimentales y el grupo control negativo ( $p=0.26$ ); por lo que infirieron que la aplicación de selladores AH-Plus, biocerámicos y Resilon no cambió la resistencia a la fractura de las raíces en comparación con la de los conductos radiculares no preparados. Resultados diferentes al presente estudio, puesto que se halló una variación estadística entre los grupos experimentales y controles ( $p=0.002$ ,  $p<0.05$ ), siendo el grupo control negativo, aquel que obtuvo la mayor resistencia promedio a la fractura, con un valor de  $648.212\text{N}$  y un rango promedio de  $47.10$ . Esto podría deberse, a las consideraciones metodológicas distintas (criterios de inclusión diferentes respecto a los especímenes de los estudios).

En referencia a las investigaciones a nivel nacional, se apreció la falencia de estudios respecto al tema. No obstante, se cita al estudio realizado por Navarro B. (2021),<sup>21</sup> quien tuvo como finalidad identificar la resistencia a la compresión de la microdureza superficial de 4 cementos a base de silicatos de calcio, siendo: cemento Portland blanco, cemento portland gris, mineral trioácido agregado (MTA Angelus) y Biodentine<sup>TM</sup>; encontrando en sus resultados que la resistencia compresiva de la microdureza superficial para Biodentine, Portland blanco, Portland gris y Mta Angelus; en el 1<sup>er</sup> momento (24 horas) tuvo valores de  $33.3\text{kg/mm}^2$ ,  $6.18\text{kg/mm}^2$ ,  $6.81\text{kg/mm}^2$  y  $5.07\text{kg/mm}^2$ , respectivamente; y en un 2<sup>do</sup> momento de evaluación (48 horas), estas fueron  $38.42\text{kg/mm}^2$ ,  $7.95\text{kg/mm}^2$ ,  $8.41\text{kg/mm}^2$  y  $7.44\text{kg/mm}^2$ , respectivamente. Si bien el estudio tuvo como propósito, la identificación de la resistencia a la

compresión de la microdureza superficial de 4 cementos a base de silicatos de calcio, está investigación se consideró en la discusión por la relación al propósito del presente estudio, puesto que el grado de microdureza de un material indica su resistencia a la penetración permanente bajo carga estática o dinámica; por lo que, esta propiedad de los selladores endodónticos juega un rol fundamental en cuanto a su performance clínica. Es así que, desde esta consideración se encuentran resultados diferentes, pues Navarro B. halló que Biodentine en los dos momentos de evaluación tuvieron una mayor microdureza superficial frente a compresión (con valores de  $33.3\text{kg/mm}^2$  y  $38.42\text{kg/mm}^2$ ); además halló que no hubo diferencia significativa entre los grupos experimentales ( $p>0.05$ ); mientras que en el presente estudio se encontró un mayor resistencia a la fractura de los especímenes tratados con el protocolo de Neo Putty + Gutapercha + Sellador Neo Sealer, con una resistencia media de  $485.938\text{N}$  y un rango promedio de  $30.70$ ; además se observó una diferencia significativa entre los grupos experimentales y controles ( $p=0.002$ ,  $p<0.05$ ). Estos resultados podrían deberse al distinto propósito de estudio; así como al diferente enfoque metodológico.

Al hacer un comentario final, luego de la contrastación con las investigaciones propuestas en el estudio, se colige que en los dientes tratados endodónticamente, la fractura es un riesgo importante, ya que estos son más propensos a las fracturas en comparación con los que no tienen ninguna aplicación de endodoncia, se ha asociado con la pérdida de elasticidad y humedad, siendo la razón principal de reducción del volumen del tejido duro dentario, como resultado de la preparación de la cavidad; además de la formación de microfisuras producidas durante la preparación de la cavidad y/o la instrumentación del conducto radicular, hace que estos dientes sean más susceptibles a las fracturas.<sup>8</sup> Además, se han mencionado varios los factores que pueden contribuir a la debilidad adquirida de los dientes tratados endodónticamente, pérdida excesiva de estructura dental debido a caries dental o traumatismos, deshidratación de la dentina, preparación extensa de la cavidad, método de preparación del conducto, irrigación del conducto radicular, elección del materiales, técnica de restauración, etc.<sup>86-87</sup> Por otro lado, recientemente se ha considerado que la integridad estructural del diente es el factor dominante, que influye en la resistencia a la fractura de los diente endodónticos.<sup>88</sup>

Por consiguiente, se ha descrito que los materiales de obturación se consideran elementos clave para soportar la fuerza de los dientes tratados con endodoncia, y que el uso de los selladores con la capacidad de adherirse a la superficie de la dentina del conducto radicular fortalecerá la estructura dental remanente, aumentando así la resistencia a la fractura.<sup>9</sup>

## VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo al objetivo general, el grupo experimental conformado por el sellador Neo Putty + gutapucha + sellador Neo sealer mostró la mayor resistencia a la fractura en dientes con reabsorción radicular interna tratados endodónticamente, con una media de 485.938N.
- Al determinar la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control negativo, se halló una media de 648.212N.
- Al determinar la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo control positivo, se halló una media de 558.147N.
- Al comparar la resistencia a la fractura de dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles, se halló que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los rangos promedios de resistencia de todos los grupos.

## VII. RECOMENDACIONES

- Referente a la recomendación del objetivo general, se recomienda tomar en cuenta los resultados para sugerir el uso de este sellador en los tratamientos de endodoncia a realizar, se lograría mejorar la resistencia a la fractura en dientes con reabsorción radicular interna.
- Respecto a determinar la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes al grupo de control negativo y grupo de control positivo, se recomienda tomar en cuenta los resultados, puesto que el considerar preparaciones conservadoras permita preservar la integridad estructural del diente, que es un el factor dominante en la resistencia a la fractura de dientes endodónticos, se lograría aportar en una mayor resistencia a la fractura.
- Con referencia a comparar la resistencia a la fractura de dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles, se recomienda tomar en cuenta los resultados, para que en próximas investigaciones se puedan tomar en consideración los mismos cementos endodónticos y/u otros, con un mayor número de especímenes; con ello se lograría contrastar los resultados, fortaleciendo al marco teórico del tema y por ende contribuiría en la práctica clínica a los odontólogos pues orientaría a seleccionar los cementos endodónticos.

Se recomienda realizar más investigaciones respecto al tema, por la importancia que tiene, con diversos selladores, dimensiones e indicadores que fueran necesarios; con la finalidad de mejorar la calidad de los tratamientos endodónticos, en especial en dientes con reabsorción radicular interna.

### VIII. LISTA DE REFERENCIAS

1. Dobrzanski L, Dobrzanska J, Dobrzanski L, Dobrzanska-Danikiewicz A, Gołombek K. Development strategy of endodontic filling materials based on engineering and medical approaches. *Processes*. 2021; 9:2014.
2. Huda I, Pandey A, Kumar N, Sinha S, Kavita K, Raj R. Resistance against fracture in teeth managed by root canal treatment on restoring with onlays, inlays, and endocrowns: a comparative analysis. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2021.
3. Pilo R, Metzger Z, Brosh T. Effect of root morphology on the susceptibility of endodontically treated teeth to vertical root fracture: An ex-vivo model. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2017; 69:267–274.
4. Karin D, Grandini S, Spagnuolo G, Discepoli N, Benedicenti S, Maccagnola V. et al. Clinical outcomes of endodontic treatments and restorations with and without posts up to 18 years. *J Clin Med*. 2021; 10(5):908.
5. Soumya S, Agarwal P, Patri G, Behera S, Kumar M. Obturation an over view. *IP Indian Journal of Conservative and Endodontics*. 2021.
6. Mehra N, Yadav M, Kaushik M, Roshni R. Clinical management of root resorption: a report of three cases. *Cureus*. 2018; 10(8):e3215.
7. Moosavi H, Zeynali M, Hosseini Pour Z. Fracture resistance of premolars restored by various types and placement techniques of resin composites. *International Journal of Dentistry*. 2012.
8. Aydin U, Aksoy F, Tosun S. Fracture resistance of root-filled teeth after cavity preparation with conventional burs, Er: YAG and Er,Cr: YSGG lasers. *Eur Oral Res*. 2018; 52(2):59-63.

9. Mohammed Y, Al-Zaka I. Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Obturated with Different Root Canal Sealers (A Comparative Study). *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2020; 21(5):491-493.
10. Maeda W, Nascimento W, Coelho M, Campos D, Drumond J, Soares A, Cols. Evaluation of fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars restored with different restorative materials - an in vitro study. *Research, Society and Development*. 2021; 10(7).
11. Khalil W, Alghamdi F, Aljahdali E. Strengthening effect of bioceramic cement when used to repair simulated internal resorption cavities in endodontically treated teeth. *Dent Med Probl*. 2020; 57(2):165-169.
12. Sanaei-rad P, Bolbolian M, Nouri F, Momeni, E. Management of internal root resorption in the maxillary central incisor with fractured root using Biodentine. *Clinical Case Reports*. 2021; 9(7).
13. Grajewska E, Saunders W, Chadwick R. Fracture resistance of human roots filled with mineral trioxide aggregate mixed with phosphate-buffered saline, with and without calcium hydroxide pre-medication. *International Endodontic Journal*. 2021; 54(3):439-453.
14. Sarraf P, Nekoofar M, Sheykhrezae M, Dummer P. Fracture resistance of immature incisors following root filling with various bioactive endodontic cements using an experimental bovine tooth model. *Eur J Dent*. 2019; 13:156–160.
15. Turker S, Uzunoglu E, Sungur D, Tek V. Fracture resistance of teeth with simulated perforating internal resorption cavities repaired with different calcium silicate-based cements and backfilling materials. *J Endod*. 2018:1-4.

16. 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):1843-1848.
17. 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):382-288.
18. Dibaji F, Afkhami F, Bidkhorji B, Kharazifard M. Fracture resistance of roots after application of different sealers. *Iranian Endodontic Journal.* 2016; 12(1):50-54.
19. Navarro B. Estudio *in vitro* de la resistencia compresiva en la microdureza superficial de cuatro cementos a base de silicato de calcio: cemento portland blanco, cemento portland gris, mineral trióxido agregado (MTA Angelus®) y Biodentine™, Lima – 2020 [tesis de pregrado]. Lima (PE): Universidad Privada Norbert Wiener; 2021.
20. Aliuddin S, Prakash P, Mohiuddin S, Ravula S, Nallamilli L. et al. Historical milestones in endodontics: review of literature. *International Journal of Preventive and Clinical Dental Research* 2017; 4(1):56-58.
21. American Association of Endodontists. Glossary of Endodontic Terms Tenth Edition [internet]. [Consultado 10 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms/>
22. De Carvalho AL. Introductory chapter: some important aspects root canal treatment. En: De Carvalho AL., editor. *Root canal (working title)*. 1 ed. London: IntechOpen; 2019.
23. Ho Ch, Argáez Ch. Endodontic therapy interventions for root canal failure in permanent dentition: a review of clinical effectiveness, cost-effectiveness, and guidelines. *Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health.* 2017.

24. American Association of Endodontists. Guide to clinical endodontics Sixth Edition [internet]. [Consultado 10 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/guide-clinical-endodontics/>
25. Yoneda N, Noiri Y, Matsui S, Kuremoto K, Maezono H, Ishimoto T. et al. Development of a root canal treatment model in the rat. *Scientific Reports*. 2017; 7(3315).
26. Colombo M, Bassi C, Beltrami R, Vigorelli P, Spinelli A, Cavada A. et al. Radiographic technical quality of root canal treatment performed by a new rotary single-file system. *Ann Stomatol (Roma)*. 2017; 8(1):18-22.
27. D'Souza V, Mahaparale R, Mangala T, Saraf A, Mali S, Pawar S. et al. Comparative evaluation of modified endodontic sealers' penetration following sonic activation of irrigants: a scanning electron microscope study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2020; 14(9):29-32.
28. Chellapilla P, Boddeda M, Jyothi M, Uppalapati L, Konagala R, Dasari L. Influence of obturating techniques on root dentin crack propagation: a micro-computed tomography assessment. *J Conserv Dent*. 2021; 24(1):72-76.
29. El-Kishawi M, Khalaf K. An update on root canal preparation techniques and how to avoid procedural errors in endodontics. *The Open Dentistry Journal*. 2021; 15:318-324.
30. Pawar A, Singh Sh. New classification for pulp chamber floor anatomy of human molars. *J Conserv Dent*. 2020; 23(5):430-435.
31. Shabbir J, Zehra T, Najmi N, Hasan A, Naz M, Piasecki L. et al. Access cavity preparations: classification and literature review of traditional and minimally invasive endodontic access cavity designs. *J Endod*. 2021:1-16.

32. Sharma S, Rajkumar V, Sarin S, Sarin S, Chugh C, Kaur H. Biomechanical preparation of teeth: A comprehensive review. *HECS International Journal of Community Health and Medical Research*. 2017; 3(3):89-92.
33. Bhatt A, Rajkumar B, Gupta V. A comparative evaluation of three different niti rotary files using crown down technique. An ex vivo study using CT scan. *Bangladesh Journal of Medical Science*. 2017; 16(2):212-218.
34. Singh T, Mathur R, Passi D, Talathi A, Thakur S, Singh N. et al. To study the crack initiation on the apical root surface following different root canal preparation techniques and instruments: an in vitro study. *Annals of Medical and Health Sciences Research*. 2018:174-178.
35. Kataia E, Nagy M, Kataia M, Khalil H. Cutting efficiency of two heat-treated files in rotation and reciprocation motions. *Bulletin of the National Research Centre*. 2021; 45(120).
36. Tashlandi N, Alghamdi F. Effect of chemical debridement and irrigant activation on endodontic treatment outcomes: an updated overview. *Cureus*. 2022; 14(1):e21525.
37. Ragul P, Dhanraj M, Jain A. Irrigation technique used in cleaning and shaping during endodontic treatment - a review. *Drug Invention Today*. 2018; 10(5):739-743.
38. Di Spirito F, Pisano M, Caggiano M, Bhasin P, Lo Giudice R, Abdellatif D. Root canal cleaning after different irrigation techniques: an ex vivo analysis. *Medicina*. 2022; 58(193).
39. Herrera H, Andrade S, Landeta V, Zotarelli I, Pires O. Major considerations of irrigation methods in endodontics: a systematic review. *International Journal of Development Research*. 2021; 11(02): 44867-44872.

40. Prada I, Micó P, Giner T, Micó P, Muwaquet S, Albero A. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. a literature review. *J Clin Exp Dent*. 2019;11(2):185-193.
41. Jose J, Venkata K, Ranjan M, Noor R, Khursheed M, Shrivastava D, Natoli V. et al. Influence of commonly used endodontic irrigants on the setting time and metal composition of various base endodontic sealers. *Polymers*. 2022; 14(27).
42. Zan R, Demir A. Contemporary endodontic obturation techniques: a comprehensive literature review. *Cumhuriyet Dental Journal*. 2021; 24(3):310-317.
43. Fernandes R, Hadis M, Burgess D, Zhang Z, Di Maio A, Tomson P. et al. A matched irrigation and obturation strategy for root canal therapy. *Scientific Reports*. 2021; 11(4666).
44. Nicholson J, Czarnecka B. Materials for root canal filling. En: Nicholson J, Czarnecka B., editores. *Materials for the direct restoration of teeth*. London: Woodhead Publishing; 2016. p.197-219.
45. Santos A, Tanomaru M, Pinto J, Tavares K, Torres F, Guerreiro J. Effect of obturation technique using a new bioceramic sealer on the presence of voids in flattened root canals. *Braz Oral Res*. 2021; 35.
46. Alim B, Berker Y. Evaluation of different root canal filling techniques in severely curved canals by micro-computed tomography. *The Saudi Dental Journal*. 2020; 32(4):200-205.
47. Olczak K, Pawlicka H. Evaluation of the sealing ability of three obturation techniques using a glucose leakage test. *BioMed Research International*. 2017.
48. Lokhande P, Deenadayalan, Ghorpade R, Srinidhi S. A review of contemporary research on root canal obturation and related quality assessment techniques. En: Chandrasekhar U.,

- Yang LJ. y Gowthaman S., editores. Innovative design, analysis and development practices in aerospace and automotive engineering (I-DAD 2018), lecture notes in mechanical engineering. India; Springer Nature Singapore Pte Ltd.; 2019. p.511-525.
49. Habib A, Doumani M, Nassani M, Shamsy E, Jto B, Arwadi H. et al. Radiographic Assessment of the Quality of Root Canal Fillings Performed by Senior Dental Students. *Eur Endo J.* 2018; 3(2):101-106.
50. Aminoshariae A, Johnson W, Kulild J, Tay F. Obturation of cleaned and shaped root canal system. En: Berman L, Hargreaves K, editores. *Cohen's Pathways of the pulp.* India: Elsevier; 2021. p.304-342.
51. American Association of Endodontists. Treatment Standards [internet]. [Consultado 10 marzo 2022]. Disponible en: [https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2018/04/TreatmentStandards\\_Whitepaper.pdf](https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2018/04/TreatmentStandards_Whitepaper.pdf)
52. Wang Y, Liu S, Dong Y. In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer. *PLoS ONE.* 2018; 13(2).
53. Narwal P, Bhanot S, Talwar S, Singh F, Narwal P, Mahajan P. Endodontic sealers: a review. *IAR J Med Sci.* 2021; 2(4):23-27.
54. Rathi C, Chandak M, Nikhade P, Mankar N, Chandak M, Khatod S. et al. Functions of Root Canal Sealers- A Review. *J. Evolution Med Dent Sci.* 2020; 9(17):1454-145.
55. Goel H, Mathur S, Sachdev V. Evaluation of a mixture of zinc oxide–10% sodium fluoride as novel root canal filling material: A pilot study!!. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2019; 37:392-398.
56. Li Q, Deacon A, Coleman N. Iodoform-Blended Portland cement for dentistry. *Prosthesis.* 2020, 2:277–296.

57. Chopra V, Davis G, Baysan A. Physico-chemical properties of calcium-silicate vs. resin based sealers—a systematic review and meta-analysis of laboratory-based studies. *Materials*. 2022;15(229).
58. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dent Mater J* 2020; 39(5):703-720.
59. Primathena I, Nurdin D, Hermawan H, Cahyanto A. Synthesis, characterization, and antibacterial evaluation of a cost-effective endodontic sealer based on tricalcium silicate-white portland cement. *Materials (Basel)* 2021. 14(2):417.
60. Milani A, Firuzi S, Soroush M, Shahi Sh, Abdollahi A. Evaluation of sealing ability of mineral trioxide aggregate mixed with propylene glycol as a root canal sealer: A in vitro study. *Dent Res J (Isfahan)*. 2019; 16(4):216-220.
61. Sfeir G, Zogheub C, Patel Sh, Giraud T, Nagendrababu V, Bukiet F. Calcium silicate-based root canal sealers: a narrative review and clinical perspectives. *Materials (Basel)*. 2021; 14(14):3965.
62. Joseph T, Mathew J, Joy J, Hari K, Joy B. Bioceramics as root canal sealers: a review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 2020; 9(11):494-498.
63. Kaur M., Singh H., Dhillon J., Batra M. y Saini M. MTA versus Biodentine: review of literature with a comparative analysis. *J Clin Diagn Res* 2017; 11(8):1-5.
64. Slaboseviciute M, Vasiliauskaite N, Drukteinis S, Marterns L, Rajasekharan S. Discoloration potential of biodentine: a systematic review. *Materials (Basel)*. 2021; 14(22):6861.
65. Arandi N, Thabet M. Minimal intervention in dentistry: a literature review on Biodentine as a bioactive pulp capping material. *Biomed Res Int*. 2021.

66. Mustafa R, Al-Nasrawi S, Aljdaimi A. The effect of Biodentine maturation time on resin bond strength when aged in artificial saliva. *Int J Dent*. 2020.
67. Abbas S. y Kazmi Sh. Biodentine as an ideal biomimetic dental material for Minimally invasive dentistry. *Pakistan Journal of Medicine & Dentistry*. 2022; 11(2).
68. Tannen M. Free CE: Dr. Carolyn Primus and evolution of bioactive bioceramics. *Florida Focus (Florida Academy of General Dentistry)*. 2021:6-8.
69. NuSmile. NuSmile NeoPUTTY Frequently asked Questions [internet]. [Consultado 10 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.nusmile.com/Plugins/Widgets.FAQ.Vinformatix/Content/FAQ/FAQCategoryFiles/IFU-61%20NuSmile%20NeoPUTTY%20FAQ.%20Rev.%201.pdf>
70. Sun Q, Meng M, Steed J, Sidow S, Bergeron B, Niu L et al. Manoeuvrability and biocompatibility of endodontic tricalcium silicate-based putties. *Journal of Dentistry*. 2020.
71. NuSmile. Root & Pulp treatment material, Neo PUTTY™ Non-staining Bioactive Bioceramic [internet]. [Consultado 10 marzo 2022]. Disponible en: [https://www.nusmile.com/Plugins/Widgets.FAQ.Vinformatix/Content/FAQ/FAQCategoryFiles/IFU-55%20NuSmile%20NeoPUTTY%20\(Multi%20Lang\),%20Rev.%200.pdf](https://www.nusmile.com/Plugins/Widgets.FAQ.Vinformatix/Content/FAQ/FAQCategoryFiles/IFU-55%20NuSmile%20NeoPUTTY%20(Multi%20Lang),%20Rev.%200.pdf)
72. NuSmile. NeoPUTTY [internet]. [Consultado 10 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.nusmile.com/NeoPutty>
73. Avalon Biomed. NeoSealer Flo [internet]. [Consultado 10 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.avalonbiomed.com/product/neosealer-flo-kits/#desc>
74. Vo K, Daniel J, Ahn Ch, Primus C, Komabayashi T. Coronal and apical leakage among five endodontic sealers. *Journal of Oral Science*. 2022; 64(1): 95-98.

75. Avalon Biomed Advanced Bioceramics. NeoSealer™ Flo [internet]. 2020 [citado el 10 de marzo de 2022]. Disponible en: URL: <https://www.avalonbiomed.com/wp-content/uploads/2020/10/MKT20016-Avalon-Biomed-NeoSealer-Flo-Product-Sheet.pdf>
76. Kaval M, Güneri P, Çalışkan, M. Regenerative endodontic treatment of perforated internal root resorption: a case report. *International Endodontic Journal*. 2017; 51(1):128–137.
77. Garg N. y Garg A. *Textbook of Endodontics*. 4 ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.; 2019.
78. Koehne T, Zustin J, Amling M, Friedrich R. Radiological and histopathological features of internal tooth resorption. *In Vivo*. 2020; 34(4):1875-1882.
79. Cruz A, Barragán AR, Bracamontes C, Amezcua O, Sánchez M, Ruvalcaba L. et al. *Procedimientos clínicos en endodoncia*. 1 ed. México: Editorial Universitaria; 2017.
80. Davies A, Foschi F, Patel Sh. *Endodontology at a Glance*. 1 ed. London: Wiley Blackwell; 2019.
81. Patel Sh, Saberi N. The ins and outs of root resorption. *British Dental Journal*. 2018; 224(9); 691-699.
82. Nageh M, Ibrahim L, AbuNaeem F, Salam E. Management of internal inflammatory root resorption using injectable platelet-rich fibrin revascularization technique: a clinical study with cone-beam computed tomography evaluation. *Clinical Oral Investigations*. 2021.
83. Kumar S. *Essentials of oral pathology*. 4 ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd., 2019.
84. Prabhu S. *Handbook of oral pathology and oral medicine*. 1 ed. London: John Wiley & Sons Ltd.; 2022.

85. Asopa S, Mandava J, Chalasani U, Anwarullah A, Ravi R. Fracture resistance of endodontically treated molars restored with resin composites. *IP Indian Journal of Conservative and Endodontics*. 2017; 2(3):89-97.
86. Forster A, Sary T, Braunitzer G, Frater M. In vitro fracture resistance of endodontically treated premolar teeth restored with a direct layered fiber-reinforced composite post and core. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2017; 31(13):1454-1466.
87. Elayed M, Elgendy A. Fracture resistance of roots obturated with a single expandable polymer cone. *Tanta Dent J*. 2017; 14:25-29.
88. Zhang Y, Liu Y, She Y, Liang Y, Xu F, Fang C. The effect of endodontic access cavities on fracture resistance of first maxillary molar using the extended finite element method. *Journal of Endodontics*. 2019; 45(3):316–321.
89. Hernández R, Fernández R, Baptista P. *Metodología de la investigación*. 6 ed. México: Mc Graw Hill Education; 2017.

## IX. ANEXOS

**ANEXO N° 1**  
**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**FACULTAD DE MEDICINA**  
**ESCUELA DE ODONTOLÓGÍA**



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**“Capacidad de resistencia a la fractura de dientes con reabsorción radicular interna sellados con diferentes materiales de obturación: estudio *in vitro*”**

## 1. Datos Generales

Ficha: \_\_\_\_\_

N° de muestra: \_\_\_\_\_

## 2. Ficha AD-HOC

**Capacidad de resistencia de las muestras**

<b>Campo</b>	<b>Muestra preparada con</b>	<b>Unidades Newton</b>
<b>1</b>	Obturación con Biodentine lesión RRI y conducto radicular.	
<b>2</b>	Obturación con Biodentine lesión RRI y conducto radicular con gutapercha más sellador Neo Sealer	
<b>3</b>	Obturación con Neo Putty lesión RRI y conducto radicular.	
<b>4</b>	Obturación con Neo Putty lesión RRI y conducto radicular.	
<b>5</b>	Control positivo. Longitud de trabajo + instrumentación + activación de irrigantes. Sin obturar.	
<b>6</b>	Control negativo. No se realizó tratamiento endodóntico.	

**Muestra más resistente**

GRUPO

## ANEXO N° 2

### ÍNDICE DE KAPPA

#### *Concordancia entre Experto e investigador*

Para verificar la concordancia entre las técnicas se utilizó el índice de Kappa donde se observa que valores próximos a uno indican alta concordancia. Interpretación de los valores de Kappa:

*Concordancia pobre* = menor que 0.20

*Concordancia baja* = 0.20 a 0.40

*Concordancia moderada* = 0.40 a 0.60

*Buena concordancia* = 0.60 a 0.80

*Muy Buena concordancia* = 0.80 a 1.00

Índice de Kappa respecto a la agudeza visual

		Valor	Error estándar asintótica	Significación aproximada
<b>Medida de acuerdo</b>	Kappa	<b>0.890</b>	0.102	0.000
<b>N° de casos válidos</b>		10		

Se observa que, respecto a la Resistencia a la fractura de dientes, el valor de Kappa es de 0.890 lo cual significa que la concordancia es Muy buena.

### ANEXO N° 3

#### PRUEBA DE NORMALIDAD

Para determinar si los datos presentan distribución normal o no, para ello se empleará el método de Shapiro-Wilk, debido a que aplica en casos donde el número de datos es menor a 50 ( $n < 50$ ).

- $H_0$ : Los datos provienen de una distribución normal.  $p\text{-valor} \geq 0.05$
- $H_a$ : Los datos no provienen de una distribución normal.  $p\text{-valor} < 0.05$

En las muestras a procesar el valor de  $p \geq 0.05$ , entonces la muestra tendría una distribución normal, si el valor de  $p < 0.05$  entonces la muestra tendría una distribución no normal, pero si de lo contrario

Muestras	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
<b>Biodentine + Biodentine</b>	0.789	10	0.011
<b>Biodentine + Gutapercha + Sellador Neo Sealer</b>	0.889	10	0.167
<b>Neo Putty + Neo Putty</b>	0.904	10	0.241
<b>Neo Putty + Gutapercha + Cemento Neo sealer</b>	0.826	10	0.030
<b>Grupo control positivo</b>	0.902	10	0.232
<b>Grupo control negativo</b>	0.904	10	0.244

Se aprecia que luego de aplicar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, en las variables se obtuvo que Biodentine + Biodentine presentó un  $p\text{-valor}=0.011$  ( $p < 0.05$ ), Biodentine + Gutapercha + Sellador Neo Sealer un  $p\text{-valor}=0.167$  ( $p > 0.05$ ), Neo Putty + Neo Putty un  $p\text{-valor}=0.241$  ( $p > 0.05$ ), Neo Putty + Gutapercha + Cemento Neo sealer un  $p\text{-valor}=0.030$  ( $p < 0.05$ ), Grupo control positivo un  $p\text{-valor}=0.232$  ( $p > 0.05$ ) y el Grupo control negativo un  $p\text{-valor}=0.244$  ( $p > 0.05$ ); por lo tanto se aprecia que no presentan una distribución normal y se aplicarán pruebas no paramétricas para el análisis estadístico.

## ANEXO N° 4

### CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

- **Formulación de hipótesis estadística**

- **H<sub>0</sub>**: No existe diferencia en la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles
- **H<sub>a</sub>**: Existe diferencia en la resistencia a la fractura de los dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles

*H<sub>0</sub>: Hipótesis nula, H<sub>a</sub>: Hipótesis alterna*

- **Establecer el nivel de significancia**

Se consideró: nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 5% = 0.05.

- **Determinación del Estadígrafo a Emplear**

Mediante la Prueba de Kruskal-Wallis, se determinó la diferencia en la resistencia a la fractura de dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles.

	Sig. asintótica
<b>Prueba de Kruskal-Wallis</b>	0.002

Nivel de significancia = 0.05

- **Toma de Decisión**

El resultado de la Prueba de Kruskal-Wallis, se obtuvo el p-valor = 0.002 ( $p < 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula; es decir, **Existe diferencia significativa entre la resistencia a la fractura de dientes pertenecientes a los grupos experimentales y controles.**

## ANEXO N° 5

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA UNIVERSAL


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LMF - 2022 - 018**

Página 1 de 2

 Fecha de emisión: 2022-08-16  
 Fecha de expiración: 2023-08-16  
 Expediente: LMC-2022-0898

**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).  Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.  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.
Modelo	: CMT-5L	
Serie	: 7419	
Identificación	: No Indica	
Rango de indicación	: 5000.00 N	
División mínima	: 0,01 N	
Tipo de Ensayo	: Tracción	
Tipo de indicación	: Digital	
Procedencia	: Korea	
Ubicación	: No Indica	
Fecha de Calibración	: 2022-08-15	

**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
DM-INACAL	Termohigrómetro	PT-TH-02	LH-088-2021 Cal: Septiembre
INMELAB	Juego de pesas 1 g a 2 kg / M2	PM-JM2-02	LMM-2022-018 Cal: Febrero 2022
INMELAB	Juego de pesas 5 kg, 10 kg, 20 kg / M2	PM-JM2-01	LMM-2022-024 Cal: Marzo 2022



Gerente de Metrología


 Firmado digitalmente  
 por Jorge Padilla Dueñas  
 Fecha: 2022.08.16  
 10:05:52 -05'00'

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

## 7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:

## MEDICIÓN DE TRACCIÓN

Indicación del Patrón (N)	Indicación del Equipo (N)	Corrección (N)	Incertidumbre (N)
500,00	501,15	-1,15	2,66
1 000,00	1002,35	-2,35	3,91
1 500,00	1501,94	-1,94	6,46
2 000,00	2003,05	-3,05	9,01
2 500,00	2504,22	-4,22	14,02
3 000,00	3005,86	-5,86	18,94
3 500,00	3507,46	-7,46	17,19
4 000,00	4009,69	-9,69	15,64
4 500,00	4515,35	-15,35	18,96
5 000,00	5020,01	-20,01	21,59

Indicación del Equipo (N)	Errores Relativos				Incertidumbre Expandida U (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	
501,15	-0,23	0,28	----	----	0,53
1 002,35	-0,23	0,25	----	----	0,39
1 501,94	-0,13	0,34	----	----	0,43
2 003,05	-0,15	0,33	----	----	0,45
2 504,22	-0,17	0,40	----	----	0,56
3 005,86	-0,19	0,32	----	----	0,63
3 507,46	-0,21	0,32	----	----	0,49
4 009,69	-0,24	0,34	----	----	0,39
4 515,35	-0,34	0,23	----	----	0,42
5 020,01	-0,40	0,29	----	----	0,43

Retorno a cero $f_x$	0,00%
----------------------	-------

Error relativo máximo permitido según la clase de la escala de la máquina de ensayo (ISO 7500-

Clase de la escala de la máquina	Errores Relativos				
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	Cero $f_x$ (%)
0,50	± 0,5	0,50	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,00	± 1,5	0,50	± 0,1
2	± 2,0	2,00	± 3,0	1,00	± 0,2
3	± 3,0	3,00	± 4,5	1,50	± 0,3



## 8. OBSERVACIONES:

- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

## 9. CONCLUSIONES:

- De las mediciones realizadas se concluye que el equipo se encuentra **calibrado** debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.
- Se recomienda realizar la próxima calibración en un plazo no mayor a un año desde la emisión de la misma.

## ANEXO N° 6

## CONSTANCIA DEL ASESOR TEMÁTICO

## CONSTANCIA DEL ASESOR TEMÁTICO

Chiclayo, 02 de abril de 2023

Yo, JOHN PAUL TORRES NAVARRO, docente asesor designado por la Escuela de Odontología de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, doy constancia de haber asesorado de forma temática, el proyecto de tesis titulado: “Resistencia a la fractura de dientes con reabsorción radicular interna reparadas con diferentes selladores de conductos radiculares: estudio *in vitro*”, del cirujano dentista JOSÉ ORLANDO FLORES MEJÍA estudiante del programa de segunda especialidad en Endodoncia.

El proyecto de tesis cumple con todas las observaciones correspondientes a la originalidad y relevancia teórica, práctica y clínica, dentro de su formación como especialista.

Atentamente,



---

Firma digital

DNI N° 09857723

## ANEXO N° 7

## CONSTANCIA DE REVISIÓN Y APROBACIÓN METODOLÓGICA

## CONSTANCIA DE REVISIÓN Y APROBACIÓN METODOLÓGICA

Chiclayo, 21 de febrero del 2023

Yo, MARIANO ORTIZ PIZARRO, profesor a tiempo completo de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, doy constancia de haber revisado la metodología del proyecto de tesis titulado: "Resistencia a la fractura de dientes con reabsorción radicular interna reparadas con diferentes selladores de conductos radiculares: estudio *in vitro*"; perteneciente al cirujano dentista JOSÉ ORLANDO FLORES MEJÍA", egresado del programa de Segunda Especialidad Profesional en Cariología y Endodoncia.

El proyecto de investigación cumple con todas las observaciones correspondientes a la rigurosidad del método científico. En la presente investigación se presenta adecuadamente el marco teórico, se explica con claridad la metodología y se planifica el análisis de datos correspondiente a los objetivos de investigación propuestos, de acuerdo a los estándares bioéticos establecidos por la universidad.

Atentamente,



Firma digital

**Dr. Esp. CD. Mariano Ortiz Pizarro**

## ANEXO N° 8

## RESOLUCIÓN DE COMITÉ DE ÉTICA



**CONSEJO DE FACULTAD**  
**RESOLUCIÓN N° 142-2023-USAT-FMED**  
**Chiclayo, 16 de junio de 2023**

Vista la solicitud virtual N° TRL-2023-4394 en virtud de la aprobación con fecha 14 de junio de 2023 por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina del Proyecto de Investigación del Sr. FLORES MEJIA JOSE ORLANDO, estudiante de Segunda Especialidad en Endodoncia, de la Escuela de Odontología. Asesor: Mgtr. Esp. C.D. John Paul Torres Navarro.

**CONSIDERANDO:**

Que esta investigación forma parte de las áreas y líneas de investigación de la Escuela de Odontología.

Que el proyecto de Investigación denominado: **RESISTENCIA A LA FRACTURA DE DIENTES CON REABSORCIÓN RADICULAR INTERNA REPARADAS CON DIFERENTES SELLADORES DE CONDUCTOS RADICULARES: ESTUDIO IN VITRO**, fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina.

En uso de las atribuciones conferidas por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo;

**SE RESUELVE:**

Artículo 1º.- Declarar aprobado el Proyecto de Investigación para continuar con el proceso de recolección de datos y finalización del mismo.

Artículo 2º.- Dar a conocer la presente resolución al interesado.

Regístrese, comuníquese y archívese.

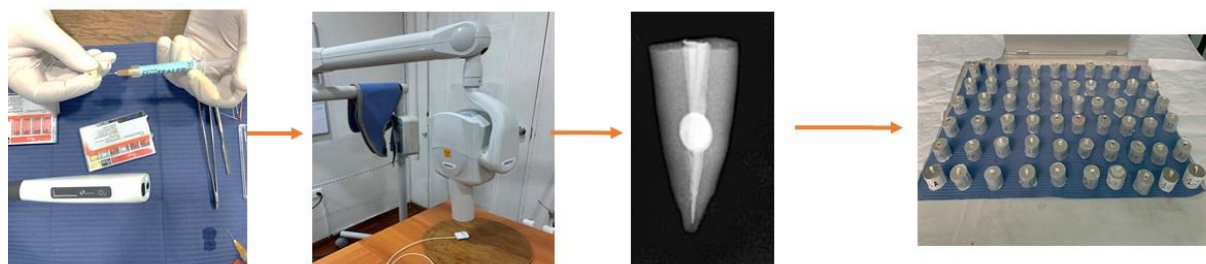
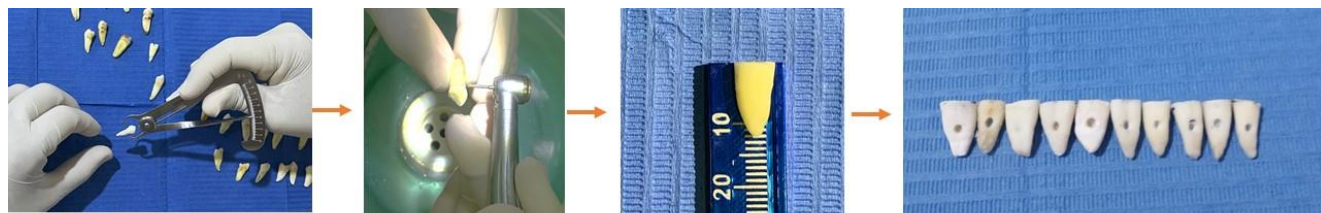


  
**Mtro. Luis Enrique Jara Romero**  
**Decano (e)**  
**Facultad de Medicina**

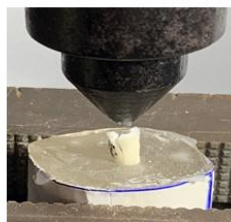
  
**Mtro. Sorey Garjet Gayoso Dianderas**  
**Secretaría Académica**  
**Facultad de Medicina**

## ANEXO N° 9

## PROCESO DE EJECUCIÓN



Pruebas de Resistencia a la fractura



## ANEXO N° 10

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

## ACTA\_ACST-USAT-007-2024

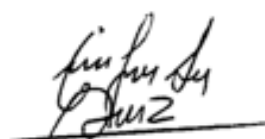
En la ciudad de Chiclayo, a las 7.30 pm del día lunes 15 de abril de 2024, los miembros del jurado de sustentación de tesis, designados por la Escuela Profesional de Odontología, **presidente:** Mgtr. Rocío Lizet Torres Verástegui, **secretario:** Mgtr. Carmen Lizeth Díaz Silva y **Vocal/Asesor:** Mgtr. John Paul Torres Navarro, se reunieron en el Aula Zoom: ID de reunión: 876 4606 4042 Código de acceso: 839515, para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **RESISTENCIA A LA FRACTURA DE DIENTES CON REABSORCIÓN RADICULAR INTERNA REPARADAS CON DIFERENTES SELLADORES DE CONDUCTOS RADICULARES: ESTUDIO IN VITRO**, del Cirujano Dentista **FLORES MEJIA JOSE ORLANDO**, para obtener el Título de Segunda Especialidad Profesional en Endodoncia.

Siendo las 8.05 pm, habiéndose concluido la exposición y absueltas las preguntas del jurado, se acordó otorgar al Cirujano Dentista **FLORES MEJIA JOSE ORLANDO**, la calificación de 17, recibiendo la categoría de Notable

Chiclayo, 15 de abril de 2024



**Mgtr. Rocío Lizet Torres Verástegui**  
Presidente



**Mgtr. Carmen Lizeth Díaz Silva**  
Secretario



**Mgtr. John Paul Torres Navarro**  
Vocal/Asesor