



UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER

Facultad de Ciencias de la Salud

“Evaluación In Vitro de la resistencia mecánica a la compresión de
cementos biocerámicos endodónticos: MTA, MTA Repair HP y Neomta2”

Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista

Presentado por:

Autor: Rivera Leon Elvis Manuel

Asesor: Mg Esp. Cd Verónica Llerena Meza de Pastor

Código orcid 0000 00191460931

LIMA – PERÚ

2022

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

Yo, Rivera Leon Elvis Manuel egresado de la Facultad de Ciencias de la Salud y Escuela Académica Profesional de Odontología de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico "EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DE CEMENTOS BIOCERÁMICOS ENDODÓNTICOS: MTA, MTA REPAIR HP Y NEOMTA2" Asesorado por el docente: Mg. Esp.CD VERONICA JANICE LLERENA MEZA DE PASTOR.

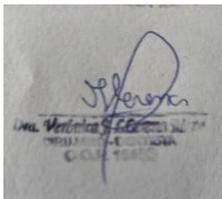
DNI 09920986 ORCID: 00000 00191460931 tiene un índice de similitud de 18 dieciocho % con código verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



Elvis Manuel Rivera Leon
 DNI: 70864818



Mg. Esp.CD VERONICA JANICE LLERENA MEZA DE PASTOR
 DNI: 09920986.

Lima, 10 de marzo de 2023

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera. A mi padre y hermana, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y consejos para hacer de mí una mejor persona.

AGRADECIMIENTO

Especial agradecimiento a mi asesora Verónica Llerena Meza De Pastor por su constante apoyo. A mis docentes por sus enseñanzas y aprendizaje y doctores que me apoyaron durante la realización de mi tesis.

ASESOR DE TESIS

Mg Esp. CD VERÓNICA LLERENA MEZA DE PASTOR

JURADO

Presidente

Dr. Guillen Galarza, Carlos Enrique

Secretario

Dr. Cuba Gonzales, Eric

Vocal

Dr. Chumpitaz Jauregui, Edwin

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ASESOR(A) DE TESIS.....	3
JURADO	4
ÍNDICE GENERAL	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.
I. INTRODUCCIÓN.....	xii
1. EL PROBLEMA	12
1.1. Planteamiento del problema.....	12
1.2. Formulación del problema	14
1.1.1. Problema Principal	14
1.1.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. General	2
1.4.2. Específicos.....	3
1.4. Justificación.....	3
1.4.1. Justificación teórica.....	3
1.4.2. Justificación metodológica.....	3
1.4.3. Justificación practica	4
1.5. Limitaciones.....	4
1.5.1 Limitación temporal	4

1.5.2 Limitación espacial.....	4
1.5.3 Limitación de recursos.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Base teórica	8
2.3. Hipótesis	22
2.3.1. Hipótesis General.....	22
2.3.2. Hipótesis Estadística	22
3. METODOLOGÍA	36
3.1. Método de la investigación	¡Error! Marcador no definido.
3.2. Enfoque de la investigación	37
3.3. Tipo de investigación.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4. Diseño	45
3.5. Población y muestra.....	46
3.6. Variables y operacionalización.....	26
3.7. Técnica e instrumentos.....	26
3.8. Procedimientos.....	29
3.9. Aspectos éticos.....	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Resultado.....	30
4.2. Discusión.....	49
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. Conclusiones	41
5.2. Recomendaciones	41
REFERENCIAS	43
ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS MTA, MTA REPAIR HP Y NEOMTA2 IN VITRO....	30
Tabla 2: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS A LAS 7 DÍAS	31
Tabla 3: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS A LOS 28 DÍAS.....	33
Tabla 4: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MTA, NEO MTA2 Y EL MTA REPAIR HP A LAS 7 DÍAS Y 28 DÍAS IN VITRO.....	35
Tabla 5: PRUEBA DE HIPÓTESIS	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPA) SEGÚN LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS A LOS 7 DÍAS.....	32
Figura 2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS A LOS 28 DÍAS.....	34
Figura 3. INFLUENCIA DEL TIPO DE CEMENTO BIOCERÁMICO Y TIEMPO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.	36

RESUMEN

Objetivo: Determinación de la resistencia(R) mecánica a la fuerza compresiva de materiales biocerámicos endodónticos MTA, MTA Repair HP y NeoMTA2.

Metodología: El muestrario consistió en 60 especímenes fraccionados en 20 muestras cada grupo de material biocerámicos. La observación se realizó, comparando la sección longitudinalmente en la que la resistencia a la fuerza compresiva se obtuvo del material biocerámicos endodónticos MTA, MTA Repair HP y NeoMTA2 in vitro a 7 días y 28 días de elaboración. La distinción estadística se efectuó mediante una prueba de Anova y Shapiro.

Resultados: El muestrario permitió conocer que la resistencia(R) a la fuerza compresiva fue mayor a los 28 días. que dentro de 7 días obteniendo: MTA 18,7810 MPa/ 13,8810 MPa; Fijación MTA HP 39.2890 MPa/ 21,8990MPa; y NeoMTA2 23.0190 MPa/ 34.1920 MPa a diferencia se mostró significancia ($p < 0.001$) entre MTA y MTA Repair HP una discrepancia en relación al tiempo ($p < 0.001$).

Conclusión: Descubriéndose que el NeoMTA2 tiene una mayor resistencia(R) a la fuerza compresiva en confrontación con el MTA y MTA Repair HP, por ende, se considera una buena opción como material biocerámico.

Palabras clave: cemento de resistencia(R), cementos de compresión y biocerámicos.

ABSTRACT

Objective: Determination of the mechanical resistance(R) to compressive force of endodontic bioceramic materials MTA, MTA Repair HP and NeoMTA2.

Methodology: The sampler consisted of 60 specimens divided into 20 samples each group of bioceramic material. The observation was made, C comparing the longitudinal section in which the resistance to compressive force was obtained from the endodontic bioceramic material MTA, MTA Repair HP and NeoMTA2 in vitro at 7 days and 28 days of processing. The statistical distinction was made using an Anova and Shapiro test.

Results: The sample showed that the resistance(R) to compressive force was greater at 28 days. that within 7 days obtaining: MTA 18.7810 MPa/ 13.8810 MPa; Fixation MTA HP 39.2890 MPa/ 21.8990MPa; and NeoMTA2 23.0190 MPa/ 34.1920 MPa, a difference was shown to be significant ($p < 0.001$) between MTA and MTA Repair HP, a discrepancy in relation to time ($p < 0.001$).

Conclusion: Discovering that NeoMTA2 has a higher resistance(R) to compressive force compared to MTA and MTA Repair HP, therefore, it is considered a good option bioceramic.

Keywords: resistance cement(R), compression and bioceramic cements.

INTRODUCCIÓN

El cemento biocerámico a modo de material dental continúa desarrollándose. De acuerdo a sus propiedades físico-químicas que quieran aportar resistencia a la presión que están sometidas, por lo que se obtiene todos los métodos efectivos para ser empleado en el transcurso de la restauración y rehabilitación del diente.

En el análisis se consideraron capítulos distribuidos mencionados a continuación:

En el Capítulo I, se presentó el problema con las interrogantes y objetivos apropiados.

También se sustenta lo relevante del proyecto y se explican los obstáculos enfrentados en su desarrollo. El capítulo II desarrolla el contexto y fundamentos teóricos del estudio, terminando con la hipótesis. La metodología en el Capítulo III, en el cual se describe la metodología, metodología y diseño propuesto, métodos de muestreo, temas de estudio, métodos de recolección de datos, instrumentos utilizados, métodos estadísticos de análisis de datos y factores de comportamiento. El Capítulo IV presenta los resultados de la discusión relevantes a lo evidenciado.

Finalmente, conclusiones y sugerencias del análisis.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Todo cemento que contiene silicato de calcio (CSC), han cobrado interés en el ámbito odontológico, siendo empleado en múltiples aplicaciones, entre los que figuran recubrimientos en la pulpa, sellado de perforaciones a nivel de la raíz, reabsorciones radiculares, apexificación y cirugía en endodoncia ^{1,2}. Muestran propiedades óptimas en el aspecto biológico y en las características físico-químicas, sin embargo, presenta desventajas relacionadas a las propiedades mecánicas, entre las que figura la resistencia a la fuerza de compresión ^{3,4}.

La fuerza generada entre diente superiores e inferiores (FMMF) expresa la condición de la función de la persona, y es definida como la fuerza máxima que se presenta al momento de la oclusión de las piezas dentarias de la arcada superior e inferior ⁵. La FMMF debe ser considerada durante los procedimientos rehabilitadores a fin de utilizar un material óptimo. La característica de resistencia a la fuerza de compresiva en condiciones de laboratorio de un material dental, es considerada como la resistencia que se produce ante las fuerzas de compresión producida por la máquina de ensayo universal, la cual calcula la resistencia que soporta el material a las fuerzas en sentido vertical hasta llegar a la fragmentación del espécimen estudiado ⁶.

Algunas investigaciones refieren la presencia de limitantes en ensayos de laboratorio referentes a los aspectos mecánicos a fuerzas de compresión, preponderantemente a características como el tiempo de fraguado prolongado de los CSC, lo cual produce una manifestación retardada a fin de lograr niveles mayores de registros de resistencia a la compresión ^{6,7}. En ese sentido, el fraguado luego de 24h posterior al mezclado del

material alcanza registros de resistencia a las fuerzas de compresión de hasta 22 Megapascales (Mpa) ⁷, llegando a un mayor valor final de 70 MPa a los 28 días de alcanzar el fraguado ⁸, debido a ello, se considera este inconveniente como de alta relevancia clínica debido a su escasa resistencia a la compresión en el corto tiempo, considerando que tendrá que servir de soporte del material restaurador final ⁹.

Debido a las limitaciones descritas de los CSC referente a sus características mecánicas, en la actualidad se ha incorporado diversos aditivos que potencian su composición químicas; entre los que se pueden mencionar al cemento biocerámico MTA Repair HP [®] (Angelus, Brasil) y el cemento Neo MTA2 (Avalon, Biomed-USA), los cuales fueron introducidos al mercado como una alternativa al Mineral trióxido Agregado, el cual es un material de uso estándar y utilizado como control en diversas investigaciones comparativas ⁷.

El cemento biocerámico MTA Repair HP es un (CSC), el cual conserva las características químicas y físicas del Mineral trióxido Agregado, sin embargo, optimiza sus características físicas referente al tiempo de fraguado, ya que contiene partículas microscópicas de naturaleza polimérica y solubles en agua. Por otro lado, el Neo MTA2 incorpora componentes con agentes plastificantes. Ambos cementos incorporan estos componentes en su parte líquida ^{6,8}. Es preciso mencionar además que, estos nuevos componentes buscan optimizar las características mecánicas de los cementos que contiene silicato de calcio convencionales mediante la disminución del tiempo de fraguado, por lo que tienen influencia directa en la resistencia a la fuerza compresiva en etapas tempranas ^{8,10}. Si bien es cierto, se han estudiado diversas propiedades de los materiales señalados, aún es escasa la evidencia comparativa disponible respecto a la

resistencia a las fuerzas de compresión comparativa entre los cementos MTA Repair HP, Neo MTA2 y el Mineral Trióxido Agregado, adicional a ello, los estudios existentes analizan esta propiedad en un periodo relativamente corto, no pudiendo con ello evaluar el factor tiempo, que como se ha mencionado es un factor decisivo a tener en cuenta.

A lo mencionado, se propone el presente proyecto de investigación a fin de valorar la resistencia(R) a la fuerza compresiva de los tres materiales MTA Repair HP y Neo MTA2 comparado con el Mineral Trióxido Agregado luego de 7 y 28 días.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál es a nivel *in vitro* la resistencia(R) mecánica a la compresión de cementos biocerámicos endodónticos MTA, MTA Repair y NeoMTA2?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál es a nivel *in vitro* la resistencia(R) mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico MTA a los 07 y 28 días?
- ¿Cuál es a nivel *in vitro* la resistencia(R) mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico MTA Repair a los 07 y 28 días?
- ¿Cuál es a nivel *in vitro* la resistencia(R) mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico NeoMTA2 a los 07 y 28 días?
- ¿Qué tipo de cemento biocerámico endodóntico a nivel *in vitro* presenta valores mayores de resistencia mecánica a la compresión a los 07 y 28 días?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Determinar a nivel *in vitro* la resistencia(R) mecánica a la compresión de cementos biocerámicos endodónticos MTA, MTA Repair y Neomta2.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar a nivel *in vitro* la resistencia(R) mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico MTA a los 07 y 28 días.
- Evaluar a nivel *in vitro* la resistencia(R) mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico MTA Repair a los 07 y 28 días.
- Evaluar a nivel *in vitro* la resistencia(R) mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico NeoMta2 a los 07 y 28 días.
- Comparar a nivel *in vitro* la resistencia(R) mecánica a la compresión de los cementos biocerámicos endodónticos MTA, MTA Repair® y Neomta2® a los 07 y 28 días.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1 Teórica

La ejecución del presente proyecto contó con justificación desde el aspecto clínico, para conocer el nivel de resistencia a la compresión de los CSC brindó al odontólogo las evidencias necesarias para la selección del material restaurador adecuado que contribuya a un pronóstico favorable del tratamiento.

1.4.2 Metodológica

Además, la propuesta de ejecución de este estudio presentó relevancia desde un punto de vista científico ya que permitió explorar nuevas y diferentes orientaciones de investigación sobre los CSC y cómo estas otras propiedades interactúan con la resistencia a la compresión; logrando así una comprensión científica más profunda del material.

1.4.3 Práctica

Asimismo, el estudio contó con relevancia clínica, ya que el éxito del tratamiento en gran medida influye en las propiedades del material restaurador seleccionado, con esta investigación se pretende hacer más previsible el pronóstico y ayudar a contribuir con la mejora de los pacientes.

1.5 Limitaciones:

1.5.1 Temporal

La investigación fue in vitro se mostró la resistencia(R) mecánica a la compresión de MTA, Repair HP y cemento biocerámico endodóntico NeoMTA2 utilizados en la misma escala.

1.5.2 Espacio

La investigación fue in vitro, se midió el estrés a la fuerza compresiva en el laboratorio Hight Technology, encontrándose la fuerza para cada grupo, ellas podrían cambiar según otros aspectos de la cavidad bucal, como la sangre.

1.5.3 Recursos

Desarrollándose los procedimientos, en el lab. de mecánica, considerando la muestra para experimentación, lo cual nos permitió recopilar información.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

Internacionales

Olcay, et al., (2022) realizaron un estudio con el propósito de medir la fuerza a la compresión y otras propiedades mecánicas del Mineral Trióxido Agregado (ProRoot MTA) y el Biodentine (BD), luego de la aplicación de un adhesivo. Para ellos se realizaron muestras en molde de teflón. Luego de elaboradas, las muestras fueron almacenadas por 7 días a 37°C. Posteriormente se aplicaron los adhesivos ClearFil Universal Bond, All Bond Universal y Single Bond Universal, estos materiales fueron manipulados según las instrucciones del fabricante. La resistencia a la compresión fue realizada a una velocidad de 1mm/min. Luego del análisis de los resultados mediante prueba de ANOVA post hoc de Tukey mostraron que, el Biodentine tuvo mejores resultados en la fuerza de compresión que el ProRootMTA. Los valores medios obtenidos y sus desviaciones estándar son A) 52,6 (16,3) MPa y B) 65,7 (30,6) MPa, respectivamente. La distribución de los valores de resistencia(R) a la compresión por grupo de estudio fue ligeramente superior en el grupo B, aunque la diferencia no fue significativa ($p = 3,77$)¹¹.

Queiroz, et al., (2021) Llevaron a cabo una investigación con el fin de conocer las propiedades mecánicas y físicas un cemento de silicato de cálcico (CSC) asociado al óxido de circonio (ZrO_2), tungstato de calcio ($CaWO_4$), óxido de niobio (Nb_2O_5), TCS + $CaWO_4$ presentó el mayor tiempo de fraguado y MTA HP el menor. Excepto TCS,

todos los materiales presentaron radiopacidad superior a 3 mmAl. Los cementos presentaron pH alcalino, actividad antibacteriana, baja solubilidad y sin efectos citotóxicos. La mayor actividad de ALP ocurrió en 14 días, especialmente para TCS, TCS + ZrO₂ y TCS + CaWO₄. TCS + ZrO₂, TCS + Nb₂O₅ y MTAHP tuvieron una mayor formación de nódulos mineralizados que los del control negativo (NC). Después de 7 días, no hubo diferencia en la expresión de ARNm para ALP, en comparación con NC. Sin embargo, después de 14 días no hubo sobreexpresión de ARNm de ALP, especialmente TCS + Nb₂O₅, en relación con la CN. Todos los materiales presentaron acción antimicrobiana ¹².

Galarca, et al., (2019) los investigadores se propusieron como objetivo “evaluar la solubilidad, radiopacidad, resistencia compresión y citotoxicidad de los cementos endodónticos MTA Ángelus, MTA Repair HP en los periodos de tiempo de 24 horas, 48 horas y 21 días”. Se encontró el MTA Ángelus tuvo mejor radiopacidad y solubilidad a las 48 horas y 21 días. La resistencia (R) a la fuerza compresiva el MTA Repair HP presento mejores resultados a los 21 días. Concluyendo al MTA Repair HP un cemento con mejores bondades al MTA Ángelus, presentado La resistencia a la fuerza compresiva a los 28 días fue menor que la del grupo MTA Repair HP. Además. Se concluyó que MTA Repair HP exhibió mejor valor de resistencia(R) mecánica a la fuerza compresiva a los 28 días en Comparación con MTA Angelus. Encontrando al MTA Repair HP que presenta mejores propiedades , físicas comparado con el cemento MTA Angelus ¹⁴.

Costa, et al., (2018) “determinaron las propiedades de tiempo de fraguado, radiopacidad y resistencia a la fuerza vertical de compresión del cemento Portland (CP) asociado a las nanopartículas de óxido de iterbio al 30% (Yb2O3) en comparación al MTA”. Encontrando al MTA con mejores propiedades de radiopacidad al cemento portland asociado a óxido de iterbio al 30% (Yb2O3) y tiempo de fraguado. Respecto a los valores de resistencia a las fuerzas compresivas presentó mejores resultados el cemento portland (CP) con óxido de iterbio al 30% (Yb2O3). dando por resultado:

Resistencia(R) a la fuerza compresiva en 24 horas (MPa) CSC 47, 96^a ($\pm 7,45$) CSC/ Yb2O3 39, 46^a ($\pm 5,78$) MTA 16,13b ($\pm 3,95$)

Resistencia a la compresión 21 días (MPa) CSC 56, 73 ($\pm 19,83$) CSC/ Yb2O3 59,64($\pm 14,60$) MTA 32,01b ($\pm 7,76$)

Concluyendo el CP asociado con Yb2O3 presento mejor resistencia(R) a la compresión al MTA ¹⁵.

Cangul, et al., (2018) Estudiaron con el propósito de valorar el efecto del perborato de sodio en la resistencia(R) a la fuerza compresiva de diversos materiales a base de silicato de calcio. Para ello elaboraron especímenes en forma de disco de los materiales ProRoot wMTA, MTA Plus, NeoMTA Plus y Biodentine. Se realizaron 30 discos de cada material. El perborato de sodio fue disuelto con el peróxido de hidrógeno al 30% y fue colocado sobre la superficie de los especímenes. Las muestras fueron analizadas en una máquina Instron, a fin de evaluar la resistencia compresiva. Los resultados indicaron que la resistencia(R) a la fuerza compresiva de todos los materiales disminuyó de forma significativa después del proceso de clareamiento

Los resultados se analizaron utilizando las pruebas Anova unidireccional y post-hoc de Tukey. La resistencia a la fuerza compresiva de todos los materiales probados disminuyó significativamente después del blanqueo ($P < 0,05$). El examen SEM muestra la degradación del material de la superficie después del blanqueo. El uso de perborato de sodio y peróxido de hidrógeno reduce la resistencia(R) a la compresión de ProRoot wMTA, MTA Plus, NeoMTA Plus y Biodentine¹⁶.

Vasquez, et al., (2017) en el estudio desarrollado se planteó como objetivo “evaluar la actividad antimicrobiana, tiempo de fraguado, pH, radiopacidad, resistencia a la fuerza compresiva y solubilidad del cemento portland (CP) asociado con nanopartículas de plata (AgNP) y oxido de circonio (ZrO₂) en comparación al MTA”. Encontrando al cemento portland con nanopartículas de plata aumento las bondades biológicas y mecánicas en comparación al MTA. Pero respecto a los valores de radiopacidad el cemento MTA presento mejores resultados al cemento portland con nanoparticulas de plata. Concluyeron el CP asociado con AgNP y ZrO₂ cuenta con mejores propiedades mecánicas al MTA donde el resultado obtenido a la resistencia a la compresión en MPa a las 24 horas del W MTA $17,13 \pm 3,123$ PC/ ZrO₂ 27.80 ± 5.117 W MTA/ AgNPs $15,29 \pm 2,611$ PC/ZrO₂/ AgNPs $34,84 \pm 5,460$ y 21 días W MTA $32,01 \pm 6,003$ PC/ ZrO₂ 23.18 ± 2.289 W MTA/ AgNPs $34,3 \pm 5,271$ PC/ZrO₂/ AgNPs $56,46 \pm 9,611$ ¹⁷.

Nacionales:

Navarro, (2020) determinó un estudio para “comparar la resistencia(R) a la fuerza compresiva de tres materiales dentales MTA, cemento portland y Biodentine”

arrojando un valor de 33,33kg/mm² a las 24 horas y a las 48 horas se obtuvo 38,42kg/mm² dando como mejor material al Biodentine seguido por el Portland blanco y portland gris.

Bosso – Martelo, et al., (2019) realizaron un estudio a fin de “analizar el tiempo fraguado, resistencia a la compresión, solubilidad, pH y la liberación iónica de calcio en el cemento de silicato de calcio (CSC) asociado al óxido de Zr (ZrO₂), óxido de Niobio (Nb₂O₅) y Tungstato de calcio (CaWO₄) en comparación al MTA Ángelus”. Realizado en los periodos de tiempo de 7, 14 y 21 días. Encontrando al cemento portland asociado con óxido de circonio (ZrO₂) mejores resultados mecánicos y químicos en comparación al grupo control MTA Ángelus. Además, se detectó el cemento MTA presentó mejores resultados respecto al tiempo en que toma fraguar el material y resistencia a la fuerza de compresión al CSC asociado al Nb₂O₅ y CaWO₄. Concluyendo el cemento CSC asociado al ZrO₂ puede ser considerado un posible sustituto al MTA. Concluyendo que los microagentes El ZrO₂ radiactivo se puede considerar como un sustituto potencial del Bi₂O₃ para SCC. ⁹.

Sobhnamayan et al., (2017) colaboraron con una investigación con el objetivo de comparar la resistencia(R) a la fuerza compresiva del Mineral Trióxido Agregado y una mezcla enriquecida con calcio, ambos asociados al propilenglicol. Para ello se realizaron especímenes circulares de los materiales de estudio con diferentes concentraciones del propilenglicol. La resistencia a la compresión se evaluó a los 7 días. Fueron analizados con la prueba de Kruskal Wallis, mostrando que en todas las concentraciones estudiadas, el MTA mostró mejores resultados que la mezcla

enriquecida con calcio, además el aumento del propilenglicol al 100% y 50% incrementó significativamente la resistencia a la compresión. Los autores concluyeron que a determinadas concentraciones el propilenglicol podría mejorar la resistencia compresiva del MTA y de la mezcla enriquecida con calcio. En todas las concentraciones de PG, las muestras de MTA mostraron mejores resultados que el cemento CEM. En las muestras de CEM, la adición de 20 PG podría aumentar significativamente la resistencia a la fuerza compresiva en comparación con los grupos de control y 100 PG ($P = 0,047$ y $P = 0,011$, respectivamente). En las muestras de MTA, la adición de PG al 100% y 50 μ aumentó significativamente la resistencia a la fuerza compresiva del cemento en comparacdo con el grupo de control ($P = 0,037$ y $P = 0,005$, respectivamente)¹⁸.

Song, et al., (2016) en una investigación diseñada para la “determinación de las propiedades de resistencia a las fuerza compresiva y evaluación de la estructura cristalina a través del uso de difracción de rayos X (XRD) con análisis de la superficie estructural con microscopía electrónica de barrido (SEM) de 3 cementos endodónticos ProRoot MTA, OrthoMTA y RetroMTA expuestos / inmersos en sangre humana”. Se evidenció que el RetroMTA tuvo mejores valores de resistencia a las fuerzas compresivas. Además, se detectó que la sangre no altera la resistencia(R) a la compresión, estructura y superficie cristalina de todos los cementos experimentales. Concluyeron el cemento RetroMTA tiene mejores bondades al cemento ProRoot MTA, OrthoMTA. Todas las muestras de 4 mm de largo se fijaron con todos los materiales y los grupos sanguíneos mostraron menor rigidez microscópica en comparación con los grupos de sal ($p < 0,05$). Entre las muestras de 2 mm almacenadas en sangre, el número

de muestras tomadas fue significativamente diferente entre materiales ($p < 0,001$). En cuanto a la microdureza de los grupos RMTA y OMTA, no hubo diferencia significativa entre las condiciones de almacenamiento¹⁹.

2.2. Base teórica

Cementos de silicato de calcio

Los materiales bioactivos se han empleado con éxito en el campo odontológico, particularmente en procedimientos de endodoncia. Los cementos biocerámicos aplicadas en el tratamiento se clasifican en materiales bioinertes, bioactivos y biodegradables. La característica compartida de los materiales cerámicos es su papel en la endodoncia mínimamente invasiva y la endodoncia regenerativa. Además, estos materiales se pueden utilizar para el sellado de conductos radiculares y el relleno de cavidades radiculares. El material biocerámico líder que se ha utilizado como estándar de oro en el tratamiento biológico de la pulpa y en los procedimientos de endodoncia especializados es el agregado de trióxido mineral MTA⁵⁻⁷.

Agregado Trióxido Mineral (MTA)

Los materiales MTA son compuestos derivados del cemento Portland. A pesar que ambos compuestos son parecidos en varios aspectos, no llegan a ser productos idénticos, ya que el MTA es sometido a procesos adiciones a fin de purificar el material. Los productos MTA a diferencia de los cementos Portland, presentan dimensiones de

partículas inferiores, además de poseer menor cantidad de metales pesados que pueden ser potencialmente citotóxicos ⁹.

MTA fue comentado por vez primera en la literatura odontológica en el año 1993, recibiendo en 1998 la autorización por parte de la FDA. Un año después se introdujo en EEUU el Pro Root MTA (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Johnson City, TN), considerado el primer producto Mineral trióxido agregado disponible en el mercado odontológico. Posteriormente en Brasil en el año 2021 empezó a comercializarse el MTA Ángelus (Ángelus, Londrina, Brasil / Clinician's Choice, New Milford, CT), el mismo que recibió la autorización de la Food Drugs Administration en el 2011 ⁸.

El MTA está disponible en dos variaciones, dependiendo del color, es decir, MTA gris y blanco. La principal diferencia entre el MTA gris (ProRoot MTA, Densply Sirona) y el MTA blanco (White ProRoot MTA, Densply Sirona) son las concentraciones de Al_2O_3 , MgO y FeO ¹⁰.

En algunos estudios el MTA blanco ha evidenciado presentar menor capacidad de tinción, sin embargo, el operador debe poner énfasis en el retiro completo del MTA previo a la restauración de la cavidad en la zona coronal realizada para el acceso, sobre todo en las zonas con compromiso estético ¹². La diferencia existente entre el MTA blanco y gris se relaciona en mayor medida, en que el primero presenta un 90.8% de mayor proporción de óxidos de hierro ¹³. A pesar de estas diferencias existentes entre los cementos MTA blanco y gris, el MTA blanco mantiene las características similares al tipo gris ^{9,20,21}

Al inicio, luego de la introducción del MTA al mercado odontológico, los clínicos presentaban ciertos inconvenientes relacionados a la manipulación del material, puesto que su consistencia y aspecto era parecida a la arena humedecida, lo cual contrastaba ampliamente con los otros materiales tradicionales de uso odontológico. Para hacer más predecible la manipulación y el manejo del MTA, diversos fabricantes han diseñado y comercializado dispositivos que facilitan su uso ²².

-Composición:

El MTA es una partícula de polvo formado por finas capas hidrófilas que se endurecen en presencia de humedad. Se compone principalmente de partículas de $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$.

-Principales características:

- Radio- opacidad
- Tiempo de endurecimiento
- Resistencia compresiva

-Manipulación:

Mezclar con agua estéril en la proporción indicada por el fabricante 3:1 hojas de vidrio o madera deben combinarse con una espátula de metal o plástico. MTA requiere humedad para secarse, curando en 3-4 horas.

MTA Repair HP

Las composiciones tradicionales de MTA tienen algunos inconvenientes: decoloración del diente y las encías marginales, tiempo de fraguado prolongado y manejo difícil. El

difícil manejo del MTA parece agravarse en procedimientos como la perforación de la raíz, la furca o el relleno de las cavidades del extremo de la raíz. Recientemente, se han introducido nuevas formulaciones. Entre ellos, se ha propuesto MTA HP, (Angelus, Londrina, PR, Brasil). Según el fabricante del producto, es un material restaurador utilizado en el ámbito endodóntico altamente plástico en cuya composición se puede mencionar elementos minerales cuya estructura presenta partículas hidrofílicas finas. La fórmula de MTA HP conserva las características biológicas y químicas del compuesto original de Mineral Trióxido Agregado¹⁵.

El MTA Repair HP está indicado para lo siguiente: furcaciones iatrogénicas y cariosas el tratamiento de la perforación del conducto radicular; cirugía periapical mediante la técnica de obturación retrógrada del canal; el tratamiento de conductos de la perforación radicular por reabsorción interna; recubrimiento pulpar; pulpotomía (la extracción de la pulpa afectada de la corona del diente mientras se mantiene la viabilidad y la función de la pulpa)²³.

-Composición:

MTA Repair HP tiene un alto contenido de óxido de calcio, que reacciona con el agua para formar hidróxido de calcio, está se disociará en iones de calcio (Ca^{2+}) e iones de hidroxilo (OH).

Principales características:

- Nuevo radiopacador Tugstato de Calcio (CaWO_4)
- Tiempo de fraguado inicial de 15 minutos

- Gran resistencia a la compresión

-Manipulación:

Coloque un paquete de polvo MTA REPAIR HP y 2 gotas de líquido en la placa de vidrio. Cuchara durante 40 segundos. El contenedor de cemento de reparación de alta ductilidad de MTA Repair HP contiene: 2 comprimidos de 0,085 g y 2 monodosis de 0,25 ml²³ .

NeoMTA 2

Sistema inorgánico, bioactivo y radiopaco, constituido de silicato tricalcico y dicalcico. Favorece la formación de **hidroxiapatita** en la superficie del sellado 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 vitro⁴².

-Composición:

Silicato tricálcico en polvo, silicato dicálcico, óxido de tantalio, aluminato tricálcico, sulfato de calcio y yeso. Líquido gel a base de agua con agentes espesantes y polímero solubles en agua.

-Principales características:

- 30% mayor radiopacidad

- Favorece la cicatrización
- Resistente al lavado

-Manipulación:

Coloque 1 cucharada (0,1gm) de Polvo en una lámina de vidrio, coloque una o dos gotas de Gel NeoMTA2 lado el polvo, la mezcla es inmediatamente resistente al lavado cuando se combina con arcilla. Agregue tanto gel como sea necesario en el polvo de manera gradual, para así alcanzar la consistencia deseada. Incorpore el gel mientras remueve firmemente la mezcla de polvo/gel con la espátula contra la superficie vidrio, para garantizar que el gel haya humedecido todo el polvo⁴².

Aplicaciones clínicas

Al año se realizan cerca de 24 millones de tratamientos de conducto en EE. UU, y de ellos un poco más del 5 % consiste en procedimientos de alta especialización como microcirugías periapicales, reparaciones de perforaciones y tratamientos de apexificación. Todos estos procedimientos de endodoncia y algunos procedimientos quirúrgicos se han beneficiado enormemente de la disponibilidad de MTA y se analizan a continuación¹⁹.

Recubrimiento pulpar

En lesiones cariosas amplias la exposición de la pulpa suele ser frecuente. Debido a su poca previsibilidad algunos clínicos evitan tratamientos de recubrimiento pulpar directos como procedimiento permanente, en esos casos el Mineral trióxido Agregado

tiene la capacidad de contribuir a mejorar el pronóstico del procedimiento. El MTA a diferencia del hidróxido de calcio presenta menor solubilidad y debido a su capacidad de expandirse en el proceso de fraguado logra un sellado hermético de los conductos, lo cual impide el paso de bacterias desde el medio externo. Las investigaciones reportan que en los casos con ausencia de síntomas o con pulpitis reversible (en el que la infección microbiana aún no ha alcanzado a la pulpa), el MTA puede resultar en una alternativa para este procedimiento ²⁴. Además, se ha observado que a diferencia del recubrimiento pulpar tradicional realizado con el hidróxido de calcio, el MTA produce disminución en el proceso inflamatorio y la formación de un mayor número de puentes dentinarios. Debido al fraguado acelerado del MTA, el cual dura aproximadamente 15 minutos, se puede colocar en un corto tiempo el material de restauración final, logrando un mayor contacto con el Mineral trióxido fraguado ²⁵.

Terapia pulpar vital (Pulpotomía y Apexogénesis)

La pulpotomía es indicada en muchos casos en las situaciones de pulpitis irreversibles, el cual ocurre cuando los microorganismos han alcanzado la cámara pulpar ²⁶. La apexogénesis presenta como finalidad completar el desarrollo a nivel del ápice y la raíz. El tratamiento es prescrito en situaciones de piezas inmaduras con pulpa vital que aún no han completado la formación radicular; el procedimiento consiste en la preservación del tejido que no está afectado por la inflamación a nivel pulpar radicular, logrando con ello la diferenciación odontoblástica, el desarrollo de la zona radicular y la formación dentinaria; con ello, se presenta un mayor espesor de las paredes del conducto, disminuyendo de este modo los riesgos de fractura radicular; además, se producirá el

cierre del ápice, dando lugar a la creación de una constricción, el cual hará factible más adelante la obturación del canal ²⁷.

Apexificación

En situaciones en la que se presente necrosis a nivel pulpar en una raíz con proceso de maduración incompleto ha significado un reto para el odontólogo, ya que no se evidencia un tope a nivel del ápice. El tratamiento convencional de esta situación consiste en la aplicación de hidróxido de calcio, sin embargo, este procedimiento suele ser prolongado a lo largo del tiempo, significando reiteradas visitas al profesional, además del incremento del riesgo de fractura radicular; debido a los inconvenientes descritos, el MTA surge como un material capaz de solucionar estas limitaciones, ya que presenta mayor previsibilidad pues genera un tapón biológicamente compatible a nivel del ápice en un único procedimiento clínico ²⁸

Regeneración ósea (Bioactividad)

Una situación compleja es aquella que involucra el tratamiento de la pulpa con un proceso necrótico y que a su vez presenta la zona radicular inmadura con zonas estructurales disminuidas que pueden incrementar el riesgo de fractura radicular. Un abordaje actual para lograr la regeneración del sistema dentino-pulpar involucra la desinfección del canal endodóntico mediante el uso de materiales como la pasta triple seguida de los procesos de regenerativos y de reparación. Con este procedimiento, se logra incrementar el grosor constante de las paredes del conducto radicular mediante la formación de estructura dura parecida al tejido dentinario. Aún se requieren mayor

número de estudios in vivo que expliquen con precisión si esta neoformación de tejido duro permite el fortalecimiento de la estructura debilitada preexistente ²⁹.

Perforación radicular

Se presentan en la mayoría de los casos como parte de un procedimiento iatrogénico que origina la comunicación entre el conducto radicular y el tejido alrededor del mismo, generalmente producido durante el acceso endodóntico o la instrumentación del conducto. También se presentan en las situaciones de reabsorción interna, en el cual está comprometido el espesor de la pared radicular. El Mineral Trióxido Agregado se ha empleado con éxito en la reparación de las perforaciones a nivel de raíz ya que presente una óptima propiedad de sellado, además de ser biológicamente compatible ³⁰.

Medicación intracanal

En el pasado, debido al desconocimientos de los procedimientos de debridamiento mecánico y químico se utilizaron diversos medicamentos potencialmente tóxicos a fin de alcanzar el objetivo de desinfección del conducto ³¹, En los últimos 30 años han mejorados los instrumentos de instrumentación e irrigación de conductos a fin dar un adecuado manejo a los casos complejos. Sin embargo, en los procesos de larga data el pronóstico puede tornarse desfavorable debido a la incapacidad de acceso a los microorganismos localizados en zonas inaccesibles, presencia de quistes periapicales e incluso en algunos casos la inmunosupresión del paciente ³². En estas situaciones el empleo de la medicación en el interior del conducto luego de un debridamiento óptimo

presenta una ventaja clínica puesto que es posible evaluar la mejoría de los síntomas antes de completar el tratamiento³³. El empleo de la medicación intraconducto brinda la posibilidad al clínico de evaluar a corto plazo los procedimientos aplicados, de esta forma, si son satisfactorios los resultados el caso puede completarse y restaurarse. La óptima resolución del trayecto sinusal, cesación del dolor, ausencia a la percusión y sensibilidad a la palpación son indicativos clínicos favorables de la desinfección óptima del conducto.

Los medicamentos intraconductos actuales, tales como el hidróxido de calcio son útiles no solo como agente antimicrobiano sino también como indicativo de resolución de síntomas antes de completar el tratamiento^{31,33}.

Varios estudios han comparado, respecto a la medicación intraconducto, el uso de protocolo de varias citas versus uno solo en los que evaluaron resultados como evaluación del dolor a corto plazo o la reducción bacteriana; en ellos se evidencian que no hay diferencia significativa entre ellos, sin embargo, es posible que debido a múltiples causas, estos resultados estén sesgados³¹.

En un estudio³⁴ en el que se evaluó a 800 pacientes que recibieron tratamiento endodóntico en citas múltiples o únicas empleando diferentes tipos de medicación intraconductos durante por lo menos 2 años, estos fueron los factores pronósticos que se asociaron con un peor pronóstico:

- Presencia de periodontitis apical
- Dimensiones de la lesión
- Presencia de brotes entre citas
- Padecimiento de diabetes o tratamientos con corticosteroides sistémicos

- Evidencia de dolor preoperatorio
- Profundidad al sondaje profundo

Medicamentos intraconducto en endodoncia regenerativa

Los antibióticos se han utilizado como medicamento en el interior del conducto desde los años 50 (pasta poliatibiótica de Grossman). Sin embargo, el uso de estas pastas antibióticas ha sido limitado, ya que existe una gran variedad de especies microbianas al interior del conducto y la aparición de efectos adversos ³⁵. Para los dientes con formación radicular incompleta, se ha propuesto la pasta triple antibiótica, la cual consiste en una mezcla de ciprofloxacina, minociclina y metronidazol con agua estéril. En algunos estudios al compararla con el hidróxido de calcio y la clorhexidina al 2% los resultados evidenciaron que la pasta triple antibiótica no aumenta de forma significativa el número de organismos vivos en contraste con el hidróxido de calcio ³⁶. Algunos efectos adversos investigados consisten en la posible tinción del diente; además otras investigaciones al desarrollar investigaciones experimentales en perros, donde compararon la pasta triple antibiótica comparada con el uso de irrigación apical negativa, se evidenciaron células inflamatorias más intensas y un proceso de reparación menor cuando se empleó la pasta triple ³⁷.

Reparación Apical

El mecanismo de cicatrización significa la reposición de las zonas afectadas por procesos extrínsecos e intrínsecos tanto en su estructura como en función. En esa línea, la inflamación constituye un proceso de defensa que se da origen en el tejido vascularizado. Asimismo, el tejido de granulación es la formación producida en el

tejido conectivo³⁸. Estos procesos dependen del potencial regenerativo celular, las dimensiones del tejido dañado. El proceso regenerativo consiste en la renovación del tejido con células de similares características de las que se vieron afectadas inicialmente, logrando de este modo una restauración morfológica y funcional. Además, es necesario diferenciarlo con el proceso de reparación, el cual consiste en formación de nuevo tejido conectivo en el lugar de la afectación con la consiguiente infiltración fibroblástica³⁹.

La reparación en su totalidad se produce cuando el antígeno es neutralizado por la respuesta inflamatoria. En la infección pulpar la sangre suministrada es reducida en el conducto, produciéndose un entorno favorable para la proliferación microbiana; produciéndose además inflamación en la zona periapical a fin de intentar la neutralización del antígeno. La respuesta inflamatoria provocada estimula a la reabsorción del hueso circundante, creando un espacio para el infiltrado de las células de defensa, las cuales se distribuyen como barrera para encapsular la infección. Aunque la reabsorción ósea se produce como una homeostasis de los osteoblastos, osteocitos y osteoclastos, ésta se ve alterada en los procesos de periodontitis apical, pues se presenta una exacerbación del proceso de reabsorción del hueso⁴⁰. En un interno ideal, la periodontitis apical debe manifestarse como un proceso de reparación sin presencia de síntomas, sin evidencia de lesiones imagenológicas en las zonas perirradiculares y la existencia de un sellado biológico o con presencia de un encapsulamiento fibroso con infiltración de algunas células mediadoras de inflamación⁴¹.

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1 Hipótesis General

Hi: Los cementos biocerámicos MTA Repair, MTA y Neo MTA2 a nivel *in vitro* tienen altos registros de resistencia a la compresión.

Ho: Los cementos biocerámicos MTA Repair, MTA y Neo MTA2 a nivel *in vitro* no tienen altos registros de resistencia a la fuerza compresiva.

2.3.2 Hipótesis Estadística

- El cemento biocerámico endodóntico MTA a nivel *in vitro* tendrá más resistencia(R) a la compresión al MTA Repair y Neo MTA2 en los periodos de 07 y 28 días.
- El cemento biocerámico endodóntico MTA Repair a nivel *in vitro* tendrá más resistencia(R) a la compresión al MTA y Neo MTA2 en los periodos de 07 y 28 días.
- El cemento biocerámico endodóntico Neo MTA2 a nivel *in vitro* tendrá más resistenci(R)a a la compresión al MTA y MTA Repair en los periodos de 07 y 28 días.
- Comparar la resistencia(R) a la compresión de MTA, MTA Repair y el Neo MTA2 ^a los 07 y 28 días.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Deductivo:

Se puede medir a través de valores numéricos⁴⁴.

Analítico:

Porque se va a observar la resistencia de cada uno de ellos por medio de un análisis de compresión que permitirá observar la resistencia⁴⁴.

3.2 Enfoque de Investigación

Cuantitativo debido que recolectara y analizara los datos obtenidos para realizar la prueba de hipótesis

3.3. Tipo de Investigación:

Aplicada, donde se buscó mediante procedimientos de manipulación los cambios o resultados.

3.4. Diseño de investigación:

Es experimental ya que hay un factor de intervención por parte del investigador, longitudinal porque se medirá la variable de estudio en dos tiempos diferentes y analítico por la constatación de hipótesis

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1 Población

La muestra se determinó utilizando la formula estadística de contraste de promedios empleando la hoja de cálculo Fistera y las unidades de estudio estará conformada por muestras de los especímenes de cada material de estudio que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión⁴⁴ (Anexo 02)

3.5.2 Muestra

El tamaño muestral con ajuste de las posibles pérdidas que ocurran en la ejecución de la investigación será de 20 unidades de estudio, por cada uno de los cementos. Por ende, el total de la muestra estará integrada por 60 especímenes. Los grupos de cada uno de los cementos serán distribuidos en dos subgrupos de 7 y 28 días⁴⁴.

Sub-Grupo 1: 10 cilindros de MTA con registro de resistencia a la compresión a los 7 días.

Sub-Grupo 2: 10 cilindros de MTA con registro de resistencia a la compresión a los 28 días.

Sub-Grupo 3: 10 cilindros de MTA Repair HP con registro de resistencia a la compresión a los 7 días.

Sub-Grupo 4: 10 cilindros de MTA Repair HP con registro de resistencia a la compresión a los 28 días.

Sub-Grupo 5: 10 cilindros de NeoMTA2 con registro de resistencia a la compresión a los 7 días.

Sub-Grupo 6: 10 cilindros de NeoMTA2 con registro de resistencia a la compresión a los 28 días.

Criterios de inclusión

- Cementos endodónticos biocerámicos obtenidos de un mismo lote de producción y venta.
- Cilindros de cementos endodónticos biocerámicos confeccionados con las mismas dimensiones tanto en su ancho como diámetro.

Criterios de exclusión

Cilindros de cementos endodónticos biocerámicos que evidencien irregularidades y rugosidad en su superficie.

3.6 VARIABLES Y OPERACIONALIZACION

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	CATEGORÍA O VALOR	TIPO	ESCALA
Cementos biocerámicos endodónticos	Variable independiente	<ul style="list-style-type: none"> - MTA - MTA Repair HP® - NeoMTA2® 	<ul style="list-style-type: none"> - Discos de cemento endodóntico MTA - Discos de cementos MTA RepairHP - Discos de cemento endodóntico NeoMTA2 	<p>Cualitativa</p> <p>Politómica</p>	Nominal
Resistencia compresiva	Variable dependiente	Fuerzas verticales que soportan los discos de cementos biocerámicos endodónticos hasta su punto de fractura.	Fuerzas Newton expresadas en Megapascales	<p>Cuantitativa</p> <p>Continua</p>	Razón

Tiempo	Covariable	Horas de fraguado de cementos biocerámicos endodónticos.	T1: 07 días T2: 28 días	Cualitativa	Nominal
---------------	------------	---	----------------------------	-------------	---------

3.6.1 Definición operacional:

Cementos biocerámicos endodónticos

Los materiales biocerámicos en endodoncia ayudan a resolver casos donde Los materiales utilizados anteriormente no tenían un buen pronóstico. Biocompatibilidad con tejidos humanos, provocando su reparación, generando el sitio de hidroxiapatita, por hidratación de $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$.

Resistencia compresiva

La resistencia (R) a la fuerza compresiva representa la capacidad comprobada de un material para soportar la presión vertical; es decir, la rigidez máxima que el material puede soportar antes de romper.

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.7.1. Técnica

Se utilizó el Método de la Observación, se consultó a la Escuela Académica de Odontología de la Universidad Norbert Wiener, registrando un plan de evaluación. Después de la aprobación, se buscó la aprobación del laboratorio de Hight. Tecnología SAC para el desarrollo de muestras de cemento biocerámico. y luego la comparación para medir la presión de los discos de cemento biocerámico a base de $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$.

3.7.2. Descripción del instrumento

Se utilizó una tabla de recolección de datos (Anexo 1), se mencionó el instrumento enviado a revisión, donde se revisó y analizó el asunto (Anexo 4)

Preparación de cilindros de investigación. Los cilindros de cada uno de los materiales se realizarón considerando las normas de confección de los protocolos ISO 9917/2003. Cada una de las muestras tendrá una dimensión de 6 milímetro de altura por 4 milímetros de diámetro ^{25,26,29} .

Los cilindros se elaborarán manipulando los materiales, según las instrucciones del fabricante, considerando las proporciones de polvo y líquido. Posterior a ello, se colocarán los cementos mezclados en los moldes metálicos respectivos mediante el uso de la técnica de incrementos. Los moldes consisten en una estructura de metal con 5 orificios que guardan las dimensiones deseadas a fin de permitir confecciones múltiples. Los mismos se posicionaron sobre una platina de vidrio de 12 centímetros de ancho por 15 centímetros de alto. Además, se colocó una cinta de celuloide en la sección opuesta con el objetivo de alcanzar muestras con superficie uniforme. Posteriormente, éstas serán retiradas luego de una hora de haber completado el proceso de fraguado y seguidamente se cercioró haciendo uso de un pie de rey digital que las mediciones de los cilindros cumplan con las protocolos diseñados^{27,28} .

A. Pulidos de discos experimentales

Los cilindros de estudio mediante lijas de grano fino serán sometidos a un proceso de pulido a fin de eliminar imperfecciones y rugosidades del material. Seguidamente, se les colocó un rótulo y serán llevadas en un recipiente hasta que se haga el registro de resistencia compresiva ²⁸ .

B. Almacenamiento de los cilindros

Los cilindros fueron almacenados en una estufa (MedicalExpo) considerando una temperatura de 26°C con el objetivo de preservar el mecanismo de fraguado en escenarios de ambiente similar durante los tiempos de observación, los cuales consisten en 7 días y 28 días.

C. Registro de resistencia compresiva

El registro de los valores de los cilindros se realizó en dos tiempos de estudio, a los 7 y 28 días posteriores al fraguado. En base a ello, cada espécimen del grupo respectivo, estuvieron expuesto a una máquina de ensayo universal existente en el laboratorio privado High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Antes de ser colocados en la máquina, se realizaron las mediciones de las dimensiones de los cilindros. Seguidamente las muestras fueron posicionadas en sentido vertical a fin de someterlas a una carga de compresión. Estas cargas fueron aumentando progresivamente con valores de 1 milímetro por cada 5 seg, hasta producir la indentación de las muestras. Mediante el programa Analitic se calculó la media aritmética de los registros de resistencia compresiva a fin de conocer los valores de variación entre los diferentes fragmentos registrados en la superficie de los discos en los tiempos de 07 y 28 días. El registro de los valores arrojados será consignado en una hoja de cálculo del programa Excel, diferenciando los diferentes grupos de investigación, el número de muestras, el valor de la fuerza a la compresión medida y el grupo de tiempo de estudio al que pertenece cada uno de los especímenes (Anexo 01).

3.7.3 Validación

La validación del instrumento se desarrolló a través de la validación cualitativa y la validación cuantitativa, los procedimientos se realizarán mediante 3 jueces expertos, los cuales calificaron el instrumento en base a los indicadores y los valores correspondientes, los expertos permitieron la aplicación de dicho instrumento.

3.7.4 Confiabilidad

La confiabilidad de los instrumentos permitió desarrollar de una manera óptima la encuesta, dichos instrumentos pasaron por un proceso estadístico, la cual corresponde al estadístico alfa de Crombach.

3.8. Procedimiento y análisis de datos.

El análisis se realizó mediante un análisis univariado para la determinar las medidas de dispersión y de tendencia central, mediante de media aritmética, promedios y desviación estándar. La distribución normal de los datos será evaluada previamente mediante la prueba de Shapiro-Wilk. La estadística bivariada de comparación de los registros de resistencia compresiva será realizada mediante el análisis de varianza de ANOVA con prueba post hoc de Tukey. Los cálculos se realizarán considerando un valor de nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia de 0.05. La información será procesada y analizadas mediante el paquete estadístico IBM 23.0, SPSS ® (Statistical Package for Social Sciences) versión 26.

3.9. Aspectos éticos.

Se enviaron los procedimientos necesarios a la EAP de Odontología de la Universidad Privada Norbert Wiener a fin de iniciar la ejecución del presente proyecto. Además, no se cuenta con conflicto de intereses, ya que tanto el material como la ejecución de las pruebas en un laboratorio privado serán financiados en su totalidad por el investigador del estudio.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados.

Tabla 1 R. mecánica a la fuerza compresiva del cemento biocerámico endodóntico MTA a los 07 y 28 días.

	Número	Desviación			
	de Piezas	Mínimo	Máximo	Media	estándar
MTA a los 7 días	10	10,25	18,23	13,8810	2,14948
MTA a los 28 días	10	17,66	20,17	18,7810	,82150

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla 1 presentó un reparto de la fuerza compresiva a los 7 y 28 días, se observó que a los 7 días el MTA presentó una resistencia a la compresión de 13,8810 MPa con una desviación estándar de 2,14948, a los 28 días la resistencia a la fuerza compresiva fue

de 18,7810 MPa con una desviación estándar de 0,82150, por lo que se establece una diferencia con relación a la resistencia, donde a los 28 días presentan mayor resistencia.

Tabla 2 Resistencia mecánica a la fuerza compresiva del cemento biocerámico endodóntico MTA Repair a los 07 y 28 días.

	Número de piezas.	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
MTA Repair HP 7 días	10	18,88	25,41	21,8990	2,10790
MTA Repair HP 28 días	10	32,11	46,91	39,2890	4,29049

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla 2 presentó la distribución a la fuerza para los 7 y 28 días, se observó que a los 7 días el MTA Repair presentó una resistencia a la fuerza compresiva de 21,8990 MPa con una desviación estándar de 2,10790, a los 28 días la resistencia a la compresión fue de 39,2890 MPa con una desviación estándar de 4,29049, por lo que se estableció una diferencia con relación a la resistencia, donde a los 28 días presentó mayor resistencia la compresión.

Tabla 3 Resistencia mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico Neomta2 a los 07 y 28 días.

	Número de piezas.	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Neo MTA 7 días	10	18,36	27,93	23,0190	3,20414
NeoMTA 28 días	10	29,92	41,60	34,1920	3,45244

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla 3 presentó la distribución a la fuerza para los 7 y 28 días, se observó que a los 7 días el Neo MTA presentó una resistencia a la fuerza compresiva de 23,0190 MPa con una desviación estándar de 3,20414, a los 28 días la resistencia a la compresión fue de 34,1920 MPa con una desviación estándar de 3,45244, por lo que se estableció una diferencia con relación a la resistencia, donde a los 28 días presentan mayor resistencia la compresión.

Tabla 4 Resistencia mecánica a la fuerza compresiva de los cementos biocerámicos endodónticos MTA, MTA Repair y NeoMTA2 a los 07 y 28 días.

	Número de piezas.	7 días		28 días	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
MTA	10	13,8810	2,14948	18,7810	,82150
MTA repair HP	10	21,8990	2,10790	39,2890	4,29049
Neo MTA2	10	23,0190	3,20414	34,1920	3,45244

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla 4 la compresión para los 7 y 28 días de los 3 cementos biocerámicos endodonticos, se observó que a los 7 días el cemento que presenta mayor resistencia a la fuerza compresiva fue el Neo MTA con un valor medio a la compresión de 23,0190 MPa a diferencia de los otros cementos biocerámicos, a los 28 días la resistencia a la fuerza compresiva fue de 34,1920 MPa presentado por el Neo MTA2, por lo que se estableció una diferencia con relación a la resistencia en comparación de los otros cementos biocerámicos.

Contrastación de hipótesis:

Tabla 5 Prueba Anova con relación a los tres materiales empleados.

ANOVA	p-valor
1.934	0.03

Se usó la prueba Anova unidireccional para el análisis comparativo en resistencia de los tres cementos, y se observaron discrepancias entre cada uno. grupo, Anova arrojó un valor de 1.934, con un nivel de confianza del 95%, hay una diferencia significativa de 0.03, el valor de p es menor que 0.05, se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la nula.

4.2. Discusión.

Como objetivo de nuestro estudio fue determinar, a nivel in vitro, la resistencia/R) mecánica a la fuerza compresiva de los cementos biocerámicos endodónticos MTA, MTA Repair HP y NeoMTA2. Nuestro estudio mostró que la intensidad calculada a los 7 días para Neo MTA mostró una intensidad de 23,0190 MPa, a diferencia de los 28 días cuando se presentó el valor de intensidad media de 34,1920 MPa.

El estudio mostró que la fuerza calculada para Neo MTA presenta una fuerza de 34.1920 MPa, estos resultados son similares a los encontrados por Olcay (2022)¹¹ quien demostró que el MTA presenta una fuerza estable a los 7 días, al igual que los resultados de Queiroz (2021) ¹² mostrando como resultados para MTA como

resistencia mayor a los 7 días, todos los resultados dependen de la resistencia encontrada. El Biodentin es diferente a los hallazgos de Galarka (2019)¹⁴, donde dice resistencia máxima a la compresión después de 21 días.

En este estudio, la R. a la compresión de MTA presentó 18,7810 MPa y la de MTA Repair HP tuvo una fuerza promedio de 39,2890 MPa; similar al bajo valor de resistencia a la compresión encontrado por Costa (2018)¹⁵, Cangul (2018)¹⁶ y Vásquez (2017)¹⁷, produciendo una resistencia de 7.65 MPa a partir de 4.67MPa y 5.76MPa para con el MTA, en comparación con el MTA . Estos resultados difieren de los encontrados por Navarro (2020)¹³, donde presentó resultados de magnitud de 8.98 MPa para MTA a las 24 h, y Bosco (2019)¹⁰, quien presentó resultados de resistencia a compresión para MTA en un valor alto de 34.22 MPa. obtenido en Viapiana y Natale fue mayor que en otros resultados, lo que puede deberse al corto tiempo de fraguado utilizado en el procedimiento.

Teniendo en cuenta el tiempo, los resultados encontrados en la encuesta muestran que después de 7 y 28 días, Neo MTA presenta una intensidad de 23,0190 MPa y 34,1920 MPa, respectivamente. Estos resultados encontrados son similares a los de Bosco (2019)⁹, que a los 7, 14, 21 días mostró una intensidad de 50,78 MPa después de MTA, similar a Sobhnamayan (2017) ¹⁸ a los 7 días mostró una intensidad de 53,56 MPa; Estos resultados difieren de los encontrados por Song (2016) Los resultados del estudio de Lucas difieren de los nuestros, lo que puede estar relacionado con un mayor tiempo de exposición.

La importancia de medir la fuerza compresiva del cemento contribuye a su mejor uso como material, con propiedades ideales frente a fuerzas externas, siendo necesario seguir investigando para conocer el mejor comportamiento del material y así promoverlos como opción de tratamiento.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Tres tipos de cemento MTA, MTA Repair HP y Neo MTA2 tienen diferentes valores de R. a la compresión.
- La R. la compresión del MTA a los 7 días (13,8810 MPa) es menor que a los 28 días (18,7810 MPa), hay una diferencia significativa en el tiempo.
- La R. a la compresión de MTA Repair HP a los 7 días (21,8990 MPa) fue menor que a los 28 días (39,2890 MPa), mostrando una diferencia en el tiempo.
- La R. a la compresión de Neo MTA 2 a los 7 días (23,0190 MPa) es menor que a los 28 días (34,1920 MPa) con diferencia de tiempo.
- Neo MTA tiene una R. promedio de 34,1920 MPa superior a MTA Repair HP con promedio de 39,2890 MPa y superior a MTA con un promedio de 18,7810 MPa.

5.2 Recomendaciones

- evaluación de los cementos de prueba del estudio durante un mayor período de tiempo para realizar mejores mediciones.
- Determinar la fuerza compresiva del material en relación con el tiempo de fraguado y la composición estructural en estudios posteriores.
- Evaluación de otros cementos biocerámicos para comparar sus propiedades mecánicas.

REFERENCIAS

1. Torabinejad M. Historical and contemporary perspectives on root-end filling materials. *J Endod.* 1993;19(8):432–3.
2. Prati C, Gandolfi M. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater.* 2015 Apr 1;31(4):351–70.
3. Camilleri J. Characterization and chemical activity of Portland cement and two experimental cements with potential for use in dentistry. *Int Endod J.* 2008 Sep;41(9):791–9.
4. Formosa L, Mallia B, Camilleri J. quantitative method for determining the antiwashout characteristics of cement-based dental materials including mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2013 Feb;46(2):179–86.
5. Saliba E, Abbassi-Ghadi S, Vowles R, Camilleri J, Hooper S. Evaluation of the strength and radiopacity of Portland cement with varying additions of bismuth oxide. *Int Endod J.* 2009 Apr;42(4):322–8.
6. Camilleri J. The chemical composition of mineral trioxide aggregate. *J Conserv Dent.* 2008;11(4):141.
7. Camilleri J, Gandolfi M. Evaluation of the radiopacity of calcium silicate cements containing different radiopacifiers. *Int Endod J.* 2010 Jan;43(1):21–30.
8. Camilleri J, Kralj P, Veber M, Sinagra E. Characterization and analyses of acid-extractable and leached trace elements in dental cements. *Int Endod J.* 2012 Aug;45(8):737–43.
9. Prasad A, Pushpa S, Arunagiri D, Sawhny A, Misra A, Sujatha R. A comparative

- evaluation of the effect of various additives on selected physical properties of white mineral trioxide aggregate. *J Conserv Dent.* 2015 May 1;18(3):237–41.
10. Zeferino E, Bueno C, Oyama L, Ribeiro D. Ex vivo assessment of genotoxicity and cytotoxicity in murine fibroblasts exposed to white MTA or white Portland cement with 15% bismuth oxide. *Int Endod J.* 2010 Oct;43(10):843–8.
 11. Olcay K, Güneser M, Dincer A, Uyan H. Compressive Strength, Surface Roughness, and Surface Microhardness of Principle Tricalcium Silicate-Based Endodontic Cements after Universal Adhesive Application. 2022;
 12. Queiroz M, Torres F, Rodrigues E, Viola K, Bosso R, Chavez G, et al. Physicochemical, biological, and antibacterial evaluation of tricalcium silicate-based reparative cements with different radiopacifiers. *Dent Mater.* 2021;37(2):311–20.
 13. 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. Universidad Privada Norbert Wiener; 2020.
 14. Galraca J, Kralj P, Veber M, Sinagra E. Characterization and analyses of MTA and leached trace elements in dental cements. *Int Endod J.* 2019;45(8):737–43.
 15. Costa B, Guerreiro J, Bosso R, Rodrigues E, Bonetti I, Tanomaru M. Ytterbium Oxide as Radiopacifier of Calcium Silicate-Based Cements. Physicochemical and Biological Properties. *Braz Dent J.* 2018 Sep 1;29(5):452–8.
 16. Keskin C, Sariyilmaz E, Keleş A. The effect of bleaching agents on the compressive strength of calcium silicate-based materials. *Aust Endod J.* 2019

Dec 1;45(3):311–6.

17. Vazquez F, Tanomaru M, Chávez G, Bosso R, Basso M, Guerreiro J. Effect of silver nanoparticles on physicochemical and antibacterial properties of calcium silicate cements. *Braz Dent J.* 2016;27(5):508–14.
18. Sobhnamayan F, Adl A, Sadat N, Sedigh M, Zarghami E. Compressive Strength of Mineral Trioxide Aggregate and Calcium-enriched Mixture Cement Mixed with Propylene Glycol. *Iran Endod J.* 2017 Sep 1;12(4):493–6.
19. Song M, Yue W, Kim S, Kim W, Kim Y, Kim JW, et al. The effect of human blood on the setting and surface micro-hardness of calcium silicate cements. *Clin Oral Investig.* 2016 Nov 1;20(8):1997–2005.
20. Queiroz M, Torres F, Rodrigues E, Viola K, Bosso R, Chavez G, et al. Physicochemical, biological, and antibacterial evaluation of tricalcium silicate-based reparative cements with different radiopacifiers. *Dent Mater.* 2021;37(2):311–20.
21. 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]. Universidad Privada Norbert Wiener; Lima-Perú; 2020.
22. Galraca J, Kralj P, Veber M, Characterization SE. and analyses of MTA and leached trace elements in dental cements. *Int Endod J.* 2019;45(8):737–43.
23. Vazquez-Garcia F, Tanomaru-Filho M, Chávez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Basso-Bernardi M, Guerreiro J. Effect of Silver Nanoparticles on

- Physicochemical and Antibacterial Properties of Calcium Silicate Cements. *Braz Dent J.* 2016 Sep 1;27(5):508–14.
24. Dawood A, Manton D, Parashos P, Wong R, Palamara J, Stanton D, et al. The physical properties and ion release of CPP-ACP-modified calcium silicate-based cements. *Aust Dent J.* 2015 Dec 1;60(4):434–44.
 25. Shahi S, Yavari H, Rahimi S, Eskandarinezhad M, Shakouei S, Unchi M. Comparison of the sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement used as root-end filling materials. *J Oral Sci.* 2011;53(4):517–22.
 26. Suarez S. E. Comparación in vitro de la resistencia a la compresión y resistencia flexural de resinas Bulk Fill (Opus™ Bulk Fill, Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Bulk Fill). [Tesis]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; Lima-Perú; 2018.
 27. Giraud T, Jeanneau C, Bergmann M, Laurent P, About I. Tricalcium Silicate Capping Materials Modulate Pulp Healing and Inflammatory Activity In Vitro. *J Endod.* 2018 Nov 1;44(11):1686–91.
 28. Húngaro M, Vivian R, Guerreiro J, Filho M, de Moraes I. Radiopacity of portland cement associated with different radiopacifying agents. *J Endod.* 2009 May;35(5):737–40.
 29. International Organization for Standardization. *Dental Root Sealing Materials.* Switzerland; 2001.
 30. Coomaraswamy K, Lumley P, Hofmann M. Effect of Bismuth Oxide Radiopacifier Content on the Material Properties of an Endodontic Portland Cement-based (MTA-like) System. *J Endod.* 2007;33(3):295–8.

31. Ordinola R, Noblett W, Perez A, Ye Z, Vera J. Present status and future directions of intracanal medicaments. *Int Endod J*. 2022 Apr 19;
32. Morsani J, Aminoshariae A, Han Y, Montagnese T, Mickel A. Genetic predisposition to persistent apical periodontitis. *J Endod*. 2011 Apr;37(4):455–9.
33. CHONG B, FORD T. The role of intracanal medication in root canal treatment. *Int Endod J*. 1992;25(2):97–106.
34. Ng Y, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int Endod J*. 2011 Jul;44(7):583–609.
35. Parhizkar A, Nojehdehian H, Asgary S. Triple antibiotic paste: momentous roles and applications in endodontics: a review. *Restor Dent Endod*. 2018;43(3).
36. Ordinola R, Bramante C, Minotti P, Cavenago B, Garcia R, Bernardineli N, et al. Antimicrobial activity of triantibiotic paste, 2% chlorhexidine gel, and calcium hydroxide on an intraoral-infected dentin biofilm model. *J Endod*. 2013 Jan;39(1):115–8.
37. Cohenca N, Heilborn C, Johnson J, Flores D, Ito I, da Silva LAB. Apical negative pressure irrigation versus conventional irrigation plus triantibiotic intracanal dressing on root canal disinfection in dog teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 Jan 1;109(1).
38. Holland R, Gomes Filho J, Cintra L, Queiroz I, Estrela C. Factors affecting the periapical healing process of endodontically treated teeth. *J Appl Oral Sci*. 2017 Sep 1;25(5):465.

39. Childs D, Murthy A. Overview of Wound Healing and Management. *Surg Clin North Am.* 2017 Feb 1;97(1):189–207.
40. Loi F, Córdova L, Pajarinen J, Lin T , Yao Z, Goodman S. Inflammation, fracture and bone repair. *Bone.* 2016 May 1;86:119–30.
41. Holland R, De Souza V, Nery M, Otoboni Filho J, Bernabé PFE, Dezan E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *J Endod.* 1999;25(3):161–6.
42. *Holt D, Watts J, Beeson T, Kirkpatrick T, Rutledge R. J Endod. 2007 Jul;33(7):844-7.*
43. *Torabinejad M, Chivian N, et al. Clinical applications of mineral trioxide aggregate (1991) J Endod. Loma Linda University, 25(3):197 -206*
44. *Hernández R, Fernández C, Baptista P. Investigation Methodology Ssecond Edition. México: Mc GRAW- HILL Interamericana Editores, 1991*

ANEXOS

Anexo N° 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de proyecto: EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DE CEMENTOS BIOCERÁMICOS ENDODÓNTICOS: MTA, MTA REPAIR® Y NEOMTA2

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño metodológico
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es a nivel in vitro la resistencia mecánica a la compresión de cementos biocerámicos endodónticos MTA, MTA Repair y Neomta2?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar a nivel in vitro la resistencia mecánica a la compresión de cementos biocerámicos endodónticos MTA, MTA Repair y Neomta2.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Los cementos biocerámicos MTA Repair, MTA y Neo MTA2 a nivel in vitro tienen altos registros de resistencia a la compresión</p>	<p>Resistencia compresiva (Variable dependiente)</p> <p>Cementos biocerámicos endodónticos (Variable independiente)</p> <p>Tiempo (Variable interviniente)</p>	<p>Tipo de Investigación Aplicada</p> <p>Método y diseño de la investigación</p> <p>Experimental in vitro, prospectivo, longitudinal y analítico</p> <p>Población Muestra</p> <p>La muestra estará conformada por 10 especímenes por cada uno de los 6 grupos de cementos y tiempos evaluados:</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>1. ¿Cuál es a nivel in vitro la resistencia mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico MTA a los 07 y 28 días?</p> <p>2. ¿Cuál es a nivel</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>1. Evaluar a nivel in vitro la resistencia mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico MTA a los 07 y 28 días</p> <p>2. Evaluar a nivel in vitro la resistencia</p>	<p>Hipótesis Específica</p> <p>1. El cemento biocerámico endodóntico MTA a nivel in vitro tendrá más resistencia a la compresión al MTA Repair y Neo MTA2 en los periodos de 07 y 28 días.</p> <p>2. El cemento</p>		<p>Sub-Grupo 1: 10 cilindros de MTA con registro de resistencia a la compresión a los 7 días.</p> <p>Sub-Grupo 2: 10</p>

<p>in vitro la resistencia mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico MTA Repair a los 07 y 28 días?</p> <p>3. ¿Cuál es a nivel in vitro la resistencia mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico Neomta2 a los 07 y 28 días?</p> <p>4. ¿Qué tipo de cemento biocerámico endodóntico a nivel in vitro presenta valores mayores de resistencia mecánica a la compresión a los 07 y 28 días?</p>	<p>mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico MTA Repair a los 07 y 28 días</p> <p>3. Evaluar a nivel in vitro la resistencia mecánica a la compresión del cemento biocerámico endodóntico Neomta2 a los 07 y 28 días.</p> <p>4. Comparar a nivel in vitro la resistencia mecánica a la compresión de los cementos biocerámicos endodónticos MTA, MTA Repair y Neomta2 a los 07 y 28 días.</p>	<p>biocerámico endodóntico MTA Repair a nivel in vitro tendrá más resistencia a la compresión al MTA y Neo MTA2® en los periodos de 07 y 28 días.</p> <p>1. El cemento biocerámico endodóntico Neo MTA2 a nivel in vitro tendrá más resistencia a la compresión al MTA y MTA Repair en los periodos de 07 y 28 días.</p>		<p>cilindros de MTA con registro de resistencia a la compresión a los 28 días.</p> <p>Sub-Grupo 3: 10 cilindros de MTA Repair HP con registro de resistencia a la compresión a los 7 días.</p> <p>Sub-Grupo 4: 10 cilindros de MTA Repair HP con registro de resistencia a la compresión a los 28 días.</p> <p>Sub-Grupo 5: 10 cilindros de NeoMTA2 con registro de resistencia a la compresión a los 7 días.</p> <p>Sub-Grupo 6: 10 cilindros de NeoMTA2 con registro de resistencia a la</p>
---	--	--	--	--

				compresión a los 28 días.
--	--	--	--	---------------------------

Anexo N 02°

Ficha de recolección de datos

“EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DE CEMENTOS BIOCERÁMICOS ENDODÓNTICOS: MTA, MTA REPAIR Y NEOMTA2”

Tiempo de medición: 07 días () 28 días ()

CEMENTOS BIOCERÁMICOS ENDODÓNTICOS	Resistencia a los 7 días	Resistencia a los 28 días
Valor de resistencia a la compresión (MPa) (MTA)	<i>1</i>	<i>1</i>
	<i>2</i>	<i>2</i>
	<i>3</i>	<i>3</i>
	<i>4</i>	<i>4</i>
	<i>5</i>	<i>5</i>
	<i>6</i>	<i>6</i>
	<i>7</i>	<i>7</i>
	<i>8</i>	<i>8</i>
	<i>9</i>	<i>9</i>
	<i>10</i>	<i>10</i>
Valor de resistencia a la compresión (MPa) (MTA REPAIR)	<i>1</i>	<i>1</i>
	<i>2</i>	<i>2</i>
	<i>3</i>	<i>3</i>
	<i>4</i>	<i>4</i>
	<i>5</i>	<i>5</i>
	<i>6</i>	<i>6</i>
	<i>7</i>	<i>7</i>
	<i>8</i>	<i>8</i>
	<i>9</i>	<i>9</i>
	<i>10</i>	<i>10</i>
Valor de resistencia a la compresión (MPa) (NEOMTA2™)	<i>1</i>	<i>1</i>
	<i>2</i>	<i>2</i>
	<i>3</i>	<i>3</i>
	<i>4</i>	<i>4</i>
	<i>5</i>	<i>5</i>
	<i>6</i>	<i>6</i>
	<i>7</i>	<i>7</i>
	<i>8</i>	<i>8</i>
	<i>9</i>	<i>9</i>
	<i>10</i>	<i>10</i>

Anexo N 03°

**FICHA DE VALIDEZ POR JUECES EXPERTOS
ESCALA DE CALIFICACIÓN**

Estimado Mg.

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta:

Marque con una (X) en SI o NO, en cada criterio según su opinión.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir []

No aplicable [] SUGERENCIAS:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Apellidos y nombres del juez validador.

Dr.....

**DNI:, Especialidad del validador: metodólogo [] temático []
estadístico []**

Lima, 2022

Va



Firma del Experto Informante.

JUICIO DE EXPERTO Anexo N° 04



FICHA DE VALIDEZ POR JUECES EXPERTOS ESCALA DE CALIFICACIÓN

Estimado Mg. Karina Soto Vargas

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta:

Marque con una (X) en SI o NO, en cada criterio según su opinión.

CRITERIOS	SI	NO	OBSERVACIÓN
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.	X		
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	X		
3. La estructura del instrumento es adecuado.	X		
4. Los ítems del instrumento responde a la operacionalización de la variable.	X		
5. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	X		
6. Los ítems son claros y entendibles.	X		
7. El número de ítems es adecuado para su aplicación.	X		

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir []

No aplicable []

SUGERENCIAS:

.....Aplicable.....

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Karina Soto Vargas

Especialidad del validador: metodólogo [] temático [x] estadístico []

Lima, 06 de julio del 2002

Firma del Experto Informante.

FICHA DE VALIDEZ POR JUECES EXPERTOS
ESCALA DE CALIFICACIÓN

Estimado Mg.

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta:

Marque con una (X) en SI o NO, en cada criterio según su opinión.

CRITERIOS	SI	NO	OBSERVACIÓN
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.	x		
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	x		
3. La estructura del instrumento es adecuado.	x		
4. Los ítems del instrumento responde a la operacionalización de la variable.	x		
5. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	x		
6. Los ítems son claros y entendibles.	x		
7. El número de ítems es adecuado para su aplicación.	x		

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir

No aplicable

SUGERENCIAS:

.....

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Carlos Enrique Guillén Galarza. DNI: 10813338, Especialidad

del validador: metodólogo temático estadístico

Lima, 29 Julio 2022



Firma del Experto Informante.

FICHA DE VALIDEZ POR JUECES EXPERTOS
ESCALA DE CALIFICACIÓN

Estimado Mg. Yuliana Esther Huamani Caquiamarca

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta:

Marque con una (X) en SI o NO, en cada criterio según su opinión.

CRITERIOS	SI	NO	OBSERVACIÓN
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.	X		
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	X		
3. La estructura del instrumento es adecuado.	X		
4. Los ítems del instrumento responde a la operacionalización de la variable.	X		
5. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	X		
6. Los ítems son claros y entendibles.	X		
7. El número de ítems es adecuado para su aplicación.	X		

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir []

No aplicable []

SUGERENCIAS:

.....
.....

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. Yuliana Esther Huamani Caquiamarca DNI:.....

Especialidad del validador: metodólogo [] temático [x] estadístico []

Lima, 28 de junio del 2022



.....
Firma del Experto Informante.

Anexo N 05°

Recolección de Datos de la Empresa HTL

Resultado de la Prueba

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0328-2022	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	03-10-2022
ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN CEMENTOS ODONTOLÓGICOS					
1. DATOS DE LOS TESISTAS					
Nombre de tesis	: "EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DE CEMENTOS BIOCERÁMICOS ENDODÓNTICOS: MTA, MTA REPAIR® Y NEOMTA2®"				
Nombres y Apellidos	: Elvis Manuel Rivera Leon				
Dni	: 70864818				
Dirección	: Mz R Lote 28 Residencial Pariachi Primera Etapa Ate Vitarte - Lima- Perú				
2. EQUIPOS UTILIZADOS					
Instrumento	Marca	Aproximación			
Maquina de Ensayos Mecánicos	LG CMT- 5L	0.001N			
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.		
3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
Muestras cilíndricas de cementos	Cantidad	: Sesenta (60) 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	: Cementos Odontologicos de Ø4 x 6 mm			
	Grupo 1	: Cemento MTA Angelus			
	Grupo 2	: Cemento MTA Repair®			
	Grupo 3	: Cemento NeoMta2®			
4. RECEPCION DE MUESTRAS					
Fecha de Ensayo	04 de Octubre del 2022				
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho			El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.	
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO					
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:					
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CAPITULO/NUMERAL			
ISO 9917-1:2008	Cementos dentales de base acuosa	---			
6. CONDICIONES DE ENSAYO					
	Inicial	Final			
Temperatura	20.0 °C	19.7 °C			
Humedad Relativa	67 %HR	65 %HR			
					

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0328-2022	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	03-10-2022
----------------------	--------------	--------------	-------------------	------------

7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN

Grupo 1: Cemento MTA Angelus fraguado 7 días

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.00	6	12.57	156.86	12.48
2	4.01	6	12.63	171.09	13.55
3	4.00	6	12.57	229.06	18.23
4	3.99	6	12.50	182.92	14.63
5	4.00	6	12.57	162.73	12.95
6	4.00	6	12.57	128.81	10.25
7	4.01	6	12.63	154.71	12.25
8	4.00	6	12.57	190.38	15.15
9	3.98	6	12.44	188.61	15.16
10	4.02	6	12.69	179.72	14.16

Grupo 1: Cemento MTA Angelus fraguado 28 días

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.00	6	12.57	225.44	17.94
2	4.01	6	12.63	233.16	18.46
3	4.02	6	12.69	235.49	18.55
4	4.00	6	12.57	221.94	17.66
5	4.00	6	12.57	253.49	20.17
6	3.99	6	12.50	241.67	19.33
7	4.00	6	12.57	228.24	18.16
8	4.01	6	12.63	241.85	19.15
9	4.00	6	12.57	232.98	18.54
10	4.00	6	12.57	249.44	19.85

Grupo 2: Cemento MTA Repair® fraguado 7 días

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.01	6	12.63	280.76	22.23
2	4.00	6	12.57	297.55	23.68
3	4.01	6	12.63	287.82	22.79
4	4.00	6	12.57	319.27	25.41
5	3.99	6	12.50	236.07	18.88
6	4.01	6	12.63	243.11	19.25
7	4.00	6	12.57	265.65	21.14
8	4.02	6	12.69	294.97	23.24
9	3.99	6	12.50	282.71	22.61
10	3.99	6	12.50	247.07	19.76





HTL

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 3 de 4

INFORME DE ENSAYO N°

IE-0328-2022

EDICION N° 3

Fecha de emisión:

03-10-2022

Grupo 2: Cemento MTA Repair® fraguado 28 días

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.00	6	12.57	539.88	42.96
2	4.00	6	12.57	589.44	46.91
3	4.00	6	12.57	456.53	36.33
4	4.01	6	12.63	405.53	32.11
5	4.01	6	12.63	440.43	34.87
6	4.00	6	12.57	508.77	40.49
7	4.01	6	12.63	521.01	41.25
8	4.02	6	12.69	500.46	39.43
9	4.01	6	12.63	469.18	37.15
10	4.00	6	12.57	520.12	41.39

Grupo3: Cemento NeoMta2® fraguado 7 días

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	3.99	6	12.50	243.60	19.48
2	3.99	6	12.50	316.64	25.32
3	4.00	6	12.57	332.64	26.47
4	4.00	6	12.57	350.98	27.93
5	4.00	6	12.57	230.72	18.36
6	4.00	6	12.57	316.04	25.15
7	4.01	6	12.63	291.86	23.11
8	3.99	6	12.50	289.46	23.15
9	3.99	6	12.50	264.95	21.19
10	4.00	6	12.57	251.70	20.03

Grupo3: Cemento NeoMta2® fraguado 28 días

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.01	6	12.63	525.34	41.60
2	4.01	6	12.63	421.82	33.40
3	3.99	6	12.50	431.21	34.49
4	3.99	6	12.50	374.11	29.92
5	4.00	6	12.57	377.15	30.01
6	4.00	6	12.57	407.20	32.40
7	4.00	6	12.57	455.80	36.27
8	4.00	6	12.57	441.71	35.15
9	4.02	6	12.69	411.36	32.41
10	4.00	6	12.57	455.78	36.27





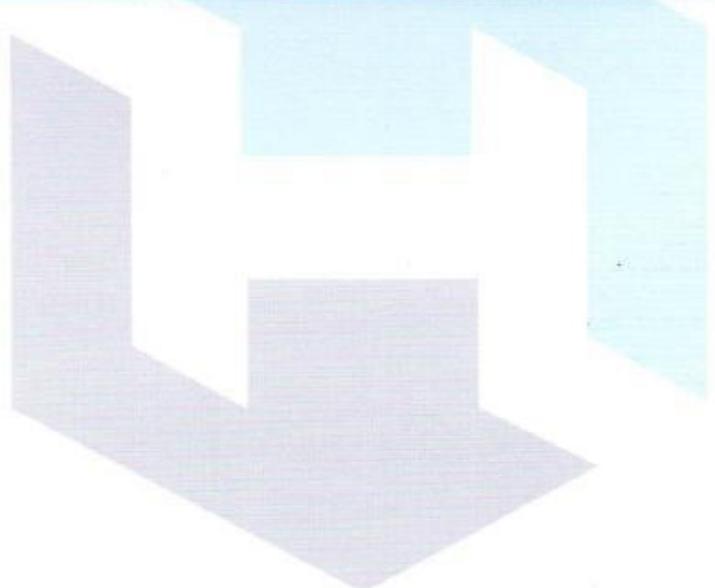
HTL

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 4 de 4

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0328-2022	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	03-10-2022
 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE		 HTL HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECANICO Jefe de Laboratorio					
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.					
FIN DEL DOCUMENTO					



Anexo N 06°

Imágenes de los cementos experimentales



Figura 1 (Mementos que se utilizaron para la elaboración)

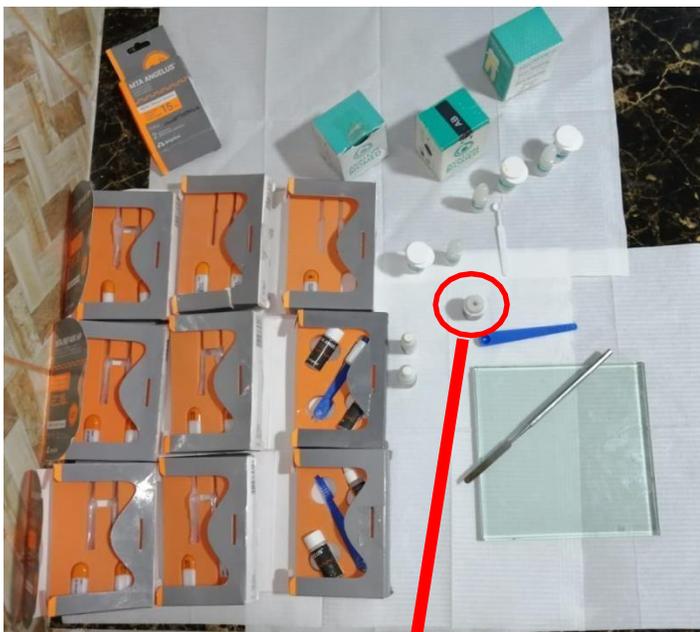


Figura 2 (Matriz para la elaboración de espécimen 6mm*4mm)

Elaboración del cilindro con el material MTA



Figura 3 (Cemento MTA)



Figura 4 (Manipulación de cemento)



Figura 5 (Colocación de cemento MTA en la matriz)

Elaboración del cilindro con el material MTA Repair HP



Figura 6 (Cemento MTA Repair HP)



Figura 7 (Manipulación de cemento)



Figura 8 (colocación de cemento MTA Repair HP en la matriz)

Elaboración del cilindro con el material NeoMTA2



Figura 9 (Cemento NeoMTA2)

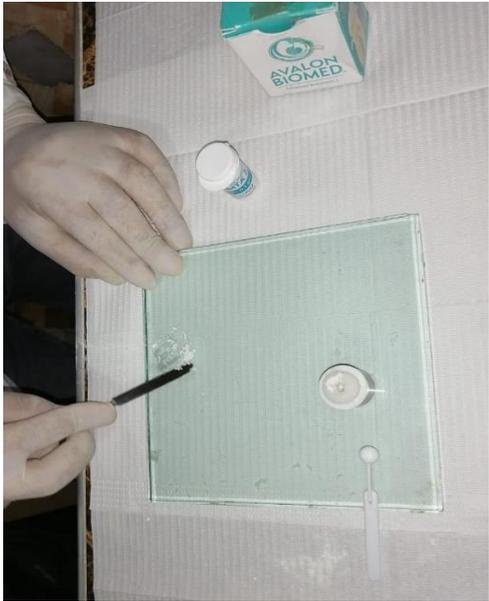


Figura 10 (Manipulación de cemento)



Figura 11 (colocación de cemento NeoMTA 2 en la matriz)

Imágenes de las muestras con la calibración correspondiente obtenido con pie de rey digital

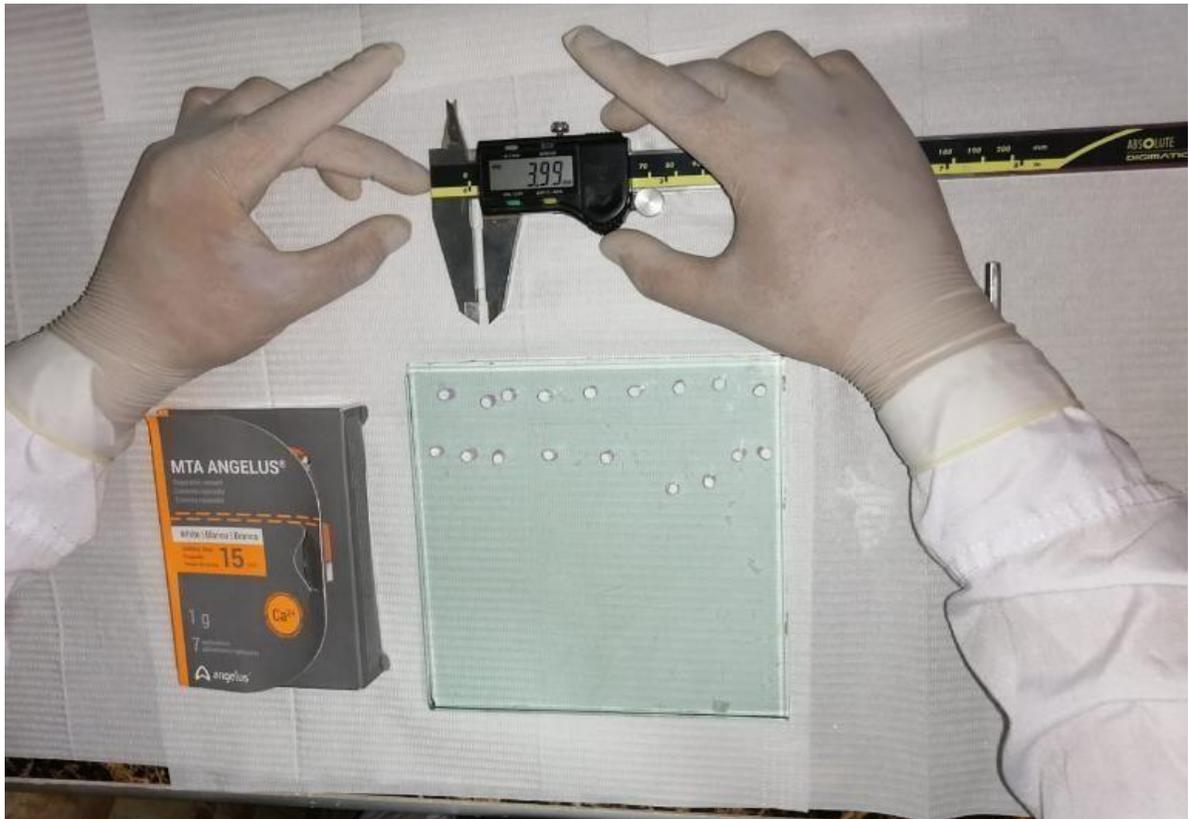


Figura 12 (Calibración de cemento MTA ancho)

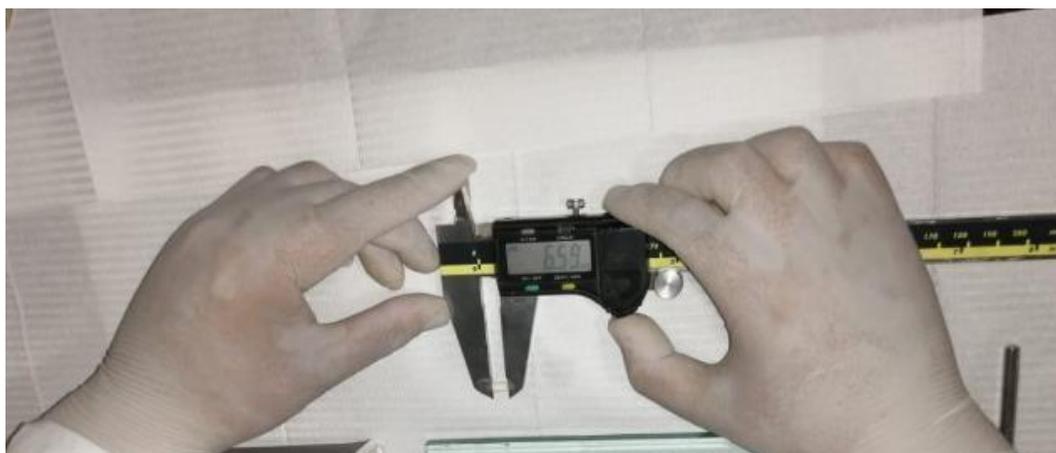


Figura 13 (Calibración de cemento MTA altura)

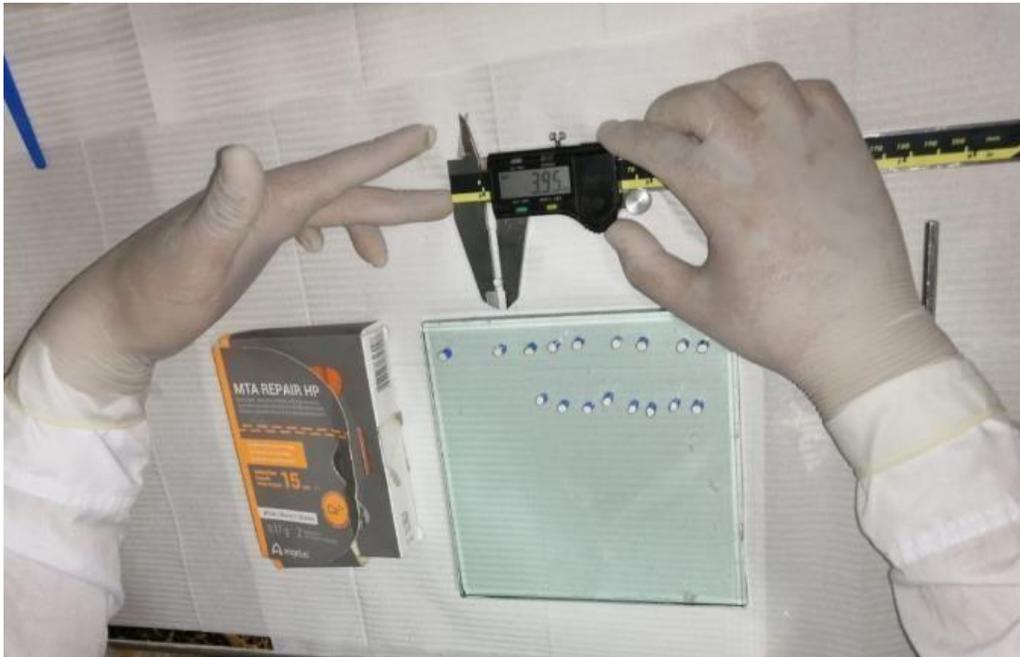


Figura 14 (Calibración de cemento MTA Repair HP altura)

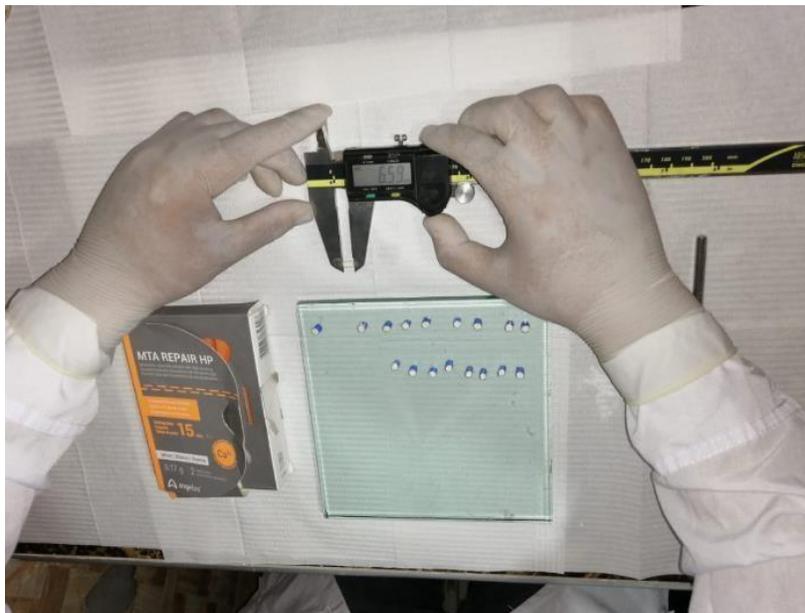


Figura 15 (Calibración de cemento MTA Repair HP ancho)

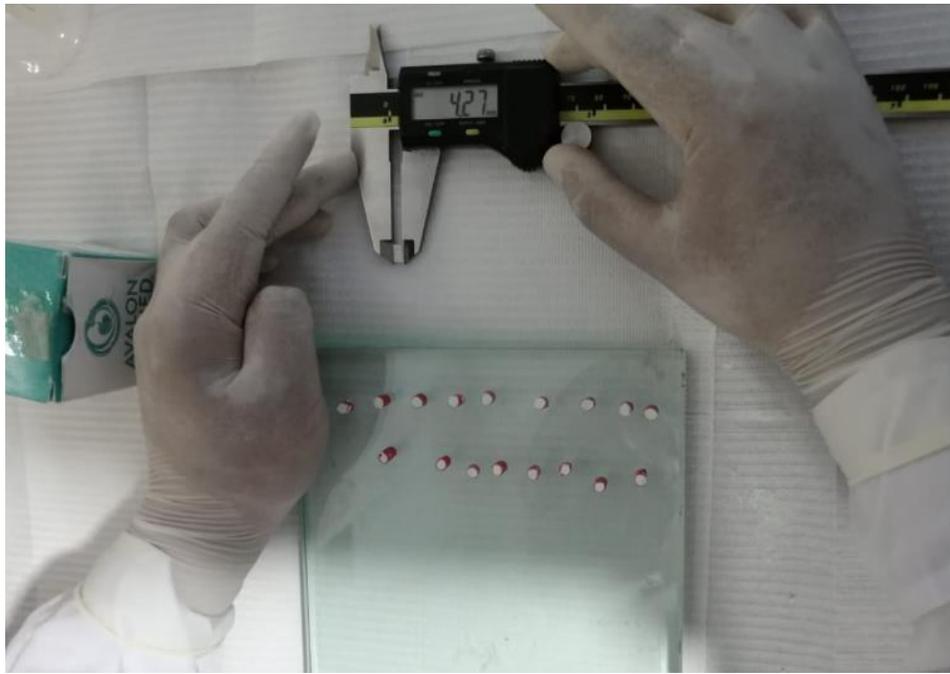


Figura 16 (Calibración de cemento NeoMTA2 ancho)



Figura 17 (Calibración de cemento NeoMTA2 altura)



Figura 18 (Cementos almacenados en una estufa (MedicalExpo))

Muestra sometida a una carga compresiva que inicial fue de 100 kN a una velocidad de 1mm/min hasta que se fractura

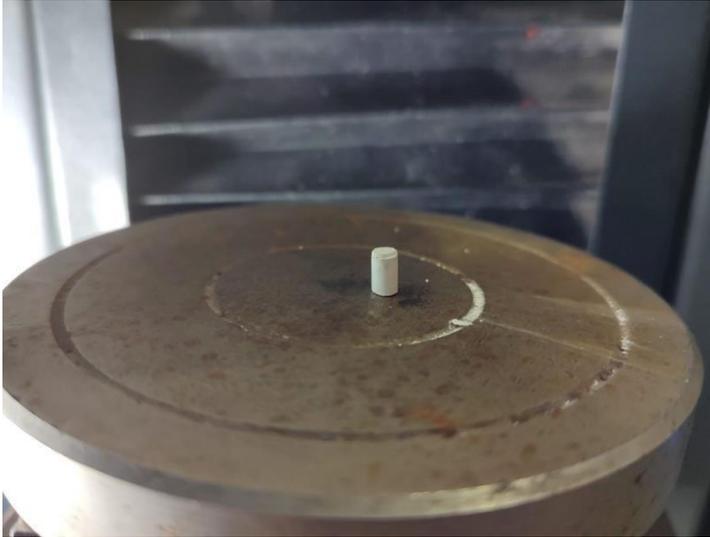


Figura 19 (Muestra sometida)



Figura 20 (Muestra sometida a una fuerza compresiva)



Figura 21 (fractura de la muestra)