

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN JUAN BAUTISTA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**



**TESIS**

**Resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorción cervical externa simuladas empleando dos cementos hidráulicos reparadores. Estudio In Vitro.**

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

**PRESENTADO POR**

**CD. MAYDELY ARÉVALO CÁCERES**

**CD. LISSET MARITZA ZAVALA ASTETE**

**ASESORADO POR**

**MG. ESP. JIMENA LAMA SARMIENTO**

**LIMA – PERU**

**2024**

## **LINEA DE INVESTIGACIÓN: SALUD ORAL**

## ÍNDICE

Portada.....	I
Línea de investigación.....	II
Índice.....	III
Dedicatoria.....	VI
Agradecimiento.....	VII
Informe de Antiplagio.....	VIII
Resumen.....	X
Abstract.....	XI
Introducción.....	12

### **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1 Descripción de la realidad problemática	
1.1.1 Formulación del problema.....	13
1.1.2 Problema general.....	13
1.1.3 Problemas específicos.....	14
1.2 Objetivos de la Investigación.....	14
1.2.1 Objetivo general .....	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
1.3 Justificación e importancia de la Investigación.....	15
1.2.3 Justificación.....	15
1.2.4 Importancia.....	15
1.4 Limitaciones del estudio.....	16
1.5 Delimitación del estudio.....	16

### **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes de la investigación.....	17
2.2 Bases teóricas.....	19
2.2.1 Fuerzas compresivas.....	19
2.2.2 Reabsorción radicular externa.....	19
2.2.2.1 Etiología.....	19
2.2.2.2 Patogenia.....	19
2.2.2.3 Clasificación.....	20
2.2.2.4 Tratamiento.....	21
2.2.3 Cementos Hidráulicos .....	21

2.2.3.1 Propiedades de los materiales Biocerámicos.....	22
a). Propiedades Físico- Químicas.....	22
b) Propiedades Biológicas Biocompatibilidad y Citotoxicidad...	22
2.2.4. BioRoot™ RCS (Septodont, France).....	23
2.2.4.1 Composición .....	23
2.2.4.2 Beneficios.....	23
2.2.5 Biodentine.....	23
2.2.6 NeoMTA2.....	24
2.2.6.1 Indicaciones.....	24
2.2.6.2 Características y beneficios.....	25
2.3 Definición de términos básicos.....	25
2.4 Formulación de la Hipótesis.....	25
2.4.1 Hipótesis general.....	25
2.4.2 Hipótesis específicas.....	26
2.5 Identificación de variables e indicadores.....	26
2.5.1 Definición conceptual de variables.....	26
2.5.2 Definición Operacional.....	27
2.5.3 Operacionalización de Variables.....	27

### **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

3.1 Diseño Metodológico	
3.1.1 Tipo de investigación .....	28
3.1.2 Nivel de investigación.....	28
3.1.3 Diseño.....	28
3.1.4 Alcance de la investigación.....	28
3.2 Población y muestra.....	28
3.2.1 Unidad de análisis.....	28
3.2.2 Población.....	28
3.2.3 Muestra.....	28
3.2.4 Determinación de tamaño muestral.....	28
3.2.5 Selección de la muestra.....	28
3.2.6 Criterios de inclusión y exclusión.....	28
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.3.1 Técnicas .....	30
3.3.2 Instrumentos.....	30

3.4	Técnicas para el procesamiento de la información.....	30
3.5	Análisis estadístico.....	31
3.6	Consideraciones éticas.....	31
<b>CAPÍTULO IV: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS</b>		
4.1.	Cronograma de Actividades.....	34
4.2.	Presupuesto de la Investigación.....	34
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS.....</b>		<b>37</b>
<b>CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN .....</b>		<b>38</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>		
	Referencias bibliográficas .....	41
<b>ANEXOS</b>		
ANEXO 1	Operacionalización de variables .....	48
ANEXO 2	Permiso Comité de ética .....	49
ANEXO 3	Consentimiento informado.....	50
ANEXO 4	Instrumento de recolección de datos.....	51
ANEXO 5	Tablas indirectas.....	52
ANEXO 6	Matriz de consistencia.....	57
ANEXO 7	Fotos y otros.....	59

### **Dedicatoria**

Este trabajo en primer lugar va dedicado a Dios por darnos la vida, salud, sabiduría y paciencia para cumplir nuestros objetivos.

A nuestros padres por darnos la vida, por su apoyo incondicional para seguir adelante, por estar siempre a nuestro lado y motivarnos a ser mejores personas les debo un eterno agradecimiento por su apoyo moral y económico.

## **Agradecimiento**

A la Facultad de Posgrado de Odontología en la Especialidad de Endodoncia de la Universidad Privada San Juan Bautista, gracias por contribuir en nuestro desarrollo profesional y humanístico a nuestra asesora Mg. Esp. Jimena Lama Sarmiento y docentes de la segunda especialidad de Endodoncia, por haber compartido desinteresadamente su tiempo y sus conocimientos, por su predisposición en la enseñanza, general por todo el apoyo brindado y los resultados imprescindibles para el correcto desarrollo de esta tesis. A nuestra familia por estar presente y apoyarnos a lograr nuestras metas.



**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN JUAN BAUTISTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**SEGUNDAS ESPECIALIDADES DE ESTOMATOLOGIA**  
**SAN BORJA**

INFORME DE VERIFICACIÓN DE SOFTWARE ANTIPLAGIO

FECHA: 11-03-2024

NOMBRE DEL AUTOR (A) / ASESOR (A):

Maydely Dávalo Cáceres, Lisset Maritza Zavatele Astete.  
Asesora: Jimena Alejandra Lama Sarmiento.

TIPO DE PROINVESTIGACIÓN:

- PROYECTO ( )
- TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ( )
- TESIS (X)
- TRABAJO ACADEMICO ( )
- TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ( )
- ARTICULO ( )
- OTROS ( )

INFORMO SER PROPIETARIO (A) DE LA INVESTIGACIÓN VERIFICADA POR EL SOFTWARE

ANTIPLAGIO TURNITIN, EL MISMO TIENE EL SIGUIENTE TÍTULO:

Resistencia a las Fuerzas Compresivas en dientes  
con Reabsorción Cervical Externa Simuladas  
empleando dos Cementos Hidráulicos Reparadores  
Estudio In vitro.

CULMINADA LA VERIFICACIÓN SE OBTUVO EL SIGUIENTE PORCENTAJE: 10 %

Conformidad Autor:

Nombre: Maydely Dávalo Cáceres  
 DNI: 70378839  
 Huella:   
  
 Nombre: Lisset M. Zavatele Astete.  
 DNI: 47816911  
 Huella:   
 GYT-FR-64

Conformidad Asesor:

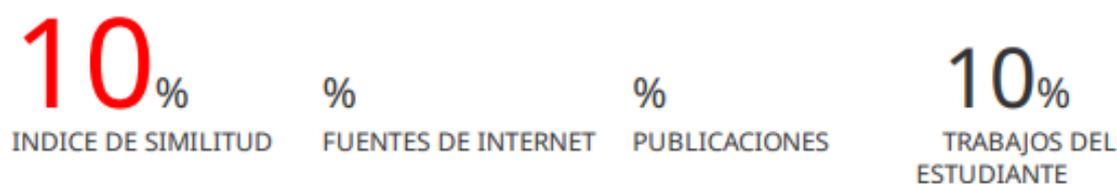
Nombre: Jimena Lama Sarmiento.  
 DNI: 45818557  
 JIMENA LAMA SARMIENTO  
 Cirujano Dentista  
 C.O.P. 39558

V.1

14/02/2020

## Segundo antiplagio

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Mountain Lakes High School Trabajo del estudiante	1 %
2	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	1 %
3	Submitted to University of Glasgow Trabajo del estudiante	<1 %
4	Submitted to Universidad Católica Nordestana Trabajo del estudiante	<1 %
5	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
6	Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
7	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
8	Submitted to University of Zagreb - Faculty of Dental Medicine	<1 %

## RESUMEN

**Objetivo:** Comparar la resistencia a la fractura de resorciones externas simuladas 2Cd con cementos hidráulicos reparadores. **Metodología:** N=60 premolares mandibulares unirradiculares divididos en 4 grupos; grupo 1: Grupo control (dientes sanos); Grupo 2: dientes con resorción cervical clase 2Cd según la clasificación de Shanon Patel; Grupo 3: dientes con resorción cervical clase 2Cd reparados con cemento hidráulico Biodentine; Grupo 4: dientes con resorción cervical clase 2Cd reparados con el cemento hidráulico NeoMTA2. Todos los grupos fueron sometidos a evaluación de fuerzas compresivas a los 8 y 30 días, medidas en Newtons utilizando una máquina Universal "Instron Corp". Se utilizó la prueba estadística T-student,, Shapiro Wilk y de Tukey SPSS 27. **Resultados:** A los 8 días todos los grupos mostraron diferencia estadística ( $p < 0.05$ ). El grupo 3 tuvo mayor capacidad de fuerza compresiva que el grupo 2 y 4, pero menor que el grupo control. A los 30 días los grupos 3 y 4 no presentaron diferencia estadística, pero tuvieron valores superiores al grupo 2 (dientes con reabsorción cervical sin reparo) y menores al grupo control. **Conclusiones:** De acuerdo a las condiciones del estudio no existió diferencia estadística significativa de resistencia a las fuerzas compresivas entre los cementos hidráulicos Biodentine y NeoMTA2 a los 30 días.

**Palabras clave:** Fuerzas compresivas, Newton, resorción.

## ABSTRACT

**Objective:** To compare the fracture resistance of simulated external resorptions 2Cd with repair hydraulic cements. **Methodology:** N=60 Sixty single canal mandibular premolars were used which were divided into 4 groups; Group 1: Control group (healthy teeth); Group 2: teeth with cervical resorption class 2Cd according to Shanon Patel classification; Group 3: teeth with cervical resorption class 2Cd repaired with Biodentine hydraulic cement; Group 4: teeth with cervical resorption class 2Cd repaired with NeoMTA2 hydraulic cement. All groups were subjected to evaluation of compressive forces at 8 and 30 days, measured in Newtons using a Universal machine "Instron Corp". T-student, Shapiro Wilk and Tukey SPSS 27 statistical tests were used. **Results:** At 8 days, all groups showed a statistical difference ( $p < 0.05$ ). Group 3 had a higher compressive strength capacity than groups 2 and 4, but lower than the control group. At 30 days groups 3 and 4 showed no statistical difference, but had higher values than group 2 (teeth with cervical resorption without repair) and lower than the control group. **Conclusions:** According to the conditions of the study there was no significant statistical difference in resistance to compressive forces between Biodentine and NeoMTA2 hydraulic cements at 30 days.

Key words: Compressive forces, Newton, resorption.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo del tratamiento endodóntico es limpiar, conformar y desinfectar el sistema de conductos para eliminar o prevenir la periodontitis apical. Sin embargo, existen complejidades anatómicas, como las reabsorciones radiculares que dificultan la desinfección, disminuyendo el éxito del tratamiento y otorgándole a la pieza un pronóstico reservado. Las reabsorciones cervicales se clasifican en externas e internas según su localización. La reabsorción cervical externa comienza en la superficie de la raíz, a nivel de la inserción del tejido conectivo causando una pérdida progresiva de los tejidos perirradiculares e incluso pulpar, debilitando la pieza dentaria. Mientras que la reabsorción cervical interna se da a nivel del conducto radicular comprometiendo la pulpa y dentina.<sup>1-5</sup>

Para el diagnóstico y tratamiento adecuado de las reabsorciones es importante el examen clínico y otros exámenes auxiliares como: radiografías y tomografías. En el año 2018 Patel S, et al.<sup>9</sup> crearon una nueva clasificación tridimensional para la reabsorción cervical externa, mediante el uso de tomografía, considerando la altura, circunferencia y proximidad al conducto radicular del diente.<sup>9</sup> Se han sugerido distintos materiales a base de silicato de calcio conocidos como cementos hidráulicos reparadores para el tratamiento de este tipo de patologías. Estos materiales forman hidroxiapatita, permitiendo el reparo de tejido dentario afectado y ayudando a prolongar el tiempo de vida de la pieza dentaria<sup>4-6</sup>

Uno de los cementos reparadores más estudiados es el Biodentine, el cual ha mostrado excelentes resultados.<sup>5-8,14,41-49</sup> Recientemente fue introducido al mercado un nuevo cemento hidráulico, el NeoMTA2, con propiedades similares al Biodentine y de doble indicación (sellador y reparador).

Diferentes autores han realizado estudios sobre las propiedades físico químicas y biológicas de estos materiales como: biocompatibilidad, bioactividad, capacidad de sellado, radiopacidad y solubilidad.<sup>5-8,24-37,41-49</sup> Sin embargo, no existen estudios que hayan evaluado la resistencia a la fractura de piezas con reabsorciones cervicales externas reparados con NeoMTA2. Por tanto, el objetivo del estudio es determinar cuál es la resistencia a la fractura en dientes

con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd según Patel S. y reparadas con los cementos biocerámicos Biodentine y NeoMTA2.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

#### **1.1.1 Formulación del problema**

Las fracturas radiculares son la tercera causa más común de pérdida de dientes después de la caries dental y enfermedad periodontal. La prevalencia de dichas fracturas en dientes tratados endodónticamente se encuentra entre el 2% y el 20%, mientras que el 94% de los dientes con fracturas radiculares han tenido antecedentes de tratamiento endodóntico.<sup>7</sup>

La reabsorción cervical externa es considerada una patología de origen múltiple el cual es relativamente poco común, a menudo agresiva e insidiosa.<sup>8</sup> En la actualidad existen más estudios sobre reabsorción radicular interna y pocos estudios sobre reabsorción cervical externa, en el 2018 Shanon Patel hace una clasificación tridimensional mediante CBCT donde describe la altura, circunferencia y proximidad al conducto radicular del diente, sin embargo en los estudios realizados sobre la resistencia a fuerzas compresivas en piezas con tratamiento endodóntico y reabsorción cervical externa que involucran la pulpa dental como describe Patel S. es uno de los más bajos en cuanto a resistencia.<sup>4,9</sup>

En la actualidad existen materiales para el tratamiento de conducto y reabsorción radicular interna y externa, tal es el caso de los cementos hidráulico reparadores y selladores cuyas propiedades bioactivas ayudan en la reparación ósea, presentan una mejor capacidad de adhesión y penetración en los túbulos dentinarios así mejorando la resistencia a la fractura, contribuyendo al éxito del tratamiento endodóntico.

#### **1.1.2 Problema general**

¿Cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas, empleando dos cementos Biocerámicos reparadores?

### **1.1.3 Problemas específicos**

¿Cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd, empleando Biodentine y NeoMTA2 como cemento Biocerámico reparador controlado a los 8 días?

¿Cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd empleando Biodentine y NeoMTA2 como cemento Biocerámico reparador controlado a los 30 días?

¿Cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd reparadas con el cemento Biodentine, NeoMTA2 y piezas sin cemento Biocerámico reparador en comparación a los dientes sanos controlado a los 8 días?

¿Cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd reparadas con el cemento Biodentine y NeoMTA2 y piezas sin cemento Biocerámico reparador en comparación a los dientes sanos controlado a los 30 días?

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Determinar cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas, empleando dos cementos Biocerámicos reparadores.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Determinar cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd, empleando Biodentine y NeoMTA2 como cemento Biocerámico reparador controlado a los 8 días.

Determinar cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd, empleando Biodentine y NeoMTA2 como cemento Biocerámico reparador controlado a los 30 días.

Determinar cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd reparadas con el cemento Biodentine, NeoMTA2 y piezas sin cemento Biocerámico reparador en comparación a los dientes sanos controlado a los 8 días.

Determinar cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd reparadas con el cemento Biodentine y NeoMTA2 y piezas sin cemento Biocerámico reparador en comparación a los dientes sanos controlado a los 30 días.

### **1.3 Justificación e Importancia de la Investigación**

#### **1.3.1 Justificación**

Estudios recientes han demostrado que el 94% de los dientes tratados endodónticamente han presentado fractura radicular, siendo la tercera razón de pérdida dentaria y muchos de ellos están asociados a patologías como la reabsorción cervical.<sup>7</sup>

Aunque en la literatura existen varios artículos sobre reabsorción radicular externa, la mayoría son informes de casos y revisiones sistemáticas. A pesar de estos artículos de guía, el número de artículos de investigación originales sobre el tratamiento de reabsorción radicular externa en la actualidad sigue siendo bajo.

Por este motivo el presente estudio pretende determinar la resistencia a las fuerzas compresivas de dientes con reabsorción cervical externa clase 2Cd según Shanon Patel y sellados con dos tipos de cementos hidráulicos reparadores con la finalidad de mejorar la tasa de éxito.

#### **1.3.2 Importancia**

Este trabajo tiene relevancia clínica ya que es una problemática en el campo endodóntico. El uso de los cementos hidráulicos reparadores en tratamientos de conductos y en caso de patologías como reabsorción radicular externa ha sido de mayor opción por los especialistas en endodoncia. En la actualidad; se

debe tener en cuenta que estos materiales se encuentran en el mercado, pero hay una necesidad de saber si sus propiedades físico químicas y bioactivas en relación a patologías como las reabsorciones cervicales son capaces de soportar a las fuerzas compresivas ejercidas por la masticación.

El presente estudio tiene la finalidad de evaluar las fuerzas compresivas en dientes tratados endodónticamente con patologías de reabsorción cervical externa clase 2Cd según Shanon Patel, utilizando cementos hidráulicos bioactivos adecuados y ayuden en la toma de decisiones durante el tratamiento. Desde el punto de vista teórico se pretende dar un aporte importante en la investigación y práctica clínica odontológica desde un enfoque físico mecánico. Ya que dentro de la literatura tenemos estudios de reparación con reabsorción radicular interna utilizando distintos materiales y escasos estudios de reparación con reabsorción cervical externa direccionadas a las fuerzas compresivas.

#### **1.4 Limitaciones del estudio.**

- ✓ Una de las principales limitaciones del estudio es que sea una Investigación In Vitro y no In Vivo.
- ✓ El tipo de muestra para el desarrollo de la investigación se limita en piezas dentarias monorradiculares.
- ✓ El acceso limitado a laboratorios de física e incubadora implementados para la ejecución del estudio con fines científicos odontológicos.
- ✓ Dificultad acceder al producto por su elevado costo asumido por los investigadores.

#### **1.5 Delimitación del Estudio**

**1.5.1. Delimitación espacial.** El presente proyecto se realizará en la Ciudad de Lima.

**1.5.2. Delimitación temporal.** Este estudio se desarrollará entre los meses de junio 2023 a agosto del año 2023.

**1.5.3. Delimitación conceptual.** Este proyecto se realizará para determinar la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas clase 2Cd según Shanon Patel, empleando dos cementos Biocerámico reparadores (NeoMTA2 y Biodentine).

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

En el 2022, Arican B y cols.<sup>4</sup> evaluaron la resistencia a la fractura (RF) de dientes con cavidades de reabsorción cervical externa (RCE) simuladas y reparadas con diferentes materiales. Para la metodología se seleccionaron ochenta incisivos centrales superiores permanentes humanos, los conductos radiculares se prepararon con el sistema Protaper Next (Dentsply Sirona Endodontics) hasta X3 (30/07). Luego se restauraron cavidades RCE estándar con una resina compuesta nanohíbrida; un GIC Equia Forte Fill de alta viscosidad, Biodentine, Biodentine + resina compuesta nanohíbrida, MTA BIOREP y MTA BIOREP+ resina compuesta nanohíbrida. Luego se obturaron los conductos radiculares con AH Plus y gutapercha. Las raíces se incrustaron en bloques de resina acrílica y se aplicó prueba de resistencia a la fractura. Teniendo como resultado que la RF más alto se observó en el grupo Biodentine, mientras que el más bajo fue en el grupo control positivo ( $p < 0,05$ ). No se observaron resultados significativos entre composite, Biodentine + composite, MTA BIOREP+ composite y MTA BIOREP ( $p > 0,05$ ). Concluyendo que el Biodentine puede ser un material preferible para reparar cavidades RCE. La adición de una capa de composite sobre MTA BIOREP y Biodentine no mejoró la RF de estos materiales.

En el 2018, Sabeti M y cols.<sup>11</sup> evaluaron el efecto del diseño de la cavidad de acceso y la preparación cónica de los conductos radiculares sobre la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente de los molares superiores. Para la metodología se prepararon 30 raíces distovestibulares sanas de molares superiores a 1 de 3 grupos ( $n = 10$ ): una conicidad de 0,04, una conicidad de 0,06 o una conicidad de 0,08. utilizando el sistema rotatorio Twisted Files. Además, 48 primeros y segundos molares maxilares intactos fueron asignados aleatoriamente a 1 de 3 grupos ( $n = 16$ ) dientes intactos, con cavidad de acceso tradicional (TAC) o cavidad de acceso conservador (CAC). La resistencia a la fractura se probó usando una máquina de prueba universal teniendo como resultado que, La instrumentación de cono 0.04 tuvo la mayor resistencia a la fractura (259.61 - 52.06), y la conicidad 0.08 tuvo la más baja (168.43 - 59.63).

Los grupos 0.04 y 0.06 no difirieron significativamente ( $P > .05$ ); sin embargo, estos grupos diferían significativamente del grupo 0.08 (PAG .05). Con respecto a los abordajes de preparación de la cavidad, los 3 grupos de dientes intactos, cavidad de acceso conservador y cavidad de acceso tradicional mostraron valores medios de resistencia a la fractura respectivamente, sin diferencia significativa entre los grupos cavidad de acceso conservador y cavidad de acceso tradicional ( $P > .05$ ). Llegando a la conclusión que, el aumento de la conicidad de la preparación del conducto radicular puede reducir la resistencia a la fractura. Además, la preparación de la cavidad de acceso puede reducir la resistencia; sin embargo, CAC en comparación con TAC no tuvo un impacto significativo.

En el 2018, Palomino M y cols.<sup>12</sup> realizaron un estudio cuyo objetivo comparar la resistencia a la fractura de dos materiales de reforzamiento radicular en dientes monorradiculares con tratamiento endodóntico. Para la metodología se evaluaron cuarenta y cinco premolares inferiores humanos, los cuales fueron divididos entre 3 grupos ( $n = 15$ ). El grupo 1 estuvo conformado por dientes con tratamiento de conducto sin ningún tipo de reforzamiento radicular, el grupo 2 estuvo formado por dientes con tratamiento de conducto y reforzados con un cemento a base de silicato de calcio (Biodentine TM), y el grupo 3 estuvo formado por dientes con tratamiento de conducto que fueron reforzados con un poste de fibra de vidrio. Se evaluó la resistencia a la fractura (kN) utilizando la máquina de ensayo universal. Teniendo como resultado los valores de la media y desviación estándar de cada grupo fueron: grupo 1, gutapercha (GP)  $1,01 \pm 0,19$  KN; grupo 2, Biodentine (BD)  $1,41 \pm 0,25$  KN, y grupo 3, postes de fibra de vidrio (PFV)  $1,27 \pm 0,16$  KN. Concluyendo que, el Biodentine™ mostró mejores valores de resistencia a la fractura radicular en comparación con los postes de fibra de vidrio y la gutapercha.

En el 2016, Burak M y cols.<sup>13</sup> evaluaron la resistencia a la fractura vertical de las raíces obturadas con un cemento de silicato tricálcico recientemente desarrollado (BioRoot RCS) utilizando la técnica de compactación lateral en frío o la técnica de gutapercha de cono único de conicidad combinada. Para la metodología se prepararon biomecánicamente 82 premolares mandibulares de una sola raíz estandarizados y luego se dividieron aleatoriamente en 6 grupos

experimentales (número =12) y 2 grupos de control (número=5): Grupo 1 iRoot SP- LC; Grupo 2 iRoot SP-SC; Grupo 3 MTA Fillapex-LC; Grupo 4 MTA Fillapex-SC; Grupo 5 BioRoot RCS-LC y Grupo 6 BioRoot RCS-SC. En el grupo de control positivo, las raíces se instrumentaron, pero no se obturaron, y en el grupo de control negativo, las raíces no se instrumentaron ni obturaron. Teniendo como resultado la mayor resistencia a la fractura significativa se registró para los grupos iRoot SP-LC, iRoot SP-SC, BioRoot RCS-LC y BioRoot RCS-SC, sin diferencias significativas entre ellos ( $p > 0,05$ ) en comparación con el grupo de control positivo ( $p < 0,05$ ), mientras que los valores significativos más bajos se observaron en los grupos MTA Fillapex-LC y MTA Fillapex-SC ( $p < 0,05$ ). Teniendo como resultado que la resistencia a la fractura vertical de las raíces obturadas con los selladores BioRoot RCS e iRoot SP usando la técnica condensación lateral o cónico único es similar a la de los dientes intactos. Llegando a la conclusión que, el BioRoot RCS, cemento de silicato tricálcico recientemente desarrollado, podría tener el potencial de reforzar los dientes instrumentados contra la fractura radicular vertical.

En el 2013, Topçuoğlu H y cols.<sup>14</sup> evaluaron la resistencia a la fractura de dientes obturados con 3 selladores endodónticos diferentes. Para la metodología se prepararon setenta y cinco premolares mandibulares extraídos de raíz única fueron seccionados a una longitud de 13 mm. Los dientes se dividieron aleatoriamente en 5 grupos. En el grupo 1, los dientes se dejaron sin preparar y sin obturar (control negativo), y en el grupo 2, los dientes se dejaron sin obturar (control positivo). El resto de las raíces se prepararon utilizando el Sistema ProTaper hasta un tamaño de lima apical maestra de F3: grupo 3, sellador biocerámico (sellador Endosequence BC) + gutapercha; grupo 4, sellador a base de agregados de trióxido mineral (Tech Biosealer Endo) + gutapercha; y grupo 5, sellador a base de resinas epoxi (AH Plus Jet) + gutapercha. La fuerza fue medida en una máquina Universal de compresión axial. Teniendo como resultado los valores de fractura de los grupos 3 y 5 fueron significativamente mayores que los del grupo 4 ( $P < .05$ ). No hubo diferencia significativa entre los grupos 3 y 5 ( $P > .05$ ). Concluyendo que, En contraste con Tech Biosealer Endo, el sellador Endosequence BC y AH Plus Jet aumentó la fuerza de fractura en los dientes premolares de una sola raíz obturados con raíz.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Fuerzas compresivas**

Dos fuerzas opuestas entre sí, actúan en un material aproximándose sobre la misma recta. Por ejemplo; La fuerza de compresión que se produce de la cúspide antagonista sobre el material de obturación.<sup>15</sup>

### **2.2.2. Reabsorción radicular externa.**

La reabsorción de la raíz de un diente permanente es un proceso patológico que puede ocurrir dentro del diente (reabsorción interna) o en la superficie externa del diente (reabsorción radicular externa) y que, en última instancia, puede provocar movilidad dentaria y su pérdida prematura. La reabsorción radicular externa ocurre cuando la capa cementoblástica u otro tejido dental en la superficie de la raíz se daña o se elimina.<sup>16</sup>

#### **2.2.2.1 Etiología**

Se han propuesto varias etiologías que pueden afectar la región cervical de la superficie de la raíz y así iniciar la reabsorción cervical externa. Estos incluyen trauma dental, tratamiento de ortodoncia, blanqueamiento intracoronario, tratamiento periodontal y etiología idiopática.<sup>17, 18, 19</sup>

#### **2.2.2.2 Patogenia**

La reabsorción radicular externa, afecta en la región cervical, es un proceso dinámico y complejo de índole destructivo y restaurador, caracterizado por tres etapas principales de los dientes vivos: Inicio de la reabsorción, progresión de la reabsorción y restauración. Cabe mencionar que estas tres etapas pueden ocurrir simultáneamente en diferentes áreas de un mismo diente.<sup>20-22</sup>

Primera etapa - iniciación: se produce deterioro en el ligamento periodontal, suscitando la interrupción o destrucción de su estructura normal y homeostasis, con esto se ocasiona la formación de un coágulo de sangre e inicio de un proceso inflamatorio local y tejido de granulación. A su vez, el tejido de granulación puede llegar a la dentina si se expone. Esta exposición de la dentina es causada por la pérdida de cemento, que puede ser causada por una lesión traumática o por la anatomía de la unión cemento-esmalte. Por lo tanto, la dentina se vuelve

vulnerable a la reabsorción. El sitio donde comienza el proceso de reabsorción se denomina puerta de entrada, que se encuentra debajo del epitelio de unión y puede constar de uno o más.<sup>20-22</sup>

Segunda Etapa - progresión de la reabsorción: se produce la destrucción del cemento, la dentina y el esmalte, que avanza hacia la pulpa generando una reabsorción 3D; sin embargo, la lesión rara vez penetra en la pulpa debido a una capa resistente, la zona pericanal. A medida que avanza el proceso de reabsorción, la pulpa mantiene su vitalidad y se cree que la alta resistencia de la dentina pericanal se debe a esta vitalidad de la pulpa y al gradiente de mineralización de esta capa de dentina.<sup>20-22</sup>

Tercera etapa – reparación: hay un reemplazo de los tejidos dentales reabsorbidos por un tejido mineralizado similar al hueso lamelar. El tejido mineralizado reparador se forma gradualmente y llena la cavidad de reabsorción desde el exterior hasta la pulpa, comenzando en el puerto de entrada.<sup>20,21,22</sup>

### **2.2.2.3 Clasificación**

La nueva clasificación tiene en cuenta la altura de la lesión de la reabsorción radicular externa, Shanon Patel en el año 2018 hace una clasificación tridimensional de este tipo de lesiones teniendo en consideración:

La altura:

- 1: A nivel de la UCE o coronal a la cresta ósea (supracrestal)
- 2: Se extiende hacia el tercio coronal de la raíz y apical a la cresta ósea (subcrestal)
- 3: Se extiende hacia el tercio medio de la raíz
- 4: se extiende hasta el tercio apical de la raíz),

La circunferencia:

- A:  $\leq 90^\circ$
- B:  $\leq 180^\circ$
- C:  $\leq 270^\circ$
- D:  $> 270^\circ$

Proximidad al conducto radicular:

- d: Lesión confinada a dentina.
- p: Probable afectación pulpar.

En la actualidad hay no hay clasificación para describir con precisión la reabsorción radicular externa. Una clasificación tridimensional novedosa y clínicamente relevante debería permitir una comunicación eficaz y precisa de las lesiones. También debe permitir evaluar el efecto de la naturaleza de la reabsorción radicular externa en el resultado del tratamiento.<sup>5,9</sup>

#### **2.2.2.4 Tratamiento**

El objetivo del tratamiento de las lesiones con reabsorción cervical externa es mantener los dientes afectados en la cavidad bucal en buen estado y funcionales en la boca; si es necesario, mejorar su apariencia. Para ello, se realiza un curetaje para remover el tejido de granulación, sellando el defecto de reabsorción desde su inicio y previniendo su recurrencia. La forma adecuada de manejo dependerá de la extensión y ubicación de la lesión, la disponibilidad de tejido reabsorbible y la viabilidad de la restauración dental. Las posibilidades de tratamiento son: métodos externos con o sin tratamiento de endodoncia, métodos internos con tratamiento de endodoncia, reimplantación intencional, conservación o extracción.<sup>20,23</sup>

#### **2.2.3. Cementos hidráulicos.**

El término 'cemento hidráulico' es un término que se origina en la literatura de ingeniería y se refiere a materiales que reaccionan 'bajo el agua', que puede extenderse para incluir citocompatibilidad con cementos a base de vidrio relacionados que fraguan mediante reacciones acuosas ácido-base.<sup>24</sup>

Los cementos hidráulicos anteriormente llamados Biocerámicos se definen de la siguiente manera:

Los biocerámicos (BC) son materiales cerámicos, inorgánicos, no metálicos y biocompatibles diseñados para uso médico y odontológico, están constituidos por alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, cerámica de vidrio, silicato de calcio, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles. De acuerdo a la interacción que tienen con los tejidos se pueden clasificar como:

- Bioinertes: No interactúan con los sistemas biológicos (alúmina y zirconio producen una respuesta insignificante en el tejido circundante).
- Bioactivos: Son aquellos que no se degradan, pero interactúan con el tejido circundante (vidrio, fosfato de calcio, hidroxiapatita).

- Biodegradables: Son solubles o reabsorbibles.<sup>25</sup>

### **2.2.3.1 Propiedades de los Materiales Biocerámicos**

#### **a) Propiedades Físico - Químicas**

Fuerza de unión: Valores para selladores BC en canales húmedos de 1.8 MPa y en canales secos de 3 MPa. Los materiales de reparación muestran valores mayores MTA 6.1, TotalFill RRM 17,7 MPa y Biodentine 8,7 MPa.<sup>26,27</sup>

Radiopacidad: Cumplen la norma ISO 6876: 2012. Radiopacidad mayor que un espesor de 3 mm. de aluminio.

Solubilidad: Según norma ANSI / ADA < 3% (0,9-2.9 %).<sup>28</sup>

Tiempo de Fraguado: Promedio de fraguado de 40-120 minutos (fraguado inicial 40-50 minutos y fraguado final 120-170 minutos, no incluyendo a TheraCal, que es fotopolimerizado en 0,3 minutos y Biodentine que fragua en 9 minutos.<sup>29</sup>

Estabilidad Dimensional: No presentan contracción, experimentan una ligera expansión de fraguado. Cumplen con la norma ISO 6876/2001, disminuyendo la filtración posterior del material.<sup>29</sup>

Fluidez: Según norma ISO 6876:2001, asociado al tamaño de partículas de 2  $\mu$ .<sup>30</sup>

pH alcalino alto: pH superior a 12,4 las primeras 24 horas, posteriormente se mantiene alcalino y desciende progresivamente hasta el día 28.<sup>29</sup>

Resistencia a la fractura: Resistencia a la compresión y flexión superior a otros materiales. Biorrot 621,38  $\pm$  145,09 N.<sup>31</sup>

#### **b) Propiedades Biológicas Biocompatibilidad y Citotoxicidad.**

Los BC son materiales biocompatibles debido a que logran una adecuada y ventajosa respuesta del huésped en aplicaciones clínicas específicas.<sup>7</sup> La biocompatibilidad de los BC se atribuye a la presencia de fosfato de calcio, que también es el principal componente inorgánico de los tejidos duros. Los BC son inocuos para los tejidos y permiten la proliferación de fibroblastos y osteoblastos en su superficie.<sup>32</sup>

Bioactividad y Biomineralización: La bioactividad es la capacidad de un biomaterial para inducir una respuesta biológica específica. Al hidratarse forman una capa de hidroxiapatita, proceso denominado biomineralización. Capacidad

Antibacteriana: Adquieren propiedades antibacterianas tras la reacción de precipitación durante el fraguado, que conduce al secuestro de bacterias. Generan superficies con nanocristales de 1-3 nm, que evitan la adhesión bacteriana. La reacción de hidratación produce hidróxido de calcio que eleva el pH, lo que se prolonga por 30 días. La difusión continua de hidróxido de calcio en los túbulos dentinarios explicaría la continua eliminación de bacterias.<sup>33</sup>

#### **2.2.4 BioRoot™ RCS (Septodont, France)**

Es un sellador de conductos radiculares a base de biocerámica más recientes a base de material de silicato tricálcico que se beneficia tanto de la tecnología de biosilicato activo como de la biodentina.<sup>34</sup>

##### **2.2.4.1 Composición**

El componente en polvo contiene silicato tricálcico, óxido de zirconio como opacificador de radio biocompatible y polivinilpirrolidona (povidona), un polímero hidrofílico biocompatible utilizado para mejorar las propiedades reológicas del sellador mixto. El componente líquido consiste en agua, policarbonato y cloruro de calcio como modificador de fraguado.<sup>35</sup>

##### **2.2.4.2 Beneficios**

Un beneficio importante de este sellador son sus propiedades adhesivas a las paredes del conducto radicular y su propiedad bioactiva que puede inducir la deposición de tejido duro.<sup>34</sup>

#### **2.2.5 Biodentine**

Biodentine™ con tecnología de biosilicato activo fue anunciado por el fabricante de materiales dentales Septodont (Saint Maur des Fosses, Francia) y estuvo disponible comercialmente en 2009. Biodentine™ es un material de 2 componentes; el componente de polvo se compone principalmente de silicato tricálcico (3CaO - SiO<sub>2</sub>), silicato dicálcico (2CaO - SiO<sub>2</sub>) y carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), con dióxido de Zirconio (ZrO<sub>2</sub>) como radiopacificador.<sup>36,37</sup>

El componente líquido consta de cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub> - 2H<sub>2</sub>O), que se utiliza como acelerador de fraguado y agente reductor de agua en solución acuosa con una mezcla de policarboxilato (es decir, un agente superplastificante). La

reacción del polvo con el líquido conduce al fraguado y endurecimiento del cemento.<sup>36,37</sup>

La mezcla se logra utilizando un amalgamador durante 30 s a 4000–4200 rpm en una proporción específica de polvo a líquido para lograr un material reproducible con propiedades óptimas. Según el fabricante, el tiempo de fraguado inicial es de unos 12 min.<sup>36,37</sup>

Las propiedades específicas de Biodentine™ lo hacen favorito para usar como sustituto de la dentina; como un módulo elástico de 22,0 GPa, similar al de la dentina en alrededor de 18,5 GPa; una resistencia a la compresión de unos 220 MPa, similar a la de la dentina a unos 290 MPa; y una microdureza de 60 HVN (Número de Dureza Vickers) - la misma que la dentina natural. Biodentine™ es un material restaurador prometedor (mayor resistencia a la compresión, mayor fuerza adhesiva, densidad y porosidad), que ofrece un menor costo y mejores propiedades de manejo, lo que permite esculpirlo en la forma deseada dentro del tiempo de fraguado adecuado.<sup>37</sup>

### **2.2.6 NeoMTA2.**

Es un cemento reparador biocerámico de Avalon Biomed está indicado para el tratamiento de la pulpa y el conducto de manera eficaz. Es la segunda generación con lo que sus características han sido mejoradas: es más fácil de mezclar, su blanco más brillante y no mancha. Promueve la formación de hidroxiapatita en la superficie para sellar y facilitar la curación mediante la liberación de iones de calcio e hidróxido. Es totalmente biocompatible, no citotóxico, no genotóxico, inicialmente de pH alto (alcalino/básico) que ha demostrado ser antimicrobiano in vitro.

#### **2.2.6.1 Indicaciones**

Recubrimiento pulpar directo e indirecto, Pulpotomía parcial, Revestimiento de cavidades y base, pulpotomía y apexogénesis, reparación de perforaciones, reabsorción de raíces, sellando obturación, apexificación de la raíz, relleno del extremo de la raíz.

### **2.2.6.2 Características y beneficios.**

- Biocerámica bioactiva, promueve la formación de hidroxiapatita en la superficie para sellar y apoyar la curación mediante la liberación de iones de calcio e hidróxido.
- Biocompatible, no citotóxico, no genotóxico, inicialmente de pH alto (alcalino / básico), que ha demostrado ser antimicrobiano in vitro.
- Dimensionalmente estable sin contracción para asegurar un sello sin espacios, minimizando la posibilidad de infiltración bacteriana.
- Sin resina para una máxima bioactividad.
- Más fácil de mezclar
- Radiopacidad 30% más alta.
- Radiopacidad equivalente a 6,5 mm cuando se mezcla con una masilla firme.

## **2.3 Definición De Términos Básicos**

- 1. Fuerzas Newton:** El Newton es la unidad de fuerza en el Sistema Internacional de Unidades. Se define como la fuerza que aplicada durante un segundo a una masa de 1 kg incrementa su velocidad en 1 m/s.<sup>28</sup>
- 2. Dientes sanos:** son aquellas piezas dentarias que no tienen estructuras dañadas sin caries.
- 3. Dientes preparados:** Se conoce como tallado dental al proceso que se realiza como paso previo a la colocación de un material dental.
- 4. Reabsorción cervical:** Pérdida de tejidos duros dentales por la acción de los odontoclastos. Aparece con mayor frecuencia en la región cervical de la superficie radicular de los dientes.<sup>38</sup>

## **2.4. Formulación de la hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Los dientes con reabsorciones cervicales externas clase 2Cd, empleando Biodentine como cemento hidráulico reparador presenta mayor resistencia a la fuerza compresiva en comparación del cemento hidráulico reparador NeoMTA2.

## 2.4.2. Hipótesis específicas

Las piezas dentarias con reabsorciones cervicales externas clase 2Cd reparadas con el cemento Biodentine tienen mayor resistencia a la fuerza compresiva en comparación del cemento Biocerámico reparador NeoMTA2.

Las piezas dentarias con reabsorciones cervicales externas clase 2Cd, reparados con el cemento hidráulico Biodentine presenta mayor resistencia a la fuerza compresiva en comparación del cemento Biocerámico reparador NeoMTA2 controlado a los 8 días.

Las piezas dentarias con reabsorciones cervicales externas clase 2Cd, reparados con el cemento hidráulico Biodentine presenta mayor resistencia a la fuerza compresiva en comparación del cemento Biocerámico reparador NeoMTA2 controlado a los 30 días.

Las piezas dentarias con reabsorciones cervicales externas clase 2Cd, reparados con el cemento Biodentine, NeoMTA2 y piezas sin reparación presentan menor resistencia a la fuerza compresiva en comparación con dientes sanos a los 8 días.

Las piezas dentarias con reabsorciones cervicales externas clase 2Cd, reparados con el cemento Biodentine, NeoMTA2 y piezas sin reparación presentan menor resistencia a la fuerza compresiva en comparación con dientes sanos a los 30 días.

## 2.5 Identificación de variables e indicadores

### 2.5.1 Definición conceptual de variables

**Fuerzas compresivas:** La compresión es el esfuerzo al que se somete un cuerpo por la aplicación de fuerzas que actúan en el mismo sentido, y tienden a acortarlo.<sup>17</sup>

**Cementos Hidráulicos:** Son materiales selladores y reparadores del conducto radicular en un tratamiento de endodoncia, sus componentes principales son: hidróxido de calcio, resinas, silicato tricálcico, ionómeros de vidrio o siliconas.<sup>18,19</sup>

**Dientes:** Se define como un órgano de consistencia muy dura y de color blanco, implantados en alvéolos dentales del maxilar y la mandíbula.<sup>20</sup>

### **2.5.2 Definición Operacional**

**Fuerzas compresivas:** Es una unidad de medida, de fuerza aplicada a un diente al momento de la fractura.

**Cementos Biocerámicos:** Son biomateriales que sellan el espacio del conducto radicular entre el cono de gutapercha y las paredes del conducto. Tienen la capacidad de reparación en caso alteraciones situado en la porción radicular.

**Dientes:** Observación de cambio y diferencia de los tejidos en la estructura radicular. Considerando las reabsorciones cervicales clase 2Cd de Shanon Patel.

### **2.5.3 Operacionalización de Variables.**

Anexo 1

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Diseño metodológico**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

Este estudio es prospectivo, longitudinal, analítico y cuantitativo.

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

Explicativo

#### **3.1.3. Diseño**

Cuasi-Experimental

#### **3.1.4. Alcance de la investigación**

Este estudio buscará evaluar la resistencia a la fuerza compresiva con dos cementos Biocerámicos reparadores en dientes simulados con reabsorción cervical clase 2Cd según Shanon Patel.

### **3.2. Población y muestra**

#### **3.2.1. Unidad de análisis**

Cementos hidráulicos reparadores.

#### **3.2.2. Población**

Cementos hidráulicos reparadores que se encuentran en el mercado peruano.

#### **3.2.3. Muestra**

60 premolares inferiores que cumplan con los criterios de selección.

#### **3.2.4. Determinación de tamaño muestral**

Se tomará como base el estudio de Arıcan B. y cols. del año 2022, que consistirá de 10 piezas dentarias por cada grupo de estudio.

#### **3.2.5. Selección de la muestra**

Muestreo aleatorio simple.

#### **3.2.6. Criterios de inclusión y exclusión**

##### **3.2.6.1 Criterio de inclusión**

- Cemento Biocerámico reparador y sellador endodóntico.

- Dientes premolares mandibulares unirradiculares extraídos por razones ortodónticos y/o periodontales.
- premolares con reabsorción cervical simulada.

### **3.2.6.2 Criterio de exclusión**

- Se excluyeron todas las calcificaciones, fracturas o dientes con ápices incompletamente formados o tratamiento de conducto previo.
- Se excluyeron los dientes con curvatura severa, raíz dilacerada o con reabsorción radicular interna y/o lesiones caries.

## **3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

### **3.3.1. Técnicas**

Experimento In Vitro:

Para el estudio se utilizó 60 premolares mandibulares de un solo conducto, donados de consultorios privados, los cuales fueron previamente almacenados en suero fisiológico, se tomó 2 radiografías periapicales (ortoradial y mesioangulada) para corroborar la presencia de un solo conducto y posteriormente fueron seccionados con un disco montado malla diamantados (Masterdent) utilizando un motor de baja velocidad (NSK FX 205B2), dejando a una longitud estándar de (16 mm). La simulación de la reabsorción cervical externa clase 2Cd según Shanon Patel se realizó con una fresa redonda diamantada de alta velocidad (MDT-018M) con calibre de 1.5 mm. Se abordó la cara mesiovestibulodistal de cada pieza dentaria; la reabsorción simulada midió aproximadamente 1.5 mm de profundidad y 3 mm de altura en sentido coronoapical, para el diámetro se utilizó el calibre total de la fresa. Se permeabilizaron todos los conductos con limas k #08 (Dentsply Maillefer, Suiza). La longitud de trabajo se determinó con una Lima K #15 y la conformación con el sistema RC-Blue-R40/06 (RCB, Woodpecker, Guilin, China). La irrigación durante el preparo se realizó con Hipoclorito de Sodio al 2,5% y suero fisiológico con agujas Navitip 30G (Ultradent, USA) de 25 mm. La irrigación final con Hipoclorito de Sodio al 2,5% y EDTA al 17 % con activación ultrasónica por tres ciclos de 20 seg. a 2 mm de la longitud de trabajo. Los conductos fueron sellados con BioRoot RCS (Septodont, Francia) manipulado de acuerdo a las

indicaciones del fabricante con conos 40/06 (Spident, Woodpecker, Korea) y condensación lateral. Las reabsorciones cervicales fueron reparadas con Biodentine (Septodont, Francia) y NeoMTA2 (Avalon Biomed. USA) manipulados de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Las muestras se dividieron aleatoriamente en 4 grupos de estudio: (n=10 para cada grupo).

- Grupo 1: grupo control negativo (pieza sin preparo biomecánico y sin reabsorción simulada)
- Grupo 2: piezas dentarias con reabsorción cervical clase 2Cd de Shanon Patel sin reparo.
- Grupo 3: piezas dentarias con reabsorción cervical clase 2Cd de Shanon Patel reparado con Biodentine.
- Grupo 4: piezas dentarias con reabsorción cervical clase 2Cd de Shanon Patel reparado con NeoMTA2.

Una vez culminado el procedimiento las muestras se mantuvieron en una incubadora HHD YZITE-6 (China) a 37°C durante 8 y 30 días. Las muestras fueron incrustadas en resina acrílica y el ligamento periodontal fue simulado por silicona fluida, estos fueron sometidos a prueba de resistencia de compresión la cual se midió con una máquina de ensayo universal “LG CMT-5L” mediante el registro de la fuerza máxima en Newton (N) de mm/s, necesaria para fracturar cada raíz.

### **3.3.2 Instrumentos**

Para este estudio se utilizará una ficha de recolección de datos donde estarán registrados los grupos de estudio. (Anexo n°03).

### **3.4 Técnicas para el procesamiento de la información**

Los datos fueron consolidados en una base de datos, luego procesados y evaluados en un programa estadístico SPSS® (Statistical Package for Social Sciences) versión 26.

### **3.5 Análisis estadístico**

En el análisis estadístico se usó la prueba t de Student para comparar los promedios de las resistencias a la fractura entre dos grupos de estudio; para la comparación de los cuatro grupos, se utilizó la prueba F del análisis de varianza, previa verificación del cumplimiento de la normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene). Cuando la comparación se hizo con los cuatro grupos, siendo la prueba significativa, como prueba complementaria del análisis de varianza se usó la prueba de Tukey que compara la igualdad de promedios de los grupos por parejas; se consideró que existen evidencias suficientes de significancia estadística entre grupos si la probabilidad de equivocarse es menor al 5% ( $p < 0.05$ ).

### **3.6 Consideraciones éticas.**

El estudio fue aprobado por el comité de ética institucional de Ética en Investigación de la Universidad Privada San Juan Bautista con constancia de aprobación N°0639-2023-CIEI-UPSJB. En todo momento se mostró confidencialidad y los principios Bioéticos de la Investigación. Al finalizar la Investigación, las muestras fueron descartadas y eliminadas.

## CAPÍTULO IV: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 4.1 Tabla de Cronograma de Actividades

Actividades	Año 2022												Año 2023																Año 2024															
	OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MARZ				ABRIL				MAY				JUN				ENE				FEB			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Selección				X																																								
Recolección de Información					X	X	X																																					
Elaboración del Proyecto de Investigación									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																				
Presentación Del Proyecto de Investigación																					X	X	X	X	X	X	X																	
Corrección del Proyecto de Investigación																													X				X											



## 4.2 Presupuesto de la investigación

### Recursos Humanos

PERSONAL	CANT.	TOTAL
Investigadores	2	Autofinanciado
Asesor Científico	1	Autofinanciado
Asesor Estadístico	1	Autofinanciado
Otros (describa)	0	Autofinanciado

### Servicios

Servicios	CANT.	Del 2021 al 2023												TOTAL	
		Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb		Mar
Impresiones	2														S/ 100.00
Empastado	2														S/ 100.00
		TOTAL												S/ 200.00	

### Recursos materiales

MATERIALES	MARCA Y PRESENTACIÓN	CANT.	PREC / UNT	TOTAL
Neo MTA 2	Avalon Biomed – polvo líquido 5 gr.	05	S/. 261.00	S/. 1305.00
Biodentine	Septodont - cápsulas	05	S/. 306.00	S/. 306.00
Limas rotatorias	Dperfect - blister	05	S/. 150.00	S/. 750.00
Limas manuales	Dperfect - blister	03	S/. 28.00	S/. 84.00
Acrílico	polvo- líquido	01	S/. 40.00	S/. 40.00
Conos de papel y gutapercha	Dperfect	02	S/. 30.00	S/. 60.00
Bio Root	Septodont-Polvo Líquido	1	S/. 700.00	S/. 700.00

OTROS				S/. 300.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 3545.00</b>

### Equipos varios

EQUIPO	MARCA PRESENTACIÓN	Y	CANT.	PREC / UNT	TOTAL
Laptop			1	autofinanciado	S/. 0.00
USB			1	Autofinanciado	S/. 0.00
Motor endodóntico			1	Autofinanciado	S/. 0.00
Máquina Universal			1	Autofinanciado	S/. 0.00
Cronómetro			1	Autofinanciado	S/. 0.00
Cámara de video			1	Autofinanciado	S/. 0.00
Amalgamador			1	S/ 400.00	S/. 400.00
Incubadora			1	Autofinanciado	S/. 0.00
Equipo de rayos X			1	Autofinanciado	S/. 0.00
Micromotor			1	Autofinanciado	S/. 0.00
Pieza de mano			1	Autofinanciado	S/. 0.00
Lentes de magnificación			1	Autofinanciado	S/. 0.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 400.00</b>

### Presupuesto final

CRITERIO	TOTAL
Recursos humanos	S/. 0.00
Servicios	S/. 200.00
Recursos Materiales	S/. 3545.00
Equipos varios	S/. 400.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 4145.00</b>

## CAPÍTULO V: RESULTADOS

### Resultados por Grupo

Grupo 1: Control negativo (dientes sanos), 1989.72 N.

Grupo 2: Control positivo (dientes con reabsorción simulada sin reparación),  
927.78 N.

Grupo 3: Dientes con reabsorción simulada y reparadas con Biodentine. A los 8 días 1581.65 N y a los 30 días 1656.26 N.

Grupo 4: Dientes con reabsorción simulada y reparadas con NeoMTA2. A los 8 días 1421.15 N y a los 30 días 1698.37 N.

### Resultados entre Grupos

La Tabla y Grafico N° 1 muestran los resultados a los 8 días, en donde se observa que todos los grupos mostraron diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ). El Grupo 1 (dientes sanos) tuvo la mayor capacidad de soportar fuerzas compresivas en comparación a los demás. El Grupo 3 (Biodentine) mostró valores superiores (1581.65 N) al Grupo 4 (Neo MTA2) (1421.15 N). Al final de este periodo el Grupo 2 (dientes con reabsorción sin reparo) fue el que mostró los resultados más bajos de resistencia a las fuerzas compresivas (927.78 N).

En la Tabla y Grafico N° 2 se observan los resultados del último periodo experimental (30 días) en donde se evidencia que ambos cementos (Biodentine – Grupo 3 y Neo MTA 2 - Grupo 4) no presentaron diferencia estadística significativa entre sí ( $p > 0.05$ ), es decir que los dos cementos fueron capaces de soportar la misma carga de fuerzas compresivas (1656.26 N y 1698.37 N, respectivamente). Por otro lado, los demás Grupos mostraron el mismo comportamiento que a los 8 días.

## CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

### Discusión.

La reabsorción cervical externa es un tipo de defecto inflamatorio agresivo localizado que causa una gran pérdida de estructura. Esta destrucción puede involucrar los tejidos dentinarios, periodontales y pulpares, pudiendo llegar hasta la fractura de la pieza dentaria.<sup>22,39</sup>

Una opción de tratamiento para este tipo de lesiones es el uso de los cementos hidráulicos reparadores, que tienen propiedades físico químicas capaces de mejorar la resistencia a las fuerzas compresivas previniendo así las fracturas radiculares.<sup>22,39</sup> Este es el primer estudio que evalúa las fuerzas compresivas de dos cementos reparadores en piezas dentarias con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd según Shanon Patel en dos periodos experimentales, 8 y 30 días.

Los resultados expresados en la tabla 2 muestran los valores obtenidos a los 8 días, en donde todos los grupos poseen diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ). Se observa también que el grupo Biodentine (1581.65 N) obtuvo una mayor resistencia que el grupo NeoMTA2 (1421.15 N) a las fuerzas compresivas, lo que concuerda con lo reportado por Prasanthy y col.<sup>40</sup> Así mismo Olcay y col.<sup>41</sup>, encontraron que Biodentine tuvo mejores resultados en la capacidad de fuerza compresiva que el ProRoot MTA en el mismo periodo experimental. Según los estudios realizados por Camilleri y col.<sup>42,43,47</sup> esto podría deberse a que hay una mayor liberación de iones calcio en comparación con otros cementos, producto de la interacción del carbonato de calcio con el tejido dentinario; lo cual aumentaría la velocidad de reacción. Sorrentino F.B y Damido D.T, realizaron una investigación de la hidratación y bioactividad de los cementos de silicato tricálcico radiopacificados, en donde observaron que la capacidad de hidratación del cemento Biodentine fue más acelerada que el MTA Angelus, por la presencia de carbonato de calcio, cloruro de calcio y polímeros solubilizantes lo que permitiría un fraguado inicial más rápido que oscila entre 6,5 y 16 minutos<sup>48</sup>, esto también fue observado en el presente estudio.

Sin embargo, se observó que a los 30 días el grupo NeoMTA 2 incrementó su capacidad de fuerza compresiva igualando a los valores obtenidos por el grupo

3, mostrando así que no existe diferencia estadística significativa ( $p > 0,05$ ) entre ambos grupos al final del experimento, tabla 3. La capacidad de reacción tardía del grupo NeoMTA2 en comparación al grupo Biodentine podría deberse a que, al tener un vehículo viscoso, libera los iones de calcio e hidroxilo de forma más lenta.<sup>43-45</sup>

Finalmente, a los 30 días el grupo 1 (piezas dentarias sanas) reflejó los valores más altos en comparación a los demás ( $p < 0,05$ ), mientras que los grupos 3 y 4 no tuvieron diferencia estadística significativa entre ellos ( $p > 0,05$ ), por lo tanto, el cemento Neo MTA2 sería otra alternativa para el tratamiento de cavidades de reabsorciones cervicales externas. Sin embargo, estos dos grupos (3 y 4) mostraron valores superiores al grupo 2 (piezas dentarias con reabsorción cervical sin material de reparación) lo que demostraría que solamente el uso de los cementos reparadores Hidráulicos ayudaría a mejorar la capacidad de fuerza compresiva en piezas dentarias con reabsorción cervical externa.

### **Recomendaciones**

Se recomienda el uso de los cementos hidráulicos Biodentine y NeoMTA2 como material reparador. Sin embargo, cabe señalar que los resultados de este estudio deben de extrapolarse cuidadosamente a la práctica clínica, ya que las condiciones reales son diferentes. Se necesitan investigaciones futuras para determinar el material reparador más adecuado para las cavidades de resorción con diferentes clasificaciones. Se recomienda ampliar el estudio con cementos hidráulicos reparadores premezclados.

### **Conclusiones**

Ambos cementos son capaces de soportar fuerzas compresivas de piezas dentarias con resorción cervical externa después de 30 días.

la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd, empleando Biodentine y NeoMTA2 como cemento hidráulico reparador controlado a los 8 días existe una diferencia estadísticamente significativa con ventaja para el cemento Biodentine.

la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd, empleando Biodentine y NeoMTA2 como

cemento hidráulico reparador controlado a los 30 días, no hubo diferencia estadísticamente significativa.

la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd, sin emplear cemento hidráulico reparador en comparación a los otros grupos controlado a los 8 días, existe diferencia estadísticamente significativa en comparación a los otros grupos.

la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd, sin emplear cemento hidráulico reparador en comparación a los otros grupos controlado a los 30 días, existe diferencia estadísticamente significativa en comparación a los otros grupos.

## Referencias Bibliográficas.

1. Gluskin A, Peters C, Peters O. Minimally invasive endodontics: challenging prevailing paradigms. *Br Dent J.* 2014; 216: 347–353. Disponible en: DOI: 10.1038/sj.bdj.2014.201.
2. Morales F, Reyes I, Álvarez J, Hernández S. Resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente obturados con selladores biocerámicos versus selladores resinosos. Revisión sistemática. *Int. J. Odontostomat.* 2019;13(1):31-39. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2019000100031>.
3. Tang W, Wu Y, Roger J. Smales B. Identifying and Reducing Risks for Potential Fractures in Endodontically Treated Teeth. *J. Endod.* 2010; (36):4. Disponible en: <https://doi:10.1016/j.joen.2009.12.002>.
4. Arican B, Sesen Y, Sarıalioğlu A. Resistance to fracture of simulated external cervical resorption cavities repaired with different materials. *Aust Endod J.* 2022; 00:1–9. Disponible en: DOI: 10.1111/aej.12714.
5. Song W, Sun W, Chen L, Yuan Z. In vivo Biocompatibility and Bioactivity of Calcium Silicate-Based Bioceramics in Endodontics. *Front Bioeng Biotechnol.* 2020;(8):54. Disponible en: [doi:10.3389/fbioe.2020.580954](https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.580954).
6. Almohamede A, Almanie A, Alaathy S, Almadi E. Fracture Resistance of Roots Filled With Bio-Ceramic and Epoxy Resin-Based Sealers: In Vitro Study. *Eur Endod J.* 2020; 2: 134-7. Disponible en: DOI 10.14744/eej.2019.33042.
7. García C, Parra C, Quijano S, Molano N, Pineda G, Zuluaga M. Vertical root fractures in endodontically -treated teeth: A retrospective analysis of possible risk factors. *J. Investig. Clin. Dent.* 2018; 9(1). *Clin. Dent.* 2018, 9(1). DOI: 10.1111/jicd.12273.

8. Espinosa N, Espinosa I, Rodríguez E, Hernández J, González G. Resorción radicular cervical externa idiopática múltiple. Presentación de un caso. *GacMédEspirit*.2014;16(3): 01-06. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S160889212014000300015&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S160889212014000300015&lng=es).
9. Patel S, Foschi F, Mannocci F, Patel K. External cervical resorption: a three-dimensional classification. *Int Endod J*. 2018;51(2):206–14. Disponible en:doi: 10.1111/iej.12824.
10. Almohaimede A, Almanie A, Alaathy S, Almadi E. Fracture Resistance of Roots Filled With Bio-Ceramic and Epoxy Resin-Based Sealers: In Vitro Study. *EurEndod J*. 2020; 2: 134-7. Disponible en: DOI 10.14744/eej.2019.33042.
11. Sabeti M, Kazem M, Dianat O, Bahrololumi N, Beglou A, Rahimipour K, et al. Impact of Access Cavity Design and Root Canal Taper on Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth: An Ex Vivo Investigation. *J Endod*. 2018;44(9):1402-1406. doi: 10.1016/j.joen.2018.05.006.
12. Palomino M, Gonzales J, Torres J, García C. Comparison Of The Resistance To Fracture Of Two Root Reinforcement Materials In Teeth With Endodontic Treatment. *Rev Cient Odontol (Lima)*. 2018; 6 (1): 19-28. Disponible en: DOI: 10.21142/2523-2754-0601-2018-19-28.
13. Burack MG, Akman M, Kolcu IB, Eldeniz AU. Fracture resistance of roots obturated with a novel calcium silicate-based endodontic sealer (BioRoot RCS). *J AdhesSci Technol*.2016; 30(22): 2420-2428. DOI: 10.1080/01694243.2016.1184403.
14. Topçuoğlu HS, Tuncay Ö, Karataş E, Arslan H, Yeter K. In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxyresin-based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramicroot canal sealers. *J Endod*. 2013;39(12):1630-3. doi: 10.1016/j.joen.2013.07.034.

15. Anusavice JK. Phillips Ciencia de los Materiales Dentales. 11ª ed. España: Elsevier; 2004. 77 p.
16. Ahangari Z, Nasser M, Mahdian M, Fedorowicz Z, Marchesan MA. Intervenciones para el manejo de la reabsorción radicular externa. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;(11):CD008003. DOI: 10.1002/14651858.CD008003.pub3.
17. Patel S, Kanagasingam S, Ford TP. External Cervical Resorption: A Review. *J Endod*. 2009;35(5):616–625.
18. Espona, J., Roig, E., Durán-Sindreu, F., Abella, F., Machado, M., & Roig, M. (2018). Resorción cervical invasiva: manejo clínico en la zona anterior. *Diario de Endodoncia*,44(11), 1749-1754.
19. Gijón VR, Martín CL, Encinas RMP, Navajas JM. Características etiológicas, histopatológicas, clínicas, diagnósticas y terapéuticas de la reabsorción cervical idiopática. *Actdent*. 2016;43(10): 964-970.
20. Silva JS, Lopes D, Beserra BM, Andrade J; Paiva de Almeida CD, Gomes de Oliveira N, et al. Aspectos clínicos da Reabsorção cervical invasiva: revisão de literatura. *Research, Society and Development*. 2021;10(13): 2525-3409.
21. Mavridou AM, Hilkens P, Lambrichts I, Hauben E, Wevers M, Bergmans L, et al. ¿La hipoxia está relacionada con la reabsorción cervical externa? El informe del caso. *Diario de Endodoncia*.2019;45(4): 459-470.
22. Mavridou AM, Hauben E, Wevers M, Schepers E, Bergmans L, Lambrechts P. Comprender la reabsorción cervical externa en dientes vitales. *Diario de Endodoncia*. 2016; 42(12): 1737-1751.
23. Consolaro A. Resorción cervical externa: diagnóstico y consejos de tratamiento. *Diario de prensa dental de ortodoncia*. 2016; 21: 19-25.

24. Ha W, Kahler B, Walsh LJ. Classification and Nomenclature of Commercial Hygroscopic Dental Cements. *EurEndod J.* 2017; 2(1):1-10. doi:10.5152/eej.2017.17006.
25. Camilleri J. Mineral Trioxide Aggregate in Dentistry. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 1<sup>o</sup> ed. 2014 Available at: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-55157-4>.
26. Debelian G, Trope M. The use of premixed bioceramic materials in endodontics. *G. Ital. Endodonzia.* 2016; 30:70–80.
27. Dreger LAS, Felipe WT, Reyes-Carmona JF, Felipe GS, Bortoluzzi EA, Felipe MCS. Mineral Trioxide Aggregate and Portland Cement Promote Biomineralization In Vivo. *J. Endod.* 2012; 38:324–329.
28. Abusrewil SM, McLean W, Scott JA. The use of Bioceramics as root end filling materials in periradicular surgery: A literature review. *Saudi Dent J.* 2018; 30(4):273–282. doi: 10.1016/j.sdentj.2018.07.004.
29. Gandolfi MG, Taddei P, Modena E, Siboni F, Prati C. Biointeractivity-related versus chemi/physisorption-related apatite precursor-forming ability of current root end filling materials: Biointeractivity-Related Versus Chemi/Physisorption-Related Apatite. *J. Biomed. Mater. Res. B Appl. Biomater.* 2013; 101:1107–1123.
30. Guerrero F, Mendoza A, Ribas D, Aspiazu K. Apexification: A systematic review. *J Conserv Dent.* 2018; 21(5):462. doi: 10.4103/JCD.JCD\_96\_18.
31. Güven EP, Taşlı PN, Yalvac ME, Sofiev N, Kayahan MB, Sahin F. In vitro comparison of induction capacity and biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and a bioceramic root canal sealer. *IntEndod J.* 2013; 46:1173–1182.

32. Haapasalo M, Parhar M, Huang X, Wei X, Lin J, Shen Y. Clinical use of bioceramic materials. *Endod Top.* 2015; 32:97–117.
33. Bramante CM, Kato MM, Assis GF, Duarte MAH, Bernardineli N, Moraes IG, et al. Biocompatibility and setting time of CPM-MTA and white Portland cement Clinker with or without calcium sulfate. *J. Appl. Oral Sci.* 2013; 21:32–36.
34. Baghdadi I, AbuTarboush BJ, Zaazou A, Skienhe H, Özcan M., Zakhour M, Salameh Z. Investigation of the structure and compressive strength of a bioceramic root canal sealer reinforced with nanomaterials. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials.* 2021;19. doi:10.1177/22808000211014747.
35. Baghdadi I, Zaazou A, Tarboush BA, Zakhour M, Özcan M, Salameh Z. Physicochemical properties of a bioceramic-based root canal sealer reinforced with multi-walled carbon nanotubes, titanium carbide and boron nitride biomaterials. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020; 110:103892. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.103892.
36. Subash D, Shoba K, Aman S, Bharkavi SKI, Nimmi V, Abhilash R. Resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente restaurados con Biodentine, GIC modificado con resina y resina compuesta híbrida como material central. *J Clin Diagn Res.* 2017; 11 (9): ZC68-ZC70. doi: 10.7860 / JCDR / 2017 / 28263.10625.
37. Fonseca TS, Silva GF, Guerreiro-Tanomaru JM, Sasso-Cerri E, Tanomaru- - Filho M, Cerri PS. Mastocitos e inmunexpresión de FGF-1 y Ki-67 en tejido subcutáneo de rata tras la implantación de Biodentine y MTA Angelus. *Int Endod J.* 2019; 52 (1): 54-67. doi: 10.1111 / iej.12981.
38. Quispe N, García-Faria C, Alonso L, Mena J, Morales A, Garrido P. Endodontic and surgical management to invasive cervical resorption. A review of the literature. A case report. *Cient. Dent. (Ed. impr.).* 2014; 11(3): 178-180.
39. Heithersay GS. Invasive cervical resorption. *Endod Topics.* 2004;7:73–92

40. Prasanthi P, Garlapati R, Nagesh B, Sujana V, Kiran Naik KM, Yamini B. Effect of 17% ethylenediaminetetraacetic acid and 0.2% chitosan on pushout bond strength of biodentine and ProRoot mineral trioxide aggregate: An *in vitro* study. *J Conserv Dent.* 2019;22(4):387-390. doi: 10.4103/JCD.JCD\_56\_19. PMID: 31802825; PMCID: PMC6873593.
41. Olcay K, Gunecer MB, Dincer AN, Uyan HM. Compressive strength, surface roughness, and surface micro hardness of principle tricalcium silicate-base endodontic cements after universal adhesive application. *Niger J Clin Pract.* 2022; 25(3):231-238. doi: 10.4103/njcp.njcp\_1287\_21. PMID: 35295042.
42. Camilleri J. *Biodentine™ Microstructure and Composition*. 11<sup>a</sup> ed. Suiza, Cham: Springer; 2022. 8p 233p. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-80932-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-80932-4_1).
43. Camilleri J, Drukteinis S. *Bioceramic Materials in Clinical Endodontics*. 1<sup>o</sup> ed. Suiza, Cham: Springer Nature Suiza AG; 2021. 14p. Available at: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-58170-1>.
44. Alqahtani AS, Sulimany AM, Alayad AS, Alqahtani AS, Bawazir OA. Evaluation of the Shear Bond Strength of Four Bioceramic Materials with Different Restorative Materials and Timings. *Materials.* 2022; 15(13):4668. <https://doi.org/10.3390/ma15134668>
45. Braga RR, About I. ¿Hasta qué punto las mediciones de liberación de calcio reflejan adecuadamente sus múltiples funciones en la mineralización del tejido dental?. *Clin Oral Invest.* 2019; 23: 501. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2789-z>
46. Fahanna MS, Sageena G, Anandaraj S, Jyoti SI, Nubesh K, Mohammed AH. Comparative evaluation of diffused calcium and hydroxyl ion release from three

different Indirect pulp capping agents in permanent teeth – An in vitro study. J Dent The Saudi. 2021; 33(8):1149-1153. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2021.02.004>.

47. Molina GF , Ulfohn J , Brisson GA , Boetto C , Mazzola I , Lascano LB et al. Resistencia a la compresión de Biodentine®: mezcla manual vs. Mecánica. [Rev. Methodo: Invest Aplicada a las Ciencias Biológicas.2021; 6\(2\): 71-76.](#)

48. Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D. Investigación de la Hidratación y bioactividad del cemento de silicato tricálcico radiopacificado, Biodentine y MTA Angelus. Rev. materiales dentales. 2023; 29:580-593.

49. Gozde SH, Helvacioğlu YD, Yılmaz A. Evaluación de radiopacidad de cementos de silicato de calcio. BMC Salud Bucal. 2023;23:491.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores o Índice
Resistencia a las fuerzas compresivas	La compresión es el esfuerzo al que se somete un cuerpo por la aplicación de fuerzas que actúan en el mismo sentido, y tienden a acortarlo. <sup>17</sup>	Es una unidad de medida, de fuerza aplicada a un diente al momento de la fractura.	Registro en la máquina Universal	Cuantitativa continua	Razón	Fuerza Newton (N)
Tipos de Cementos hidráulicos.	Son materiales selladores y reparadores del conducto radicular en un tratamiento de endodoncia, sus componentes principales son: hidróxido de calcio, resinas, silicato tricálcico, ionómeros de vidrio o siliconas. <sup>18,19</sup>	Son biomateriales que sellan el espacio del conducto radicular entre el cono de gutapercha y las paredes del conducto. Tienen la capacidad de reparación en caso alteraciones situado en la porción radicular.	Registro de la marca en el frasco	cualitativo	Nominal	1= Biodentine 2=NeoMTA2
			Registro de la marca en el frasco			
Dientes	Se define como un órgano de consistencia muy dura y de color blanco, implantados en alveólos dentales del maxilar y la mandíbula. <sup>20</sup>	Observación de cambio y diferencia de los tejidos en la estructura radicular. Considerando las reabsorciones cervicales clase 2Bd de Shanon Patel.	Dientes sanos.	Cualitativo	Nominal	1= Dientes sanos. 2= Dientes con BioRoot sin reparación. 3=Dientes con BioRoot + Biodentine. 4=Dientes con BioRoot + NeoMTA2.
			Dientes sellados con reabsorción cervicales sin reparación.			
			Dientes sellados con reabsorción cervicales y reparados con Biodentine.			
			Dientes sellados con reabsorción cervicales y reparados con NeoMTA2.			



**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN JUAN BAUTISTA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y  
RESPONSABILIDAD SOCIAL**

**CONSTANCIA N°0639-2023-CIEI-UPSJB**

El Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Privada San Juan Bautista SAC, deja constancia que el Proyecto de Investigación detallado a continuación ha sido evaluado en la sesión del CIEI:

Código de Registro: **N°0639-2023-CIEI-UPSJB**

Título del Proyecto: **"RESISTENCIA A LAS FUERZAS COMPRESIVAS EN DIENTES CON REABSORCIÓN CERVICAL EXTERNA SIMULADAS EMPLEANDO DOS CEMENTOS HIDRÁULICOS. ESTUDIO IN VITRO"**

Investigador (a) Principal: **ARÉVALO CÁCERES MAYDELY Y  
ZAVALETA ASTETE LISSET MARITZA**

El Comité Institucional de Ética en Investigación ha determinado que este proyecto no califica como una investigación en sujetos humanos y está **EXONERADO** de revisión protocolar. Es preciso mencionar que el estudio cumple los lineamientos y estándares académicos, científicos y éticos de la UPSJB.

La vigencia de la constancia es efectiva hasta la conclusión del estudio en mención. No hace falta una solicitud de renovación de vigencia.

Como investigador principal, es su deber contactar oportunamente al CIEI ante cualquier cambio al protocolo exonerado que podría ser considerado en una enmienda al presente proyecto.

Finalmente, el investigador debe responder a las solicitudes de seguimiento al proyecto que el CIEI pueda solicitar y deberá informar al CIEI sobre la culminación del estudio de acuerdo a los reglamentos establecidos.

Lima, 15 de mayo de 2023.



Mg. **Juan Antonio Flores Tumba**  
Presidente del Comité Institucional  
de Ética en Investigación

[www.upsjb.edu.pe](http://www.upsjb.edu.pe)

**CHORRILLOS**  
Av. José Antonio Lavalle Nº  
300-304 (Ex Hacienda YSLA)

**SAN BORJA**  
Av. San Luis 1921 - 1925 - 1931

**ICA**  
Carretera Panamericana Sur  
Esq. km 300 La Algodinera,  
Salmonpalle

**CHICHIA**  
Calle A Billa 105 Urbanización  
Las Villas (Ex Tuche)

CENTRAL INSTITUCIONAL: (01) 644 9101

**Anexo 3.**  
**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**SOLICITUD DE DONACIÓN DE PIEZAS DENTARIAS**

Que por medio de este documento yo en mi condición de Gerente general del centro odontológico *Sonrisitas Fresh SAC*..... Identificado con DNI N° *20605396489* <sup>RUC:</sup> doy en donación las piezas dentarias *Premolares (unirradiales)* a los Estudiantes de la segunda especialidad de Estomatología en endodoncia de la Universidad Privada San Juan Bautista. Las piezas dentarias serán utilizadas para el estudio por motivos académicos, con la finalidad de aportar conocimientos en el ámbito de la investigación contribuyendo en la mejora de la atención clínica odontológica. Cabe mencionar que los dientes fueron extraídos por motivos:

Ortodónticos.

Periodontales.

Lima..... de *Marzo*..... del *año*..... 2023.



FIRMA DEL DONANTE



FIRMA DEL INVESTIGADOR

## ANEXO 4.

### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INSTRUMENTO DE ENSAYO N°	IE-0301-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	27-06-2023
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN EN DIENTES RESTAURADOS ODONTOLÓGICOS</b>				
<b>1. DATOS DE LOS TESISTAS</b>				
Nombre de tesis	"RESISTENCIA A LAS FUERZAS COMPRESIVAS EN DIENTES CON REABSORCIÓN CERVICAL EXTERNA SIMULADAS EMPLEANDO DOS CEMENTOS HIDRÁULICOS. ESTUDIO IN VITRO"			
Nombres y Apellidos	Maydely Arévalo Cáceres / Lisset Maritza Zavaleta Astete			
Dni	70378839 / 47816911			
Dirección	AV. Sangarará Mz H N° 765 UPIS-Comas / Urb. Mariscal Cáceres MZ D23 L:02. S.J.L - Lima			
<b>2. EQUIPOS UTILIZADOS</b>				
Instrumento	Marca	Aproximación	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
Máquina de Ensayos Mecánicos Vernier Digital	LG CMT- 5L Mitutoyo - 200 mm	0.001N 0.01mm		
<b>3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>				
Muestras de dientes odontológicos	Cantidad	Cuarenta (40) muestras		HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	Dientes restaurados		
	Grupo 1	Dientes de control negativo		
	Grupo 2	Dientes de control positivo		
	Grupo 3	Dientes con cemento Biodentine		
	Grupo 4	Dientes con cemento NeoMTA2		
<b>4. RECEPCION DE MUESTRAS</b>				
Fecha de recepción de muestras	26 de Mayo del 2023			El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Fecha de Ensayo	27 de Junio del 2023			
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentás 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.			
<b>5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO</b>				
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:				
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CAPITULO/NUMERAL		
Según testista	Se realizó el acondicionamiento de las muestras en una mufla a 37°C por 8 y 30 días, realizando los ensayos después de los días indicados, la prueba se realizó en carga puntual sobre las muestras de dientes.	---		
<b>6. CONDICIONES DE ENSAYO</b>				
	Inicial	Final		
Temperatura	21.0 °C	21.5 °C		
Humedad Relativa	61 %HR	61 %HR		



Grupo 1: Dientes de control negativo		
Muestra	Fuerza Máxima (N)	Fuerza Máxima (Kgf)
1	1900.91	193.838
2	1852.05	188.856
3	1998.33	203.772
4	1993.00	203.229
5	1824.01	185.997
6	2169.84	221.262
7	1970.78	200.963
8	2140.54	218.274
9	2003.75	204.325
10	2043.98	208.427

Grupo 2: Dientes de control positivo		
Muestra	Fuerza Máxima (N)	Fuerza Máxima (Kgf)
1	999.32	101.902
2	934.24	95.266
3	901.27	91.904
4	859.14	87.607
5	759.9	77.488
6	1096.32	111.793
7	884.44	90.187
8	854.11	87.095
9	1161.544	118.444
10	827.56	84.387

Grupo 3: Diente con cemento Biodentine -08 días		
Muestra	Fuerza Máxima (N)	Fuerza Máxima (Kgf)
1	1618.99	165.091
2	1663.00	169.578
3	1469.21	149.817
4	1634.79	166.702
5	1714.59	174.839
6	1601.81	163.339
7	1524.12	155.417
8	1433.16	146.141
9	1521.8	155.18
10	1635.03	166.726

Grupo 3: Diente con cemento NeoMTA2 -08 días		
Muestra	Fuerza Máxima (N)	Fuerza Máxima (Kgf)
1	1753.7	178.827
2	1286.25	131.161
3	1320.83	134.687
4	1301.18	132.683
5	1571.77	160.275
6	1456.98	148.57
7	1300.59	132.623
8	1423.9	145.197
9	1296.43	132.199
10	1499.88	152.945

Grupo 3: Diente con cemento Biodentine-30 días		
Muestra	Fuerza Máxima (N)	Fuerza Máxima (Kgf)
1	1482.11	151.133
2	1763.76	179.853
3	2069.63	211.043
4	1535.43	156.57
5	1474.36	150.342
6	1625.87	165.792
7	1725.34	175.935
8	1743.02	177.738
9	1647.09	167.956
10	1495.99	152.548

Grupo 3: Diente con cemento NeoMTA2-30 días		
Muestra	Fuerza Máxima (N)	Fuerza Máxima (Kgf)
1	1878.96	191.6
2	1643.26	167.565
3	1661.97	169.473
4	1806.74	184.236
5	1632.71	166.49
6	1599.98	163.152
7	1724.32	175.831
8	1501.02	153.061
9	1667.82	170.07
10	1866.94	190.374



**ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN**  
 CIP:195364  
 INGENIERO MECÁNICO  
 Jefe de Laboratorio



## Anexo 5.

### TABLAS INDIRECTAS

**Tabla 2. Descripción de los valores de la resistencia a las fuerzas comprensivas en dientes con resorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd a los 8 días.**

Grupos	Media (Newton)	Desv. estándar	Min	Max	n	F	P
Grupo 1	1989.72 <sup>a</sup>	112.09	1824.01	2169.84	10	128.78	<0.0001
Grupo 2	927.78 <sup>b</sup>	124.35	759.90	1161.54	10		
Grupo 3	1581.65 <sup>c</sup>	90.28	1433.16	1714.59	10		
Grupo 4	1421.15 <sup>d</sup>	154.02	1286.25	1753.70	10		

*Grupo 1: control negativo (dientes sanos); Grupo 2: control positivo (dientes con reabsorción cervical clase 2Cd); Grupo 3: dientes con reabsorción cervical clase 2Cd reparados con el cemento Biodentine; Grupo 4: dientes con reabsorción cervical clase 2Cd reparados con el cemento NeoMTA2.*

*p < 0.01 existe diferencia estadística significativa.*

Los valores de fuerza compresiva que mostró el grupo control negativo 1989.72 N y el grupo control positivo 927.78 N, hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ). A los 8 días los grupos Biodentine y NeoMTA2 obtuvieron los valores de 1581.65 N y 1421.15 N respectivamente, el cual hubo una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 3. Descripción de los valores de la resistencia a las fuerzas comprensivas en dientes con resorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd a los 30 días.**

Grupos	Media (Newton)	Desv. Estándar	Min	Max	N°	F	P
<b>Grupo 1</b>	1989.72 <sup>a</sup>	112.09	1824.01	2169.84	10	107.5 6	<0.0001
<b>Grupo 2</b>	927.78 <sup>b</sup>	124.35	759.90	1161.54	10		
<b>Grupo 3</b>	1656.26 <sup>c</sup>	182.40	1474.36	2069.63	10		
<b>Grupo 4</b>	1698.37 <sup>c</sup>	120.96	1501.02	1878.96	10		

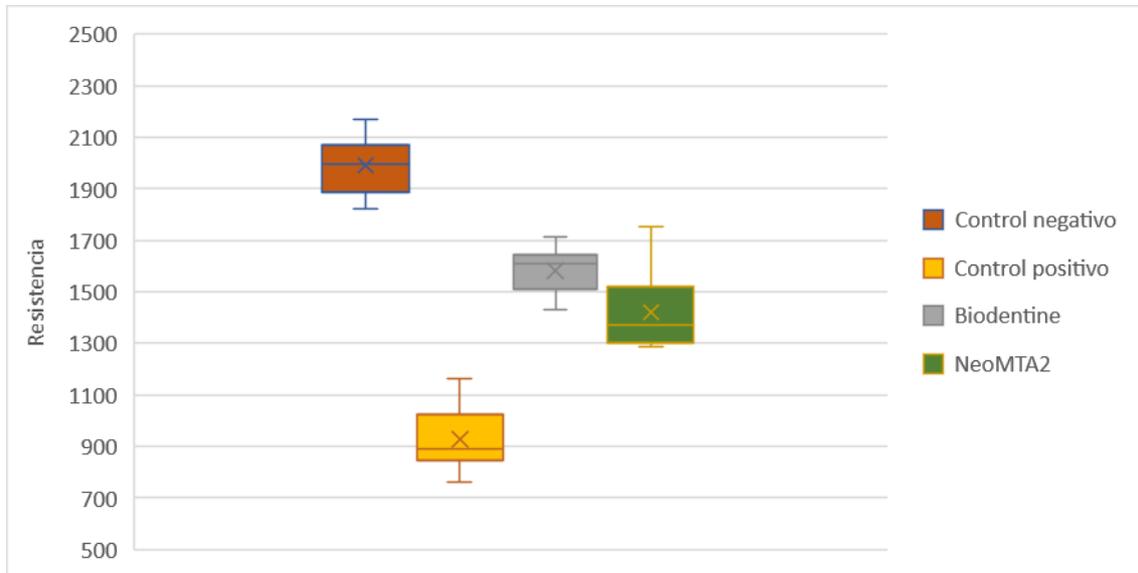
*Grupo 1: control negativo (dientes sanos); Grupo 2: control positivo (dientes con reabsorción cervical clase 2Cd); Grupo 3: dientes con reabsorción cervical clase 2Cd reparados con el cemento Biodentine; Grupo 4: dientes con reabsorción cervical clase 2Cd reparados con el cemento NeoMTA2.*

*p < 0.01 existe diferencia estadística significativa.*

*No existe diferencia entre Grupo Biodentine a los 30 días y Grupo Neo MTA2 a los 30 días.*

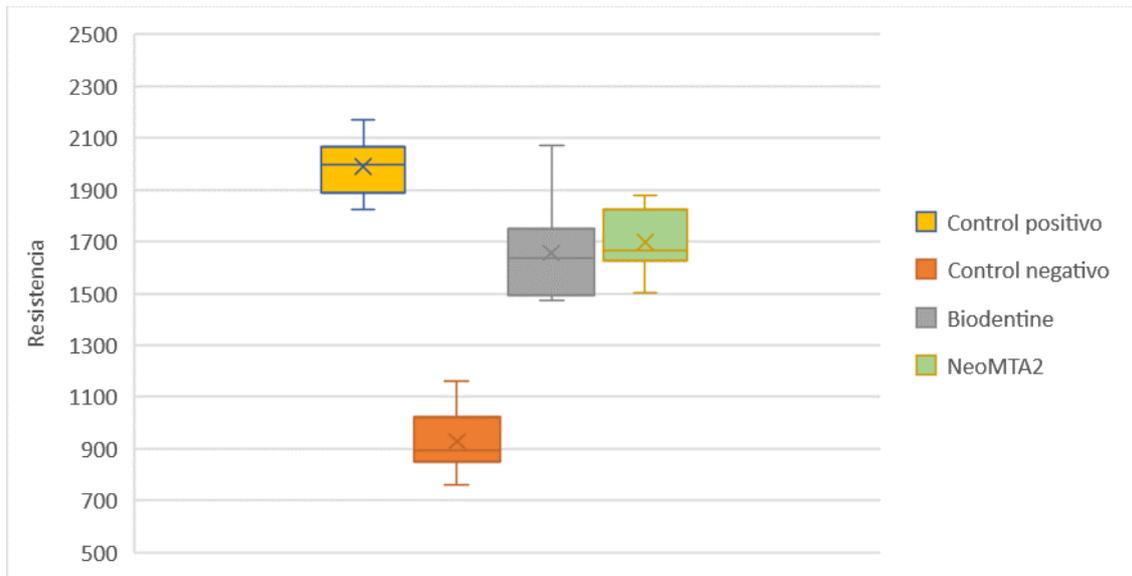
Los valores de fuerza comprensiva que mostró el grupo control negativo 1989.72 N y el grupo control positivo 927.78 N, hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ). A los 30 días los valores el cemento Biodentine fueron 1656.26 N y NeoMTA2 1698.37 N, no hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) (tabla 3 y gráfico 2). Prueba estadística de Tukey.

**Gráfico 1. Descripción gráfica de los valores de la resistencia a las fuerzas comprensivas en dientes con resorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd a los 8 días.**



El diagrama de cajas representa los valores de fuerza compresiva que mostró el grupo control negativo y el grupo control positivo, donde hubo diferencia estadísticamente significativa. A los 8 días los grupos Biodentine y NeoMTA2 tuvieron una diferencia estadísticamente significativa al no haber choque de cajas. La barra horizontal dentro del cuadro indica el valor de la mediana.

**Gráfico 2. Descripción gráfica de los valores de la resistencia a las fuerzas comprensivas en dientes con resorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd a los 8 días.**



El diagrama de cajas representa los valores de fuerza compresiva que mostró el grupo control negativo y el grupo control positivo, donde hubo diferencia estadísticamente significativa. A los 30 días los grupos Biodentine y NeoMTA2 no tuvieron una diferencia estadísticamente significativa. La barra horizontal dentro del cuadro indica el valor de la mediana.

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	
	General	General	General	Indicador	Nivel de Medición
<b>Resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas empleando dos cementos hidráulicos reparadores. Estudio In Vitro.</b>	¿Cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas, empleando dos cementos Biocerámicos reparadores?	Determinar cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas, empleando dos cementos Biocerámico reparadores.	Los dientes con reabsorciones cervicales externas clase 2Cd, empleando Biodentine como cemento hidráulico reparador presenta mayor resistencia a la fuerza compresiva en comparación del cemento hidráulico reparador NeoMTA2.	Registro en la máquina Universal  Biodentine  NeoMTA2	N  Razón Nominal
	General	General	General		
	¿Cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd, empleando Biodentine y NeoMTA2 como cemento Biocerámico reparador controlado a los 8 días?	Determinar cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd, empleando Biodentine y NeoMTA2 como cemento Biocerámico reparador controlado a los 8 días.  Determinar cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas	Las piezas dentarias con reabsorciones cervicales externas clase 2Cd, reparados con el cemento Biodentine presenta mayor resistencia a la fuerza compresiva en comparación del cemento Biocerámico reparador NeoMTA2 controlado a los 8 días.  Las piezas dentarias con reabsorciones cervicales externas clase 2Cd, reparados con el	Diente sano.  Diente con preparación biomecánica y con simulaciones de reabsorción	1= Dientes sanos 2= Dientes con BioRoot sin reparación. 3=Dientes con Biodentine. 4=Dientes con NeoMTA2.
	Específicos	Específicos	Específicos		

	<p>externas simuladas clase 2Cd empleando Biodentine y NeoMTA2 como cemento Biocerámico reparador controlado a los 30 días?</p> <p>¿Cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd reparadas con el cemento Biodentine, NeoMTA2 y piezas sin cemento Biocerámico reparador en comparación a los dientes sanos controlado a los 8 días?</p> <p>¿Cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd reparadas con el cemento Biodentine y NeoMTA2 y piezas sin cemento Biocerámico reparador en comparación a los dientes sanos controlado a los 30 días?</p>	<p>clase 2Cd, empleando Biodentine y NeoMTA2 como cemento Biocerámico reparador controlado a los 30 días.</p> <p>Determinar cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd reparadas con el cemento Biodentine, NeoMTA2 y piezas sin cemento Biocerámico reparador en comparación a los dientes sanos controlado a los 8 días.</p> <p>Determinar cuál es la resistencia a las fuerzas compresivas en dientes con reabsorciones cervicales externas simuladas clase 2Cd reparadas con el cemento Biodentine y NeoMTA2 y piezas sin cemento Biocerámico reparador en comparación a los dientes sanos controlado a los 30 días.</p>	<p>cemento Biodentine presenta mayor resistencia a la fuerza compresiva en comparación del cemento Biocerámico reparador NeoMTA2 controlado a los 30 días.</p> <p>Las piezas dentarias con reabsorciones cervicales externas clase 2Cd, reparados con el cemento Biodentine, NeoMTA2 y piezas sin reparación presentan menor resistencia a la fuerza compresiva en comparación con dientes sanos a los 8 días.</p> <p>Las piezas dentarias con reabsorciones cervicales externas clase 2Cd, reparados con el cemento Biodentine, NeoMTA2 y piezas sin reparación presentan menor resistencia a la fuerza compresiva en comparación con dientes sanos a los 30 días.</p>	<p>cervical externa.</p>	
--	---	---	---	--------------------------	--

## ANEXO 7. IMÁGENES DEL PROCEDIMIENTO



1.-Estandarización de las muestras



2.- Localización y permeabilización de conductos.



3.- Irrigación: Hipoclorito, suero fisiológico y EDTA, en todo el procedimiento biomecánico.



4.-Instrumentación Biomecánica con sistema recíprocante RC- Blue.



5.-Obturación, técnica condensación lateral



6.-Cemento hidráulico sellador.



7.- Reparación de la resorción cervical 2Cd con el cemento reparador NeOMTA2.



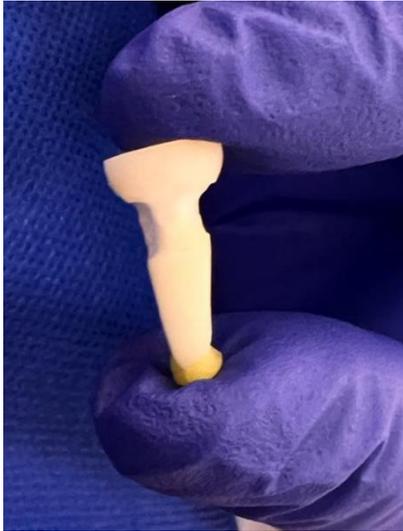
8.-Reparación de la resorción cervical 2Cd con el cemento reparador Biodentine.



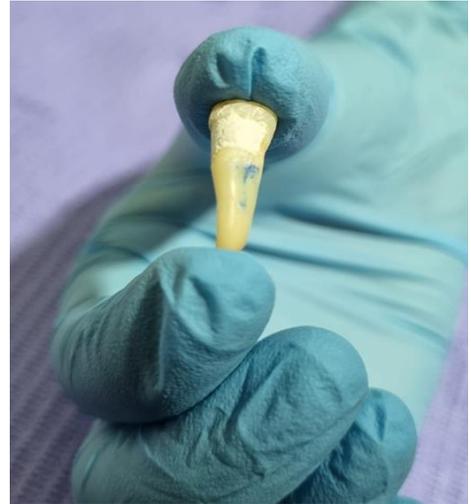
9.- Almacenamiento en la incubadora por 8 y 30 días.



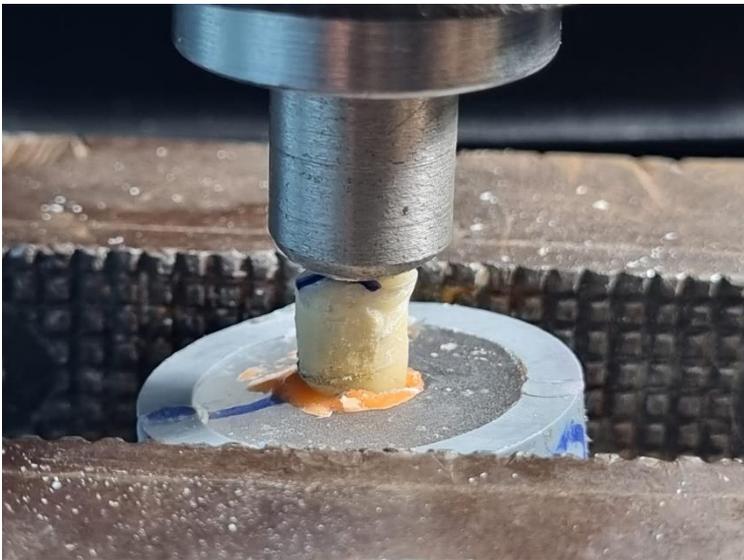
10.- Máquina Universal "LG CMT -5L" (para realizar la resistencia a la fractura).



11.- Simulación de resorción cervical externa 2Cd ( $>180^\circ$   $\leq 270^\circ$ )



12.-Reparación de la resorción cervical externa con cemento hidráulico reparador.



13.- Aplicación de fuerza compresiva utilizando la máquina Universal (LG CMT – 5L) en fuerza Newton.



14.- Pieza dentaria fracturada.