



UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES CEMENTOS
BIOCERÁMICOS: MTA, BIODENTINE Y MTA REPAIR HP, - IN
VITRO. LIMA 2020”

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
CIRUJANO DENTISTA**

Presentado por:

AUTOR: LUIS FERNANDEZ, ALESSANDRA JUNET

ASESOR: Mg. Esp. C.D. GIL CUEVA, SILVIA LILIANA

CODIGO ORCID 0000 001 9146 0931

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera. A mis padres 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 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 GIL CUEVA, SILVIA LILIANA

JURADO

MG. ESP. GUILLEN GALARZA, CARLOS ENRIQUE
Presidente

MG. ESP. HUAMANI CAQUIAMARCA, YULIANA
Secretario

MG. ESP. VILCHEZ BELLIDO, DINA
Vocal

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ASESOR(A) DE TESIS	iv
JURADO	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	Error! Bookmark not defined.
I. INTRODUCCIÓN.....	xii
1. EL PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.1.1. Problema Principal	2
1.1.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos	3
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	22
3.1. Método de la investigación.....	24
3.2. Enfoque de la investigación	24
3.3. Tipo de investigación	Error! Bookmark not defined.
3.4. Diseño.....	29
3.5. Población y muestra.	29
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.....	38
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
5.1. Conclusiones	41
5.2. Recomendaciones.....	41
REFERENCIAS	43
ANEXOS	Error! Bookmark not defined.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS MTA, MTA REPAIR HP Y BIODENTINE IN VITRO....	30
Tabla 2: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS A LAS 24 HORAS.	31
Tabla 3: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS A LAS 48 HORAS.	33
Tabla 4: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MTA, BIODENTINE Y EL MTA REPAIR HP A LAS 24 Y 48 HORAS IN VITRO.....	35
Tabla 5: PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPA) SEGÚN LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS A LAS 24 HORAS..... 32**

Figura 2. **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS A LAS 48 HORAS.34**

Figura 3. **INFLUENCIA DEL TIPO DE CEMENTO BIOCERÁMICO Y TIEMPO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....36**

RESUMEN

Objetivo: Determinar la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos: Mineral Trióxido Agregado (MTA), MTA Repair HP y Biodentine in vitro.

Metodología: La muestra total estuvo compuesta por 60 bloques, divididos en 20 para cada grupo de cementos biocerámicos. El estudio desarrollado fue experimental de corte longitudinal, comparativo, en el que se midió la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos: Mineral Trióxido Agregado (MTA), MTA Repair HP y Biodentine in vitro a las 24 y 48 horas de preparación. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba estadística de Anova y Shapiro.

Resultados: En los tres cementos la resistencia a la compresión fue mayor a las 48 horas que a las 24 horas: MTA 3.69 MPa/ 2.51 MPa; MTA Repair HP 2.96 MPa/ 1.47; y Biodentine 69.97 MPa/ 51.28 MPa con una diferencia significativa ($p < 0.001$), presentándose entre el MTA y el MTA Repair HP una diferencia en función al tiempo ($p < 0.001$).

Conclusión: Se concluye que el Biodentine presentó mayor resistencia a la compresión en comparación del MTA y MTA Repair HP, por lo que puede ser considerado como una alternativa óptima dentro de los materiales biocerámicos a base Silicato de Calcio.

Palabras clave: resistencia, compresión y cementos biocerámicos.

ABSTRACT

Objective: To determine the compressive strength of three bioceramics cements: Mineral Trioxide Aggregate (MTA), MTA Repair HP and Biodentine in vitro.

Methodology: The total sample consisted of 60 blocks, divided into 20 for each group of bioceramic cements. The study developed was an experimental comparative longitudinal cut, in which the compressive strength of three bioceramic cements was measured: Mineral Trioxide Aggregate (MTA), MTA Repair HP and Biodentine in vitro at 24 and 48 hours of preparation. Statistical analysis was performed using the Anova and Shapiro statistical test.

Results: In the three cements the compressive strength was greater at 48 hours than at 24 hours: MTA 3.69 MPa / 2.51 MPa; MTA Repair HP 2.96 MPa / 1.47; and Biodentine 69.97 Mpa / 51.28 Mpa with a significant difference ($p < 0.001$), presenting a difference as a function of time between MTA and MTA Repair HP ($p < 0.001$).

Conclusion: It is concluded that Biodentine presented greater resistance to compression compared to MTA and MTA Repair HP, so it can be considered as an optimal alternative within bioceramics based on Calcium Silicate.

Keywords: resistance, compression and bioceramic cements.

INTRODUCCIÓN

Los cementos biocerámicos, como materiales odontológicos siguen en evolución con respecto a sus características fisicoquímicas, buscando brindar resistencia a fuerzas compresivas a los cuales están expuestos, logrando de esta manera un material alternativo y eficaz para ser aplicado en tratamientos restauradores y regeneradores tisulares en el campo odontológico.

El desarrollo de la investigación consideró los capítulos, distribuidos de la siguiente manera: En el capítulo I, se realizó el planteamiento del problema con sus respectivas preguntas de investigación y objetivos. Además, se justifica la importancia del estudio y se describen las limitaciones que se tuvieron durante su desarrollo. El capítulo II describe los antecedentes y las bases teóricas del tema de estudio, concluyendo con la formulación de las hipótesis. La metodología de la investigación se describe en el capítulo III, en donde se explica el método y diseño propuesto, las técnicas de muestreo, las variables del estudio, las técnicas de recolección de datos, el instrumento utilizado, las técnicas estadísticas para el análisis de datos y los aspectos éticos que se tomaron en cuenta en el proceso. En el capítulo IV se describen los resultados obtenidos con sus respectivas discusiones a la luz de la evidencia científica previa. Para finalizar, las conclusiones y recomendaciones de la investigación se presentan en el capítulo V.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente, se ha desarrollado la búsqueda de materiales restauradores que sean óptimamente resistentes a la compresión que se ejerce entre el sustrato dental y el material de restauración, tomando en consideración sus propiedades biológicas y físicas en presencia de un medio húmedo, orientada a su aplicación clínica en los diversos tratamientos restauradores odontológicos, como sucede en los materiales biocerámicos.¹

Muchos de los tratamientos realizados para conservar la pieza dentaria no son los más adecuados, teniendo como causa la poca resistencia de los cementos utilizados, para ello se busca conocer sobre las propiedades físicas, químicas y mecánicas para el uso adecuado de los cementos biocerámicos.

Se ha demostrado que pueden existir alteraciones fisicoquímicas durante la preparación y manipulación de los cementos biocerámicos, que repercutirían desfavorablemente en sus propiedades.⁵⁻⁶

Muchos de los procedimientos restauradores pueden desencadenar diversos fracasos durante el tratamiento clínico, tales como lesiones de furca, apexogénesis, sobreobturaciones y fracturas.² Entonces surge como alternativa los cementos biocerámicos restauradores, que sean eficaces como tratamientos conservadores, siendo aplicados en endodoncias y pulpotomías, donde los cementos lograrían un tratamiento estimulador y regenerador de tejidos^{3,4}.

Es importante considerar que cada cemento presenta distintas características relacionadas a sus propiedades mecánicas, biológicas pero existen escasos estudios

publicados sobre la comparación de las propiedades entre los cementos biocerámicos.⁸ Esto nos permite plantear como propósito de la investigación, la evaluación de la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos del MTA, MTA Repair HP, y el Biodentine⁹.

De esta manera, en este estudio se comprobará si los materiales hechos a base de silicato cálcico pueden ser activos biológicamente y resistentes, al ser sometidos a cargas compresivas, lo que permitirá conservar las piezas dentarias al darles un mejor tratamiento.¹⁰

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál es la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos el MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro?

1.2.2 Problemas Específicos

1. ¿Cuál es la resistencia a la compresión a las 24 horas de tres cementos biocerámicos, MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro?
2. ¿Cuál es la resistencia a la compresión a las 48 horas de tres cementos biocerámicos, MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro?
3. ¿Cuál de los cementos es el más resistente a la compresión a las 24 y 48 horas in vitro?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos, MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la resistencia a la compresión a las 24 horas de tres cementos biocerámicos, MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro.
2. Determinar la resistencia a la compresión a las 48 horas de tres cementos biocerámicos, MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro.
3. Comparar la resistencia a la compresión del MTA, Biodentine y el MTA Repair HP a las 24 y 48 horas in vitro.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1 Teórica

Se realizó esta investigación para aportar evidencia científica basada en los resultados, considerando una búsqueda bibliográfica actualizada y pertinente, que permita el análisis teórico para lograr el incremento del conocimiento sobre el tema que nos convoca.

1.4.2 Metodológica

El desarrollo de una investigación de tipo experimental, considerará el recojo de datos, siguiendo una metodología científica, que servirá como base para próximas

investigaciones, acorde al desarrollo de las variables de estudio involucradas y estadística empleada.

1.4.3 Práctica

Nuestro estudio se orienta a obtener valores de resistencia a la compresión de los cementos biocerámicos, lo cual ayudará al odontólogo a seleccionar un material que posea propiedades físicas y químicas óptimas como cemento, aplicado a tratamientos conservadores, regenerativos a largo plazo.

1.5 Limitaciones:

1.5.1 Temporal

El estudio se orientó a evaluar la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos: MTA, MTA Repair HP y Biodentine, teniendo presente las fuerzas aplicadas para cada cemento, que sólo se considerará a las 24 y 48 horas, por lo que nuestro resultado presenta como limitante el tiempo, con resultados que podrían variar si se empleará un mayor tiempo.

1.5.2 Espacio

El estudio desarrollado fue in vitro, medimos la resistencia a la compresión en el laboratorio de física, en donde se pudo hallar las fuerzas aplicadas para cada grupo de cemento, estas podrían diferir considerando otros factores de la cavidad oral, como la saliva y la humedad.

1.5.3 Recursos

Se trabajó en un laboratorio particular, donde los costos fueron solventados por el investigador. Se trabajó con una cantidad de muestras mínimas, cuyos resultados podrían complementarse al emplear un mayor número.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

Pérez, (2018) el objetivo del estudio hacer una comparación de resistencia a la compresión de 2 cementos bioactivos de Silicato Cálcico (MTA Angelus y Biodentine). La muestra estuvo conformada por 32 cilindros, 16 para cada grupo. La metodología empleada fue una investigación comparativa in vitro, de corte longitudinal, Se obtuvo como resultado una resistencia de 6.15 MPa para MTA Angelus y 49.12 MPa para el Biodentine con un valor de 0,03 de significancia estadística. Se concluye que el cemento de Biodentine posee más resistencia de compresión en comparación al cemento MTA Angelus.³

Costa, (2018) la investigación tuvo como propósito analizar las propiedades fisicoquímicas, la citotoxicidad y la bioactividad de MTA Angelus (MTA), cemento a base de silicato de calcio (CSC) y CSC con óxido de iterbio al 30% (CSC / Yb₂O₃)". La metodología empleada presentó una muestra de 20 bloques las cuales se distribuyeron en forma equitativa para cada cemento, el estudio fue de tipo experimental de corte longitudinal. Los resultados indican que el MTA mostró menor resistencia a la compresión con 7.65 Mpa en comparación con el CSC y el CSC / Yb₂O₃ que presentaron como valores 25,64 MPa y 21,45 MPa, respectivamente con un P valor de 0,05. Se concluye que, el MTA mostró menor resistencia a la compresión, que los otros cementos estudiados.⁴

Anda, (2018) se desarrolló la investigación con el propósito de analizar el efecto de la exposición de sangre humana sobre la resistencia a la compresión de varios cementos

a base de silicato de calcio. Con una muestra de 96 moldes cilíndricos personalizados se dividieron aleatoriamente en tres grupos según las condiciones de exposición, el estudio fue de tipo experimental, comparativo y longitudinal. El resultado inicial de resistencia compresiva para el ProRoot MTA fue de 4.67MPa. Se concluye que la exposición a la exposición a la sangre afectó negativamente la resistencia a la compresión del Biodentine.⁵

Lucas, (2017) con el objetivo de determinar las propiedades fisicoquímicas y la fuerza de unión de la dentina apical del Biodentine, en comparación con el MTA blanco y el cemento a base de óxido de zinc eugenol (ZOE). Para el estudio se consideró una muestra de 80 cilindros distribuidos equitativamente para cada cemento, el estudio fue de corte longitudinal de tipo experimental y comparativo donde los resultados fueron analizados a través de la prueba Anova y post-hoc de Tukey-Kramer. El Biodentine presentó una resistencia a la compresión de 26,89 Mpa, la cual fue mayor después de 21 días (37.22 ± 5.27 MPa) en comparación con el MTA (27.68 ± 3.56 MPa (2.98 ± 0.64 MPa) ($p < 0.05$). Se puede concluir que Biodentine exhibió mayor resistencia a la compresión a largo plazo y resistencia de la unión a la dentina apical que MTA.⁶

Vázquez, (2016) el presente estudio tuvo como propósito evaluar el efecto de las nanopartículas de plata (AgNP) y óxido de circonio (ZrO₂) sobre las propiedades fisicoquímicas, mecánicas y la actividad antibacteriana del MTA blanco (WMTA) y del cemento Portland (PC) asociada con ZrO₂. La muestra empleada estuvo formada por 80 bloques, la investigación fue de tipo experimental, correlacional de corte

longitudinal, con datos que se sometieron a pruebas Anova y Tukey. Se obtuvo como resultado que, la resistencia a la compresión inicial del MTA blanco (WMTA) fue de 5.76Mpa MPa. Se concluye que la adición de AgNP promovió un aumento en la actividad antibacteriana para los cementos de silicato de calcio y favoreció las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de los materiales.⁷

Prasad, et al. (2015) el objetivo de estudio fue estudiar las propiedades físicas y la liberación de iones de dos cementos a base de silicato de calcio , Biodentine y MTA Angelus, modificado con fosfato de calcio y fosfato de caseína amorfo (CPP-ACP). El estudio se aplicó en una muestra de 60 bloques. La metodología fue un estudio experimental, comparativo y longitudinal, donde se investigaron el tiempo de fraguado, la solubilidad, la resistencia a la compresión y la microdureza superficial. Los resultados evidenciaron para Biodentine una compresión de 50,89 MPa (después de 168 y 336 h), 23,56 MPa para el MTA (después de 168 h). Se concluyó que el cemento Biodentine presentó mayor resistencia a la compresión⁸

Natale, (2015) el objetivo fue comparar la liberación de iones y las propiedades mecánicas de un hidróxido de calcio (Dycal) y dos cementos de silicato de calcio (MTA Angelus y Biodentine). El estudio fue aplicado en una muestra de 120 bloques que fueron distribuidos de forma equitativa para cada muestra. En la metodología, el estudio fue experimental de corte longitudinal y comparativo, la resistencia a la compresión (CS) se probó después de 48 h y 7 días (n = 10). Los resultados revelaron que el MTA Angelus presentó una resistencia a la compresión de 8.98 MPa. y el

Biodentine de 50,78 MPa. Se concluyó que el Biodentine tenía una resistencia a la compresión más alto que el MTA Angelus y el Dycal.⁹

Viapiana, (2016) desarrolló su estudio con el objetivo de evaluar las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de los selladores experimentales a base de cemento Portland (CP) con diferentes agentes radiopacificantes (micro y nanopartículas de óxido de circonio y óxido de niobio) en comparación con los siguientes selladores convencionales al cemento AH Plus, MTA Fillapex y Sealapex. El estudio se desarrolló en una muestra de 30 bloques distribuidas en 10 bloques para cada cemento. Metodología, se desarrolló mediante un proceso experimental, longitudinal, comparativo. Los resultados del MTA Fillapex tuvo el tiempo de fraguado más corto y los resultados más inferiores de resistencia a la compresión la cual fue de 34,22 MPa al comparar con los otros materiales con un valor aproximado de 45,00 MPa, los resultados fueron obtenidos mediante la prueba estadística Anova. Como conclusión, ninguno de los selladores endodónticos evaluó el formaldehído liberado después de la mezcla, los selladores tenían tiempos de fraguado y capacidad de flujo adecuada para uso clínico, resistencia a la compresión satisfactoria y baja solubilidad.¹⁰

2.2. Base teórica

Cementos a base de Silicato de Calcio

Los cementos a base de silicato de calcio (CBSC), se clasificaron a partir del Inglés Joseph Aspdin, quien patentó el Cemento Portland, cuyo primer uso se remonta a 1878, cuando el doctor Witte en Alemania publicó un reporte de caso clínico del empleo del Cemento Portland para rellenar los conductos de las raíces¹¹.

Años más tarde, se introduce el término cemento silicato de calcio (CSC) que se refiere a la familia de cementos a base de silicato de calcio, basándose en gran medida en los componentes del cemento Portland (silicato de di- y tri-calcio, Al y Fe-silicatos), que tienen como propiedades importantes, la capacidad de fijado y sellado en ambientes húmedos y contaminados con sangre, además de biocompatibilidad y propiedades físicas, químicas, biológicas y antimicrobianas adecuadas¹². Se utilizan comúnmente en procedimientos de endodoncia que implican la regeneración pulpar y la reparación del tejido duro, tal como recubrimiento de la pulpa, pulpotomía, apexogénesis, apexificación, reparación de perforaciones, y rellenos de raíz. La capacidad del CSC para promover depósito de calcio-fosfato sugiere su uso para la remineralización de la dentina y la regeneración de tejidos.¹²

El cemento Portland tiene un menor costo y fácil acceso y cuenta con una matriz principal de silicato tricálcico (3CaSiO_2) y silicato dicálcico (2CaSiO_2); difiere del MTA y del Biodentine por la presencia del agente radiopacificador, el óxido de bismuto (Bi_2O_3) y el óxido de circonio, respectivamente, para estos dos cementos¹³.

La biocompatibilidad del cemento Portland y Biodentine fue verificado por varios estudios y es básicamente atribuible a la formación de hidróxido de calcio después de su hidratación¹⁴. Ambos materiales son casi idénticos macroscópicamente y microscópicamente por difracción de rayos X, sin diferencia en cuanto efectos biológicos, aunque el Biodentine contiene una menor cantidad de sulfato de calcio y está compuesto por partículas más pequeñas.¹⁵

Cementos biocerámicos de silicato de calcio

MTA

La necesidad de materiales con compatibilidad biológica y dimensionalmente estables, que presenten como características ideales: permitir el sellado de la porción del ápice tridimensionalmente, buena tolerancia por los tejidos del periodonto sin producir inflamación, sin toxicidad local ni sistémica, que inhiba el desarrollo de microorganismos; que estimule la regeneración del tejido del periodonto, que no se afecte por la humedad, que no se reabsorba dentro de la pieza dental pero sí por exceso fuera de ella, con estabilidad dimensional, sin propiedades corrosivas, que no manche las piezas dentales, con facilidad para realizar la mezcla e inserción y con radiopacidad; ha orientado para el desarrollo de los “materiales de agregado trióxido mineral” (MTA), que aunque no cumple con la totalidad de las propiedades, se acerca a estos requerimientos. El MTA fue fabricado por primera vez en la casa superior de estudios de Loma Linda (California). Dicho producto ha sido descrito en 1993 por Lee, Monsef y Torabinejad y patentado en 1995 por Torabinejad y White.¹⁴⁻¹⁶

El MTA se ha empleado para recubrir la pulpa directa e indirectamente, en el tratamiento de pulpotomías, en terapias de resorciones, en terapias de formaciones radiculares en apexificaciones, y también, como obturador de conductos radiculares.¹⁵

El MTA es básicamente una unión de 3 componentes: cemento portland (75%), óxido de bismuto (20%) y yeso (5%)¹⁶. De acuerdo con la patente de MTA, consiste en óxido de calcio (50-75% en peso) y óxido de silicio (15-20% en peso), que juntos constituyen el 70-95% del cemento. Al mezclar estas materias primas se producen silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y aluminoferrita de tetracalcio. Hay dos tipos comerciales de MTA: gris y blanco, y la diferencia radica en la presencia de

hierro en el primero, que además forma la fase de tetracalciumaluminio-ferrita. Por el contrario, hay ausencia de óxido de hierro en el MTA blanco, que se evidencia en la alteración del color.^{15,16}

Aunque el MTA es un material que ha sido ampliamente investigado y que ha demostrado ser biocompatible y ofrece una excelente capacidad de sellado, presenta ciertas desventajas clínicas, a saber, sus características de manipulaciones y el amplio tiempo de fraguado.¹⁴

Reacción de fraguado de MTA:

Las reacciones de hidrataciones en el durante el secado ocurre entre el silicato tricálcico y el silicato dicálcico para formar un hidróxido de calcio y gel de hidrato de silicato cálcico, produciendo un pH alcalino. Una reacción adicional entre el aluminato tricálcico y el fosfato de calcio forma un sulfoaluminato de calcio con alto contenido de sulfato. Los iones de calcio se filtran a través de los túbulos dentinarios, y la concentración aumenta con el tiempo a medida que el material pasa su proceso de fraguado¹⁵.

MTA Repair HP

MTA Repair HP es un cemento biocerámico con tungstato de calcio y plastificante orgánico, que presenta una gran plasticidad, está compuesto por polvo de silicato dicálcico, silicato tricálcico, óxido de calcio, aluminato tricálcico, agua, tungstato de calcio y plastificante. Sus aplicaciones son las mismas que el MTA¹⁴.

Biodentine:

El cemento Biodentine está constituido por una parte de polvo y otra fase líquida. La parte de polvo está constituido por: “silicato tricálcico, carbonato cálcico (relleno), dióxido de zirconio (radiopacificante) y la fase líquida de Biodentin está formada por: cloruro de calcio (acelerador), polímero hidrosoluble (captador de agua)”.¹⁴

El Biodentine es un material que sustituye a la dentina que resulta de lo innovado “Activa Biosilicate Technology. Alguna de las primordiales desventajas de los materiales en base a silicato de calcio, son la resistencia a la compresión, de manera principal debido a sus compuestos como los aluminatos, las cuales determinan lo frágil del producto. Para mejorar las reacciones de hidratación del silicato tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2 = \text{C}_3\text{S}$), que fabrica el gel de silicato de calcio hidratado (CSH gel) e hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).¹⁴

Recientemente, se introdujeron novedosos cementos a base de silicato de calcio, como el material TotalFill Root Repair (FKG, Brasseler, Savannah, EE. UU.) y BioDentine (Septodont, St. Maurdes Fossés, Francia), que ofrecen características mejoradas de estabilidad del color y manejo, mientras exhiben propiedades físicas y químicas comparables con MTA. Más importante aún, se ha demostrado que estos materiales liberan los iones de calcio y fosfato esenciales para la deposición de hidroxiapatita.¹⁴

Biodentine está disponible en forma de cápsula que contiene la proporción ideal de polvo y líquido. La composición del polvo y el líquido contiene cloruro de calcio que actúa como un acelerador, el polímero hidrosoluble funciona como agente reductor de agua, donde sus componentes contienen. ^{16,17}

- Silicato de dicálcico
- Silicato tricálcico
- Aluminato tricálcico
- Aluminato ferrita tetracalcium
- Sulfato de calcio
- Óxido de calcio
- Óxido de silicio
- Óxido de aluminio
- Óxido de bismuto

Las reacciones del polvo con el líquido conllevan al endurecimiento del material. Justo después de mezclar, las partículas de silicato de calcio de Biodentine reaccionan con agua de una solución de pH alto que contiene iones de Ca^{2+} , OH^- y silicato. El humedecimiento del silicato tricálcico permite la conformación de geles sobre las partículas de cemento y los nucleatos de hidróxido de calcio. Con el paso del tiempo, el gel hidratado de silicato de calcio se polimeriza para formar un grupo sólido y lo alcalino del contexto circundante crece por la producción de iones de hidróxido de calcio. Además, el gel de silicato de calcio hidratado rodea las partículas de silicato

tricálcico sin reaccionar y, debido a su naturaleza casi que no deja el pase del H₂O, ayuda a ralentizar el efecto de otra reacción.¹⁸

El tiempo de trabajo de Biodentine y MTA es de diferentes tiempos debido su composición química. La presencia del acelerador de fraguado en Biodentine da como resultado un fraguado más rápido, mejorando así sus propiedades de manejo y resistencia¹⁹. Esto es una ventaja sobre MTA, ya que un tiempo de fraguado retrasado estudiado por Torabinejad M et al, conduce a un mayor riesgo de pérdida parcial de material y alteración de la interfaz durante la fase de finalización del procedimiento. Por lo tanto, Biodentine tiene una gran mejora en comparación con el MTA en términos de tiempo de fraguado.²⁰

Densidad y porosidad:

Es el factor crítico que determina la cantidad de fuga y el resultado del tratamiento porque un mayor diámetro de poro resulta en una fuga mayor que corresponde a la entrada y transmisión de microorganismos y, por lo tanto, compromete el sellado hermético. Un estudio reveló que no existe ninguna solubilidad significativa de MTA mientras que Rosado R y Fridland M han informado del incremento importante en lo poroso y soluble del ProRoot MTA con el incremento de la relación agua / polvo²⁰. De Souza et al., Realizaron un estudio sobre la porosidad y compararon Biodentine con IRoot BP, Ceramicrete y ProRoot MTA utilizando la caracterización de micro-CT. Observaron que no se hallaron cambios significativos en su porosidad de los

nuevos cementos de reparación que contienen silicato de calcio y MTA, debido a la bajísima cantidad de H₂O durante el mezclado, Biodentine exhibe menos porosidades que el MTA.²¹

Fuerza compresiva:

Durante el ajuste de Biodentine, las resistencias compresivas mejoran en 100 MPa durante la primera hora y 200 MPa a las veinticuatro horas y sigue con las mejoras durante el paso de días llegando a 300 MPa posterior a 1 mes, que es comparable a la dentina fisiológica, es decir, 297 MPa. Un estudio realizado demostró que Biodentine tenía la mejor resistencia compresiva al ser comparado con algunos materiales probados ya que se debe a bajas relaciones de H₂O / cemento utilizada en Biodentine.

22

Fuerza flexible:

La resistencia a la flexión de cualquier material dental es un factor importante ya que disminuye el riesgo de fractura en el uso clínico. Walker MP et al., Encontraron que las resistencias a la flexión de MTA fue de 14.27 MPa cuando las muestras fueron expuestas a humedad de dos lados después de 24 horas de tiempo de fraguado. Sin embargo, se ha encontrado que la resistencia a la flexión de Biodentine registrada después de dos horas es de 34 MPa.²²

Microdureza

La microdureza de MTA se ha visto afectada por diferentes causas: como los valores del pH del lugar, el grosor del producto, las cantidades del aire atrapados durante el mezclado, las condiciones húmedas, el hecho de realizar grabado ácido del cemento como también influyen las temperatura. Investigaron que la microdureza del MTA gris y el MTA blanco con un grosor de material de 2 mm y 5 mm y encontraron que el grosor de 5 mm tiene una dureza significativamente mayor independientemente del material utilizado. La cristalización del gel de silicato de calcio hidratado continúa, lo que reduce la porosidad y aumenta la dureza con el tiempo.²³

Radiopacidad

Se encontraron que el promedio de la radiopacidad para MTA fue de 7,17 milímetros del espesor lo cual equivale al aluminio y Biodentine informó una radiopacidad de 3,5 mm de aluminio. La radiopacidad del Biodentine, Bioaggreagte y cemento de silicato tricálcico y descubrieron que todos los materiales tenían un valor de radiopacidad superior a 3 mm de aluminio. Sin embargo, observaron una menor radiopacidad del Biodentina en comparación con MTA Angelus.²⁴

Solubilidad

De la literatura disponible, no hay una conclusión definitiva con respecto al grado de solubilidad de MTA y se concluyó que con el aumento de la relación agua / polvo, la liberación de calcio de MTA aumenta, lo que acelera su solubilidad. El grado más bajo de solubilidad para Biodentine, Bioaggregante y MTA respectivamente.²⁵

Microfiltración

Se encuentra que el Biodentine está asociada con un pH alto (12) libera iones de calcio y silicio que estimulan la mineralización y crean 1 "zona de infiltración mineral" en todo el recorrido del interfaz cemento-dentina que imparte un mejor sellado. Se han encontrado que el Biodentine exhibe propiedades de sellado superior al MTA. Mientras Torabinejad M hizo la revisión literaria revisó una literatura exhaustiva e investigar la fuga de MTA concluyéndose que el MTA posee alta capacidad en el sellado. Además, evaluaron que el Biodentine provoca mejor adaptación y sellados en comparación que los materiales que sirven para rellenar el extremo radicular, comúnmente usado por el método de filtración de fluidos.²⁵

Adaptación marginal y capacidad de sellado

La adaptación marginal se correlaciona con el buen sellado del material dental por lo tanto, tiene un efecto en la cantidad de éxitos clínicos. El pegado micro mecánico del Biodentine hizo posible una gran adaptabilidad de los cristales de Biodentine a las dentinas subyacentes. Realizaron un estudio in vitro para comparar cómo se adapta marginalmente el Biodentine con MTA y los Materiales Restauradores Intermedios (IRM) usando un microscopio electrónico de barrido y concluyeron que tanto MTA como IRM fueron significativamente superiores al Biodentine en las adaptaciones marginales al ser empleados como materiales de relleno del extremo de la raíz.^{24,25}

Descoloramiento

La literatura revela que la presencia de elementos de transición reportados como el hierro, manganeso, cobre y cromo, imparte un color fuerte al material en sus formas de óxido. Del mismo modo, el bismuto, elemento más pesado, causa decoloración debido a su óxido amarillo. Además, en un estudio in vitro para evaluar la cuan estables se mantienen la coloración de 5 materiales a base de silicato de calcio con la presencia del oxígeno y la luz y descubrieron que la combinación de condiciones de luz y anaeróbicas produce diferencias significativas en el color de Angelus white MTA, ProMTA, cemento portland blanco con óxido de bismuto, mientras que Biodentine y PC exhibieron estabilidad de color durante cinco días.²³⁻²⁵

Actividad antibacteriana y antifúngica

Las propiedades antibacterianas y antifúngicas de MTA y Biodentine se pueden atribuir mejor al pH alto de los materiales en estudio. Pues los valores altos de alcalinidad tienen efectos inhibitorios en el desarrollo de microorganismos y provoca se desinfecte la dentina. Además, valoraron la efectividad contra los microorganismos del Biodentine, MTA y MTA Plus y descubrieron que tanto el MTA y Biodentine son antimicrobianos y actúan contra *E. faecalis*, pero el MTA Plus mostró ser un gran material antifúngico como la *Candida albicans*. Otro estudio informó las propiedades contra las bacterias, hongos del cemento Biodentine, MTA y Glass Ionomer cement (GIC) y concluyó que el Biodentine mostraba un efecto antimicrobiano superiores a la MTA y GIC.²³⁻²⁶

Biocompatibilidad y citotoxicidad

La biocompatibilidad y la citotoxicidad de un material dental deben tenerse en cuenta cuando el material se usa como perforación o reparación furcal, relleno retrógrado o agente de recubrimiento pulpar para evitar su efecto tóxico en el tejido circundante (células pulpar y perirradiculares). Además varios autores compararon la citotoxicidad de la Biodentine con el MTA en fibroblastos gingivales humanos y observaron que la Biodentine causó una reacción similar en comparación con la MTA blanco, y ambos materiales fueron menos citotóxicos que otros materiales dentales. Además, la expresión génica de Biodentine y MTA usando cultivos multicelulares tridimensionales y observaron una respuesta similar entre estos dos materiales que indica su uso para el recubrimiento directo de la pulpa.^{27,28}

Resistencia a la compresión

Las resistencias compresivas son las capacidades del material para aguantar cargas que llevarían a disminuir los tamaños, opuestamente a las que soportan cargas que llevarían a la tendencia de alargarse. Dicho de otra forma, la resistencia compresiva es la resistencia al empuje y en caso contrario la resistencia a la tracción es la resistencia tensional. En investigaciones de resistencias de los materiales” la resistencia a la tracción, la resistencia a la compresión y la resistencia al corte se pueden analizar de forma independiente” de acuerdo al elemento o material experimental.²⁷

Por lo que algunos materiales se fracturan en su límite de su resistencia a la compresión; otros se deforman irreversiblemente, por lo que una determinada cantidad

de deformación puede considerarse como el límite para la carga de compresión. La resistencia a la compresión es un valor clave para el diseño de estructuras.²⁸

La resistencia compresiva a menudo se hace la medición en máquinas de pruebas de ensayo universal. Al realizar la medición de resistencias compresivas se ve afectada por la metodología de pruebas específicas y sus condiciones al hacer la medición. La resistencia compresiva mayormente se informa hallando relación con un promedio técnico.²⁹

La resistencia a la compresión es la propiedad principal de los materiales dentales, mayormente cuando son sometidas a las fuerzas masticatorias, al aplicar las fuerzas compresivas se podría realizar la valoración del efecto a plazos largos de los materiales que se usan como sellantes endodónticos. Sobre la resistencia a la compresión hay pocas investigaciones³⁰.

Las resistencias a la compresión son definidas como la máxima carga en que el material se rompe, la parte muestral del material se somete a fuerzas compresivas en la máquina de prueba universal, con fuerza de carga en newtons (N) y aquellos valores que se han obtenido de resistencia máxima y los valores obtenidos de resistencia máxima son transformados a megapascales (MPa), los cuales han sido analizados y tabulados estadísticamente para realizar la valoración si habrían o no diferencias marcadas entre ellos³¹.

Resistencia compresiva de los cementos:

Los estudios traen de manifiesto que el añadir algunos componentes podrían mejorar la resistencia a la compresión o por otro lado la afectaría, en uno de los estudios se

analizaron las diferentes propiedades del cemento Portland al añadir agentes que dan radiopacidad. Se emplearon muestras de cemento de 6 mm de alto y 4 mm de diámetro los cuales han sido sometidas a fuerzas compresivas con la máquina de prueba universal. Llegando a la conclusión que al añadir de ZrO_2 (dióxido de circonio) y YbF_3 (trifluoruro de iterbio) aumentando con ello la resistencia compresiva del cemento Portland, mientras que Bi_2O_3 (óxido de bismuto) disminuyó la resistencia a la compresión, es decir, ZrO_2 y YbF_3 utilizarían como una adecuada alternativa para reemplazar Bi_2O_3 (Oxido de Bismuto) en MTA sin cambios en sus propiedades físicas³³.

La máquina de ensayo universal

Esta máquina es empleada para poner a prueba tanto a la resistencia compresiva, como resistencia a la tracción de los materiales . “Un nombre anterior es un tensómetro. La presión se logra a través de placas o mandíbulas accionadas por tornillos o sistema hidráulico”³⁴.

Dicha máquina de ensayo universal está compuesta de tres sistemas básicos: Los sistemas: de aplicaciones de fuerzas, determinación de fuerzas y el de indicaciones. ³⁴

Terminología básica:

Resistencia compresiva: Tensión a la compresión máxima que los cuerpos pueden aguantar antes de la ocurrencia de la fractura³⁵.

Cementos de silicato de calcio: Materiales e cementos dentales que cuentan con una matriz de silicato dicálcico y tricálcico³⁵.

MTA: Es un cemento biocerámico utilizado en tratamientos endodónticos a base de “silicato tricálcico, silicato dicálcico (2CaOSiO_2), carbonato de calcio, óxido de bismuto como agente radiopacificador”³⁶.

Biodentine: Es un material novedoso con bioactividad, actúa con material que sustituye la dentina, está constituido por carbonato de calcio, silicato tricálcico, óxido de zirconio en polvo y un líquido conformado de agua que tiene cloruro de calcio que actúa como catalizador del fraguado y reduce el H₂O del agente³⁷.

MTA Repair HP: Es un cemento biocerámicos de sulfato de calcio dihidratado, silicato dicálcico (2CaOSiO_2), silicato tricálcico, aluminato férrico tetracálcico ($4\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$), óxido de silicio, óxido tricálcico, , y tungstato de calcio³⁷.

Tiempo: Momento en que se realizará la identificación de los bloques de cementos de silicato de calcio³⁷.

Kilo newtons (KN): Unidad para medir fuerzas en el SIU (Sistema Internacional de Unidades), denominada también por Isaac Newton en sus aportes a la física³⁷.

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1 Hipótesis General

Existe diferencias significativas entre la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos: MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro.

2.3.2 Hipótesis Estadística

Hi: Las diferencias fueron significativas entre la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos: MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro.

Ho: Las diferencias no fueron significativas entre la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos: MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Método de la investigación

Deductivo:

Consistió en extraer una conclusión con base en una premisa o a una serie de proposiciones que se asumen como verdaderas a partir de las variables aplicadas en los procesos de experimentación.

Analítico:

Porque determinó si existe o no una diferencia significativa en los materiales, usando tres cementos distintos.

3.2 Enfoque investigativo

Cuantitativo

3.3 Tipo de investigación

La investigación desarrollada fue de tipo Aplicada debido a la manipulación de la variable para la obtención de resultados.

3.4 Diseño de la investigación

Experimental in - vitro

Es experimental porque por medio de pruebas se buscó obtener resultados nuevos, las muestras fueron sometidas a investigación mediante un estudio In Vitro en el cual se analizó la resistencia de los biomateriales.

Comparativo:

Un estudio comparativo determina si uno de los cementos restauradores presenta mayor resistencia que la otra.

Longitudinal:

Porque se va a realizar en dos momentos, el primer momento a las 24 horas y el segundo a las 48 horas.

3.5 Población, muestra y muestreo

Población:

La población fue compuesta por 60 cuerpos de prueba de cementos biocerámicos de silicato de calcio los cuales fueron distribuidos 20 cada grupo.

Muestra:

La muestra estuvo conformada por 20 cuerpos de prueba con MTA, 20 cuerpos de prueba con Biodentine y 20 cuerpos de prueba con MTA REPAIR HP de 06 mm de diámetro y 04 mm de altura.

Muestreo:

Para seleccionar la muestra se empleó el muestreo no probabilístico por conveniencia.

3.6 VARIABLES Y OPERACIONALIZACION

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	ESCALA VALORATIVA
<p>Independiente</p> <p>Cementos dentales restauradores</p>	<p>Materiales para la restauración en piezas dentarias afectadas.</p>	<p>MTA.</p> <p>MTA Repair HP.</p> <p>Biodentine.</p>	<p>Composición de los cementos.</p>	<p>Nominal</p>	<p>MTA : Silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato férrico, oxido de bismuto, sulfato de calcio.</p> <p>MTA Repair HP: Silicato tricálcico 3CaO.SiO₂; Silicato dicálcico 2CaO.SiO₂; Aluminato tricálcico 3CaO.Al₂O₃; óxido de Calcio CaO; Calcio Tunsgate CaWO₄</p> <p>Biodentine: Silicato tricálcico, carbonato de calcio, dióxido de zirconio, cloruro de calcio, polímeros hidrosolubles.</p>
<p>Dependiente</p> <p>Resistencia a la compresión</p>	<p>La tensión máxima que un cuerpo puede soportar</p>	<p>Mínimo: 0.98 MPa</p> <p>Máximo: 76.53 MPa</p>	<p>Fuerzas verticales que soporta un material hasta su fractura</p>	<p>Razón</p>	<p>Megapascales</p>
<p>Covariable</p> <p>Tiempo</p>	<p>Período determinado durante el que se realiza una acción</p>	<p>Tiempo de evaluación</p> <p>24 horas</p> <p>48 horas</p>	<p>Tiempo de exposición de los cementos a las fuerzas compresivas</p>	<p>Razón</p>	<p>Horas</p>

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnica:

La técnica utilizada fue la Observación, para lo cual se solicitó a la Escuela Académica Profesional de Odontología de la Universidad Norbert Wiener, la inscripción del proyecto de investigación. Una vez aprobado se solicitó permiso al laboratorio Hight Tegnology SAC, para la elaboración del cuerpo de prueba de cementos biocerámicos y luego las coordinaciones para medir la resistencia compresiva de los discos de cementos biocerámicos de silicato de calcio.

Instrumento

Se aplicó mediante una ficha de recolección de datos (anexo 1, 2 y 3), dicho instrumento fue sometido a juicio de expertos, donde la ficha fue revisada y evaluada (anexo 4).

Procedimiento

1. Los discos se prepararon respetando las normas ISO 9917/ 2013, para la confección de los bloques de silicato de calcio el cual obtuvo 06 milímetros de diámetro y 04 milímetros de alto.
2. Para elaborar el cuerpo de prueba de Silicato de Calcio; se realizaron de acuerdo a las normas del fabricante. Para el proceso de mezclado de los cementos experimentales se utilizó una platina de vidrio colocando 0.28 gramos del material de prueba con una gota de agua destilada ultrapura para el MTA y para los cementos Portland fue agua destilada ultrapura con una ayuda de una micropipeta para la unión de los compuestos.
3. Seguidamente, se colocó los cementos experimentales, en concordancia a cada grupo, en las matrices metálicas con técnicas en monobloque, tal y como se dijo

con anterioridad. Se colocó la matriz celuloide y se hizo uso de la platina de 7x7 centímetros ejerciendo fuerzas de presión sobre los cementos

4. Se hizo el pulido de la muestra con sistemas de lijas de agua haciendo uso del grano grueso, grano semigrueso, grano fino y grano ultrafino. Ello se hizo con la finalidad de eliminar rugosidad, homogenizarla y con ello conseguir superficies bastante lisas, necesarios para que la prueba de resistencia compresiva tenga resultados con mayor exactitud.
5. Se procedió a señalar cada uno de los cuerpos sometidos a prueba, con esmaltes de color rojo, mitad de cada uno de los especímenes en la parte inferior. Luego, se asignó un número del 1 al 10 para las 24 horas y del 11 al 20 para las 48 horas, lo cual correspondía por cada grupo. De la misma manera, se hicieron los rótulos de los vasos de precipitación, diferenciando las muestras de acuerdo a tipos de cemento.
6. Se colocaron los especímenes uno por uno en la máquina de ensayo Universal Instron® (Modelo 3382, China) del Laboratorio Hight Tegnology SAC que se aplicó una fuerza/ carga en sentido vertical. La carga compresiva inicial fue a una velocidad inicial de 0KN con un rango máximo de 100 kN a una velocidad de 1mm/min, hasta que las muestras llegaron a su punto de fractura.
7. El resultado se registró en MPa obtenido del software de la máquina de ensayo universal. Los valores han sido registrados en el programa Excel (Microsoft. Excel) especificando cada grupo de estudio, número de especímenes, fuerza compresiva y tiempo de evaluación.¹⁰

3.8. Procedimiento y análisis de datos.

Para crear la base de datos se trabajó en la hoja de cálculo Excel y el análisis se realizó con el programa SPSS versión 23.0, que se presentaron en tablas de frecuencia y figuras. Los datos han sido analizados mediante ANOVA por tratarse de 3 grupos y se realizó el análisis de normalidad de Shapiro debido a que cada grupo presenta 20 cuerpos para observar si los datos se encuentran en distribución normal, los análisis estadísticos presentados, muestran un $p < 0,001$ el cual muestra un alto nivel de significancia en donde se considera la diferencia de los cementos según la resistencia.

3.9. Aspectos éticos.

El trabajo de investigación contó con los permisos y supervisión de la Universidad Norbert Wiener. Se procedió a elegir la metodología adaptada al estudio. Así mismo se logró contar con los servicios de un laboratorio certificado para las pruebas del estudio para la utilización de sus ambientes, donde se ejecutó el presente proyecto bajo estrictas medidas de bioseguridad.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados.

Tabla 1 Resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos MTA, MTA

Repair HP y Biodentine in vitro.

Cemento	Número de piezas analizadas	Media	DS (σ)
MTA	10	1.35 ^a	0.43
MTA Repair HP	10	2.40 ^a	0.18
Biodentine	10	50.25 ^b	7.35

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 1, se observa la resistencia a la compresión de los tres cementos biocerámicos. La resistencia calculada para Biodentine presentó una media de 50.25 ± 7.35 MPa, más elevada en comparación a MTA Repair HP que presentó una resistencia media de 2.40 ± 0.18 MPa y que MTA con una media 1.35 ± 0.43 MPa.

Tabla 2. Resistencia a la compresión de los tres cementos biocerámicos a las 24 horas.

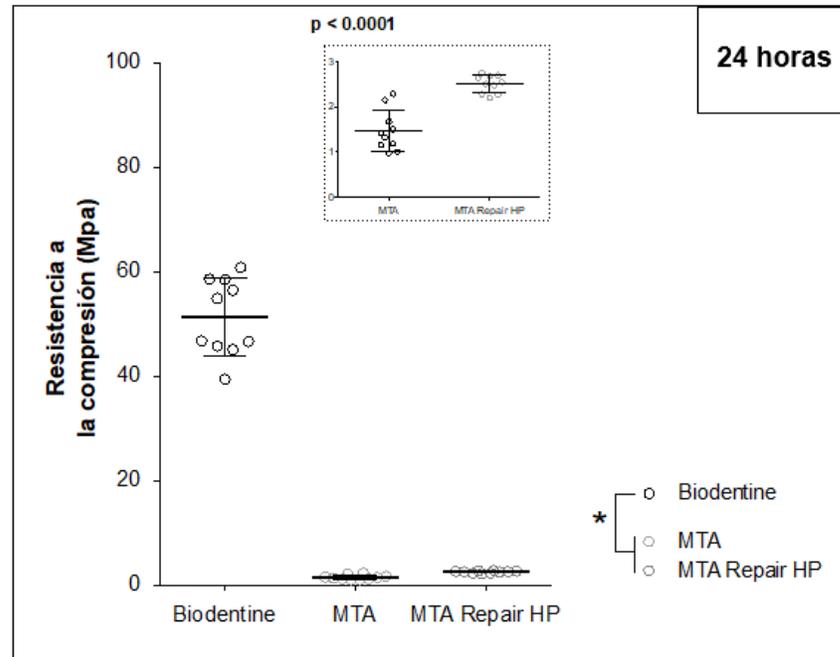
Cemento	Número de piezas analizadas	Media	DS (σ)
MTA	10	1.47 ^a	0.45
MTA Repair HP	10	2.51 ^a	0.20
Biodentine	10	51.28 ^b	7.36
p-valor < 0.0001			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 2, se aprecia la resistencia a la compresión a las 24 horas de los tres cementos biocerámicos. La resistencia calculada para Biodentine presentó una media de 51.28 ± 7.36 MPa, más elevada en comparación a MTA Repair HP que presentó una resistencia media de 2.51 ± 0.20 MPa y que MTA con una media 1.47 ± 0.45 MPa ($p < 0.0001$).

Figura 1. Resistencia a la compresión (Mpa) según los cementos biocerámicos a las 24 horas.



Interpretación:

En la figura 1, se observa la resistencia a la compresión a las 24 horas de los tres cementos biocerámicos. La resistencia calculada para Biodentine presentó una media de 51.28 ± 7.36 MPa más elevada en comparación a MTA Repair HP que presentó una resistencia media de 2.51 ± 0.20 MPa y que MTA con una media 1.47 ± 0.45 MPa ($p < 0.0001$). Ambas variables tienen un efecto significativo sobre la resistencia a la compresión. A partir del estudio del efecto del material sobre la resistencia a la compresión, es posible observar que Biodentine presenta una resistencia mayor en comparación a MTA y MTA Repair ($p < 0.0001$), y esta diferencia sucede en cualquier de los puntos de tiempo analizados ($p < 0.0001$).

Tabla 3. Resistencia a la compresión de los tres cementos biocerámicos a las 48 horas.

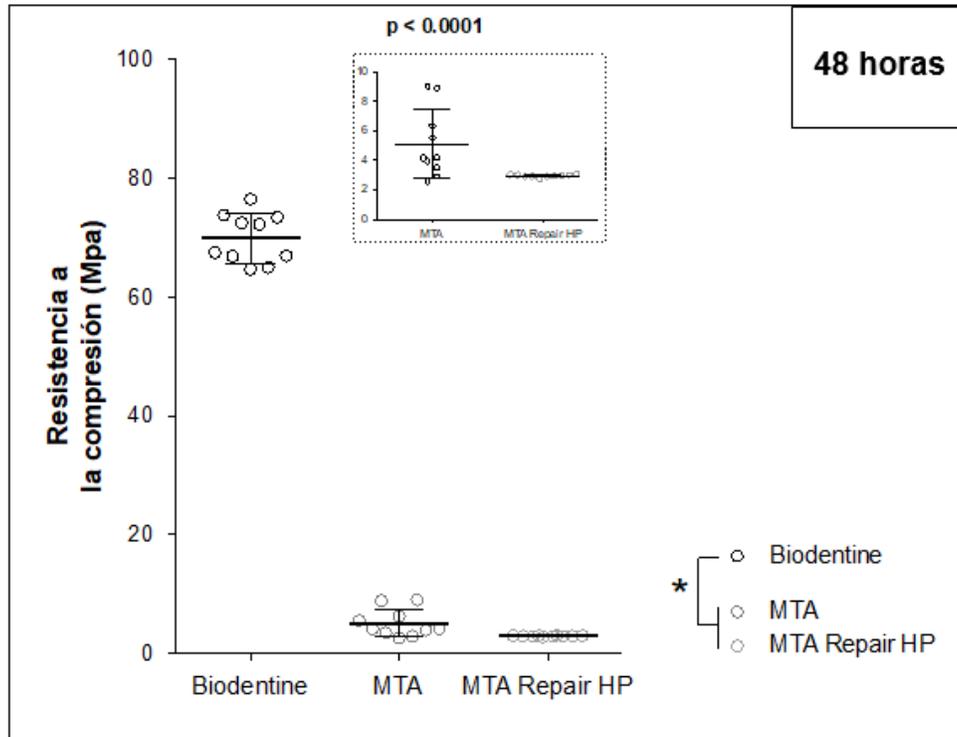
Cemento	Número de piezas analizadas	Media	DS (σ)
MTA	10	5.10 ^a	2.31
MTA Repair HP	10	2.96 ^a	0.09
Biodentine	10	69.97 ^b	4.20
p-valor < 0.0001			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 3 se encuentra resumidos los resultados de la resistencia a la compresión a las 48 horas de los tres cementos biocerámicos analizados. En este análisis, la resistencia del cemento Biodentine presentó la media más elevada (69.97 ± 4.20) en comparación al MTA Repair HP (2.96 ± 0.09) y MTA (5.10 ± 2.31), con una diferencia significativa.

Figura 2 Resistencia a la compresión de los tres cementos biocerámicos a las 48 horas.



Interpretación:

se observa la resistencia a la compresión a las 48 horas de los tres cementos biocerámicos. La resistencia calculada para Biodentine presentó una media de 69.97 Mpa más elevada en comparación a MTA Repair HP que presentó una resistencia media de 2.96 MPa y que MTA con una media 5.10 MPa ($p < 0.0001$). Ambas variables tienen un efecto significativo sobre la resistencia a la compresión. A partir del estudio del efecto del material sobre la resistencia a la compresión, es posible observar que Biodentine presenta una resistencia mayor en comparación a MTA y MTA Repair ($p < 0.0001$), y esta diferencia sucede en cualquier de los puntos de tiempo analizados ($p < 0.0001$).

Tabla 4 Influencia del tiempo y del tipo de cemento biocerámicos en la resistencia a la compresión.

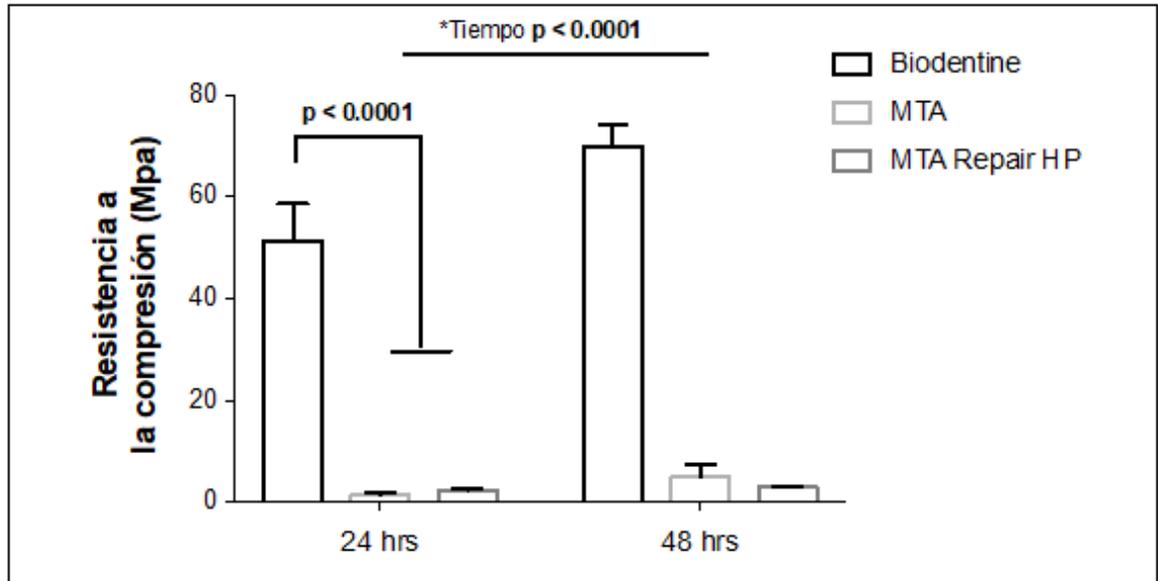
Cemento	Número de piezas analizadas	Media	DS (σ)
MTA	10	1.35 ^a	0.43
MTA Repair HP	10	2.40 ^a	0.18
Biodentine	10	50.25 ^b	7.35

Fuente: Ficha de recolección de datos.

Interpretación:

La tabla 4 muestra la comparación de las medias con relación al análisis de compresión de los tres cementos biocerámicos, donde el Biodentine resultó presentar mayor resistencia a la compresión 50.25 MPa con relación a los cementos MTA 1.35 MPa y MTA Repair HP 2.40 MPa, la resistencia fue mayor para el Biodentine a las 24 y 48 horas.

Figura 3. Influencia del tipo de cemento biocerámico y tiempo en la resistencia a la compresión.



Interpretación:

Cuando el análisis considera tanto al tipo de cemento biocerámico y al tiempo como variables, la influencia de ambas puede ser investigada sobre la resistencia a la compresión con el análisis de ANOVA de 2 vías, con una diferencia significativa con relación al Biodentine, con una mayor resistencia a las 24 y 48 horas.

Contrastación de hipótesis:

Tabla 5 Prueba Anova con relación a los tres cementos utilizados.

ANOVA	p-valor
1.934	0.03

La prueba de Anova de una vía fue utilizada para analizar las comparaciones en resistencia de los tres cementos , y para observar las diferencias entre cada uno de los grupos, la prueba Anova muestra un valor de 1.934, con un nivel de confianza del 95%, el cual presenta una diferencia significativa de 0.03, demostrando un p valor menor de 0.05, por lo cual se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula.

4.2. Discusión.

El objetivo de nuestra investigación fue, evaluar la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos: MTA, MTA Repair HP y Biodentine. Nuestro estudio encontró que la resistencia calculada para Biodentine presentó una resistencia de 50.25 ± 7.35 MPa más elevada en comparación a MTA Repair HP que presentó una resistencia media de 2.40 ± 0.18 MPa y que MTA con una media 1.35 ± 0.43 MPa.

Nuestro estudio encontró que la resistencia calculada para Biodentine presentó una resistencia de 50.25 ± 7.35 MPa, estos resultados son similares a los encontrados por Pérez (2018)³ el cual demostró que el Biodentine presentó una resistencia de 49.12MPa, así también los resultados de Prasad (2015)⁸ y Natale (2015)⁹ muestran como resultados para Biodentine una resistencia de 53,56Mpa y 50,78 MPa, todos los resultados con relación a la resistencia encontrados para Biodentine difieren por lo encontrado por Lucas (2017)⁶, donde reporta como resultado una resistencia a la compresión de 26.89 MPa para Biodentine.

En nuestro estudio la resistencia para MTA muestra un valor de 1.35 ± 0.43 MPa y el MTA Repair HP una resistencia media de 2.40 ± 0.18 MPa; estos resultados fueron similares a los valores bajos de resistencia compresiva encontrados por Costa (2018)⁴, Anda (2018)⁵ y Vásquez (2016)⁷, que presentaron una resistencia de 7.65 MPa de 4.67MPa y 5.76MPa para MTA, respectivamente, con relación al MTA. Estos resultados difieren a los encontrados por Natale (2015)⁹, donde presenta un resultado

de 8.98 MPa de resistencia para el MTA y Viapiana (2016)¹⁰ que presentó como resultado de resistencia a la compresión para MTA un valor alto de 34.22 MPa, Los resultados encontrados en el estudio de Viapiana y Natale fueron mayores a los demás resultados, esto podría estar relacionado al tiempo de corto de fraguado que emplearon durante el procedimiento.

Considerando el tiempo, los resultados encontrados en nuestra investigación, muestran que a las 24 y 48 horas el Biodentine presentó una resistencia de 51.28MPa y 69.97 MPa, respectivamente. Estos resultados encontrados fueron similares a los resultados de Natale (2015)⁹, que a las 48 horas mostró como resultado para Biodentine una resistencia de 50,78 MPa, similares a Prasad (2015)⁸ quien a las 72 horas muestran una resistencia de 53.56 MPa; estos resultados difieren de los encontrados por Lucas (2017)⁶ donde a los 21 días muestra una resistencia menor de 37.22MPa: Los resultados de Lucas tuvieron una variación con relación a nuestro estudio, dicha variación puede estar relacionado al tiempo de exposición que fue mayor.

A las 24 y 48 horas con relación al MTA nuestro estudio mostró una resistencia de 1.47 y 5.10 MPa, estos resultados fueron similares a los obtenidos por Anda (2018)⁵ el cual demostró que a las 6 horas la resistencia para el MTA fue de 4.67 MPa, pero difieren con los estudios de Lucas (2017)⁶ quien mostró a los 21 días una resistencia de 27.68 MPa para el MTA, y Natale (2015)⁹, que a los 48 horas mostró una resistencia de 8.98 MPa. La diferencia con relación a la resistencia encontrada en nuestro estudio fueron

marcadas para el MTA, esta diferencia puede estar relacionado al tiempo de exposición durante los procedimientos.

La importancia de medir la resistencia a la compresión de los cementos, contribuye a un mejor empleo como material restaurador, considerando las características idóneas con relación a las fuerzas externas, y se hace necesario seguir con los estudios para encontrar el mejor comportamiento de los materiales y de esta manera favorecer su elección en los tratamientos.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los tres cementos, Biodentine, MTA y MTA Repair HP presentaron distintos valores de resistencia a la compresión.
- La resistencia a la compresión del Biodentine a las 48 horas (69.97 MPa) fue mayor que a las 24 horas (51.28MPa) obteniéndose una diferencia significativa con relación al tiempo.
- La resistencia a la compresión del MTA a las 48 horas (3.69MPa) fue mayor que a las 24 horas (2.51MPa), encontrándose una diferencia con relación al tiempo.
- La resistencia a la compresión del MTA Repeir HP a las 48 horas (2.96MPa) fue mayor que a las 24 horas (1.47MPa) con una diferencia en función al tiempo.
- El Biodentine presentó una media de 50.25 ± 7.35 Mpa más elevada en comparación a MTA Repair HP que presentó una resistencia media de 2.40 ± 0.18 MPa y que MTA con una media 1.35 ± 0.43 MPa.

5.2 Recomendaciones

- Evaluar a los cementos experimentales de nuestro estudio en mayores tiempos de medición, para determinar mejores resultados de la resistencia mecánica a la compresión.
- Determinar en otras investigaciones la resistencia a la compresión de los cementos con relación al tiempo de fraguado y la composición estructural.
- Evaluar otros cementos comerciales biocerámicos de silicato de calcio para comparar sus propiedades físicas y mecánicas.

REFERENCIAS

1. Galarca A. Current trends and future perspectives of dental pulp capping materials: A systematic review. *PMC* 2018;106(3):1358-1368.
2. Navarro B. resistencia a la compresión de la microdureza superficial de cuatro cementos a base de silicato de calcio; cemento portland blanco, cemento portland gris, mineral trióxido agregado y biodentine. *SLD*. 2020; 4:1–112.
3. Pérez L. Resistencia compresiva de dos cementos bioactivos a base de silicato de calcio mezclados con diferentes soluciones. *PMC*. 2017; 23 (8): 74-80
4. Costa B. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas, la citotoxicidad y la bioactividad de MTA Angelus (MTA). *Odontology*. 2017.; 12 (5): 59-90
5. Anda A. Evaluación de la resistencia a la compresión de tres cementos reparadores a base de silicato de calcio expuesto a sangre durante su fraguado. *Int Endod J*. 2017; 42(4):322-8.
6. Lucas R, Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *Journal of Endodontics*. 2017;19(11):541–544.
7. Vasquez R. (2017). Efecto de las nanopartículas de plata (AgNP) y óxido de circonio (ZrO₂) sobre las propiedades fisicoquímicas, mecánicas y la actividad antibacteriana del MTA. *Pub med*. 43(1):21-30.
8. 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; 18(3):237-41.

9. Natale LC, Rodríguez MC, Xavier TA, Simões A, de Souza DN, Braga RR. Ion release and mechanical properties of calcium silicate and calcium hydroxide materials used for pulp capping. *Int Endod J.* 2015 ;48(1):89-94.
10. Viapiana R, Flumignan DL, Guerreiro-Tanomaru JM, Camilleri J, Tanomaru-Filho M. Physicochemical and mechanical properties of zirconium oxide and niobium oxide modified Portland cement-based experimental endodontic sealers. *Int Endod J.* 2014; 47(5):437-448.
11. Llanos M. Evolución de los cementos biocerámicos en endodoncia. *Int Endod J.* 2019; 10(1): 151-162.
12. Palomino M, et al. Comparación de la resistencia a la fractura de dos materiales de reforzamiento radicular en dientes con tratamiento endodóntico *Int Endod J.* 2018 ; 6 (1): 19-28.
13. Dawood AE, Manton DJ, Parashos P, et al. The physical properties and ion release of CPP-ACP-modified calcium silicate-based cements. *Aust Dent J.* 2015;60(4):434-444.
14. Chang KC, Chang CC, Huang YC, Chen MH, Lin FH, Lin CP. Effect of Tricalcium Aluminate on the Physicochemical Properties, Bioactivity, and Biocompatibility of Partially Stabilized Cements. *Plos One* 2014; 9 (9):1-9.
15. Dudeja C, Taneja S, Kumari M, Singh N. An in vitro comparison of effect on fracture strength, ph and calcium ion difusión from various biomimetic materials when used for repair of simulated root resortion defects. *J Conserv Dent.* 2015; 18(4):279-83.

16. Da Silva SR, da Silva Neto JD, Veiga DF, Schnaider TB, Ferreira LM. Portland cement versus MTA as a root-end filling material. A pilot study. *Acta Cir Bras.* 2015;30(2):160-4.
17. Kim EC1, Lee BC, Chang HS, Lee W, Hong CU, Min KS.. Evaluation of the radiopacity and cytotoxicity of Portland cements containing bismuth oxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 105(1):54-7.
18. Lopez J. Resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración posterior, in vitro. *Int Endod J* 2018. 14 (8): 12-56.
19. Reyes C. Moscoso M. Comparación de la Resistencia a la Compresión de un Cemento Experimental con el Óxido de Zinc y Eugenol, Coltosol® F, Ketac™ Molar Y Clip. *Int Endod J.* 2018; 36 (12): 134- 167.
20. Borja 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). *Int Endod J.* 2018; 17 (23): 110- 139.
21. Hilton TJ, Ferracane JL, Mancl L. Northwest Practice-based Research Collaborative in Evidence-based Dentistry (NWP). Comparison of CaOH with MTA for direct pulp capping: a PBRN randomized clinical trial. *J Dent Res.* 2013;92(7):16–22.

22. Hungaro Duarte MA, Minotti PG, Rodrigues CT, Zapata RO, Bramante CM, Tanomaru M, Filho, et al. Effect of different radiopacifying agents on the physicochemical properties of white Portland cement and white mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2012;38(3):394–397.
25. Húngaro Duarte MA, Oliveira El Kadre GD, Vivan RR, Guerreiro Tanomaru JM, Tanomaru M, Filho, Moraes IG. Radiopacity of portland cement associated with different radiopacifying agents. *J Endod.* 2009;35(5):737–740.
26. Jacinto RC, Linhares-Farina G, Sposito OS, Zanchi CH, Cenci MS. Influence of 2% chlorhexidine on pH, calcium release and setting time of a resinous MTA-based root-end filling material. *Braz Oral Res.* 2015;29:1–6.
27. Marciano MA, Costa RM, Camilleri J, Mondelli RF, Guimarães BM, Duarte MA. Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. *J Endod.* 2014;40(8):1235–1240.
28. Margolis HC, Kwak SY, Yamazaki H. Role of mineralization inhibitors in the regulation of hard tissue biomineralization: relevance to initial enamel formation and maturation. *Front Physiol.* 2014;5 (1):339–339.
29. Obando Pereda GA, Torres Chávez KE, Salas Beltrán H, Hofing JF. Analysis of the chemical composition, apical sealing ability and antimicrobial properties of MTA and Portland cement. *Endodoncia (Madrid).* 2009;27(3):111–120.
30. [Mehmet B.](#) Effect of Acid Etching Procedures on the Compressive Strength of 4 Calcium Silicate-based Endodontic Cements. Elsevier. 2013; 39 (12): 1646-164.

31. Hashem A. The effect of acidity on dislodgment resistance of mineral trioxide aggregate and bioaggregate in furcation perforations. Elsevier. 2012; 38 (5): 245-249.
32. Jalal U. Influence of calcium sulphate on cement motor and characteristics behaviour at different proportions. Journal Endodontic. 2013; 36 (8): 192-200.
33. Shokouhinejad N. Effect of acidic environment on the push-out bond strength of mineral trioxide aggregate. J Endod. 2013; (36) 871-874.
34. Nekoofar MH, Stone DF, Dummer PM. The effect of blood contamination on the compressive strength and surface microstructure of mineral trioxide aggregate. Int Endod J. 2010; 43:782-91.
35. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: A comprehensive literature review-Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. J Endod. 2010; 36(1):16-27.
36. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. J Endod. 1993; 19(11):541-544
37. J. Camilleri, "Investigation of Biodentine as dentine replacement material," Journal of Dentistry, 2013b; vol. 41, no. 7, pp. 600–610.

ANEXO 1

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CEMENTOS		RESISTENCIA A LAS 24 HORAS	RESISTENCIA A LAS 48 HORAS
MTA 6mm = D 4mm = A	1	10:30am	10:30am
	2	10:34am	10:34am
	3	10:37am	10:37am
	4	10:53am	10:53am
	5	10:58am	10:58am
	6	11:03am	11:03am
	7	11:20am	11:20am
	8	11:26am	11:26am
	9	11:30am	11:30am
	10	11:50am	11:50am
MTA Repair HP 6mm = D 4mm = A	1	1:00pm	1:00pm
	2	1:06pm	1:06pm
	3	1:11pm	1:11pm
	4	1:18pm	1:18pm
	5	1:25pm	1:25pm
	6	1:32pm	1:32pm
	7	1:40pm	1:40pm
	8	1:48pm	1:48pm
	9	1:54pm	1:54pm
	10	2:01pm	2:01pm
BIODENTINE 6mm = D 4mm = A	1	10:00am	10:00am
	2	10:06am	10:06am
	3	10:12am	10:12am
	4	10:17am	10:17am
	5	10:22am	10:22am
	6	10:27am	10:27am
	7	10:32am	10:32am
	8	10:37am	10:37am
	9	10:42am	10:42am
	10	10:48am	10:48am

D = Diámetro
A = Ancho

Anexo2: RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA EMPRESA HTL.

Resultados de la Prueba de Resistencia en Mpa. DE LA máquina digital de ensayos universales (CMT-5L, LG, coreano)



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°		IE-038-2020		EDICIÓN N° 2		Página 1 de 4	
ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN CEMENTOS ODONTOLÓGICOS							
1. TESIS		"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES CEMENTOS BIOCERAMICOS: MTA, BIODENTINE Y MTA REPAIR HP, -IN VITRO, LIMA 2020"					
2. DATOS DEL SOLICITANTE							
NOMBRE Y APELLIDOS		Alessandra Junet Luis Fernandez					
DNI		76692135					
DIRECCIÓN		Mz. V1 Lt12 "el amauta"					
DISTRITO		Los Olivos					
3. EQUIPOS UTILIZADOS							
INSTRUMENTO		Maquina digital de ensayos universales CMT- 5L					
MARCA		LG					
APROXIMACIÓN		0.001 N					
INSTRUMENTO		Vernier digital de 200mm					
MARCA		Mitutoyo					
APROXIMACIÓN		0.01mm					
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS							
FECHA DE INGRESO		02		Setiembre		2020	
LUGAR DE ENSAYO		Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.					
CANTIDAD		3 Grupos					
DESCRIPCIÓN		Muestras de Cementos con dimensiones: 4 mm de diámetro y 6 mm de altura					
IDENTIFICACIÓN		Grupo 1		MTA			
		Grupo 2		Biodentine			
		Grupo 3		MTA Repair HP			
5. REPORTE DE RESULTADOS							
FECHA DE EMISION DE INFORME		09		Setiembre		2020	



Resultado de resistencia del cemento MTA a las 24h y 48h.



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°		IE-038-2020		EDICION N° 2		Página 2 de 4	
6. RESULTADOS GENERADOS							
Grupo 1				MTA - 24 horas			
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)		
1	3.99	6.00	12.50	16.66	1.33		
2	3.96	6.08	12.32	14.24	1.16		
3	3.97	5.98	12.38	17.59	1.42		
4	4.00	6.00	12.57	27.19	2.16		
5	4.03	6.00	12.76	12.85	1.01		
6	4.00	5.98	12.57	21.17	1.68		
7	4.01	5.97	12.63	19.04	1.51		
8	4.00	6.00	12.57	14.95	1.19		
9	3.99	6.03	12.50	12.27	0.98		
10	4.00	6.05	12.57	28.96	2.30		
Grupo 1				MTA - 48 horas			
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)		
11	3.94	5.97	12.19	42.75	3.51		
12	4.01	6.08	12.63	36.49	2.89		
13	4.00	6.00	12.57	32.58	2.59		
14	3.98	6.00	12.44	68.82	5.53		
15	4.00	6.00	12.57	52.51	4.18		
16	4.08	6.00	13.07	51.51	3.94		
17	4.03	5.98	12.76	53.12	4.16		
18	3.96	6.01	12.32	111.21	9.03		
19	4.00	6.01	12.57	79.52	6.33		
20	3.98	5.98	12.44	110.52	8.88		



Resultado de resistencia del cemento BIODENTINE a las 24h y 48h.



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°		IE-038-2020		EDICION N° 2		Página 3 de 4	
Grupo 2		Biodentine -24 horas					
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)		
1	4.01	6.00	12.63	569.50	45.09		
2	3.98	6.03	12.44	569.57	45.78		
3	3.99	5.98	12.50	584.28	46.73		
4	3.98	6.01	12.44	728.44	58.55		
5	3.98	6.00	12.44	756.50	60.81		
6	3.97	6.08	12.38	487.51	39.38		
7	4.00	5.98	12.57	689.68	54.88		
8	4.00	6.00	12.57	709.77	56.48		
9	4.01	6.03	12.63	738.41	58.47		
10	3.98	6.01	12.44	580.33	46.65		
Grupo 2		Biodentine – 48 horas					
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)		
11	4.00	6.01	12.57	928.16	73.86		
12	3.98	5.98	12.44	833.47	66.99		
13	4.01	5.99	12.63	820.96	65.00		
14	4.03	5.97	12.76	976.24	76.53		
15	4.01	6.01	12.63	912.75	72.27		
16	4.00	6.01	12.57	911.11	72.50		
17	3.98	5.99	12.44	804.63	64.68		
18	3.98	5.98	12.44	913.43	73.42		
19	3.99	6.01	12.50	844.33	67.53		
20	4.00	5.98	12.57	840.41	66.88		



Resultado de resistencia del cemento MTA REPAIR a las 24h y 48h.



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°		IE-038-2020		EDICION N° 2		Página 4 de 4	
Grupo 3			MTA Repair HP – 24 horas				
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)		
1	4.03	6.03	12.76	28.25	2.21		
2	4.05	6.04	12.88	29.32	2.28		
3	4.02	6.01	12.69	35.01	2.76		
4	4.01	6.00	12.63	33.45	2.65		
5	3.98	5.98	12.44	33.54	2.70		
6	3.99	6.02	12.50	31.49	2.52		
7	4.02	6.00	12.69	34.44	2.71		
8	4.08	6.00	13.07	33.48	2.56		
9	4.04	5.99	12.82	29.36	2.29		
10	4.01	5.98	12.63	31.45	2.49		
Grupo 3			MTA Repair HP – 48 horas				
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)		
11	4.05	6.02	12.88	39.04	3.03		
12	3.98	6.00	12.44	37.63	3.02		
13	4.01	6.02	12.63	38.33	3.04		
14	4.04	6.01	12.82	37.41	2.92		
15	4.01	6.00	12.63	38.98	3.09		
16	4.02	6.02	12.69	37.41	2.95		
17	4.05	6.03	12.88	37.48	2.91		
18	3.97	6.04	12.38	35.87	2.90		
19	4.01	6.01	12.63	36.92	2.92		
20	4.03	6.01	12.76	35.30	2.77		
• Velocidad de ensayo 1 mm/min							
7. CONDICIONES AMBIENTALES		TEMPERATURA : 19 °C HUMEDAD RELATIVA : 68 %					
8. VALIDÉZ DE INFORME		VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME					
  HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE		 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE					
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN							
ING. MECANICO							
LABORATORIO HTL CERTIFICATE							

ANEXO 3: Constancia del LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES.
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES.

CONSTANCIA

N°007-2020

EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. DEJA CONSTANCIA:

Es grato dirigirme a Ud. Para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C y al mismo tiempo comunicarle la aceptación de desarrollo del proyecto de tesis denominado "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES CEMENTOS BIOCERAMICOS: MTA, BIODENTINE Y MTA REPAIR HP, - IN VITRO, LIMA 2020" para realizar ensayos de compresión en cilindros de cementos odontológicos de la Bachiller Alessandra Junet Luis Fernández, con DNI: 76692135, facultad de odontología de la Universidad Norbert Wiener.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 11 Octubre del 2020



ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN

Jefe de Ensayo Mecánicos

Laboratorio HTL Certificate



Anexo N° 3 Validación de Instrumento



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: **Malpartida Quispe, Federico Martin**
 1.2 Cargo e Institución donde labora: **Secretario Académico FCS – Universidad Wiener**
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: **Ficha de Recolección de Datos**
 1.4 Autor(es) del Instrumento: **Alessandra Junet Luis Fernández**
 1.5 Título de la Investigación: **“Resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos: MTA, BIODENTINE Y MTA REPAIR HP, - IN VITRO. LIMA 2020”**

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.					X
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)						
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 1$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado <input type="radio"/>	[0,00 – 0,60]
Observado <input type="radio"/>	<0,60 – 0,70]
Aprobado <input checked="" type="radio"/>	<0,70 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:
 Existe suficiencia en la aplicación del instrumento

Lima, 11 de junio de 2021



 Dr. Federico Martin Malpartida Quispe
 Secretario Académico
 Facultad de Ciencias de la Salud
 Universidad Norbert Wiener
 Universidad Privada Norbert Wiener
 Firma y sello

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Alamo Palomino Jorge Luis Armandó
 1.2 Cargo e Institución donde labora: USMP
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos
 1.4 Autor(es) del Instrumento: Alessandra Junet Wis Fernandez
 1.5 Título de la Investigación: Resistencia a la compresión de tres cementos
 bioresinador: MTA, MTA Repair HP y Biodentine. In vitro. Lima 2020

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.					X
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)						
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} =$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	[0,00 – 0,60]
Observado	<0,60 – 0,70]
Aprobado	<0,70 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Es aplicable.

, 10 de junio del 2021

Dr. Jorge Luis A. Alamo Palomino
 Cariología y Endodoncia
 C.O.E. 15700 R.M.E. 622
 Firma y sello

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: ARTURO LÓPEZ ANZANI
 1.2 Cargo e Institución donde labora: DOCENTE UIGV
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
 1.4 Autor(es) del Instrumento: ALESSANDRA JUNET LUIS FELIQUANDEZ
 1.5 Título de la Investigación: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS UTA, UTA REPAIR Y BIODENTINE. IN VITRO.

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					✓
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					✓
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					✓
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.					✓
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognoscitivas.					✓
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.					✓
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					✓
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.					✓
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)						
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} =$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado <input type="radio"/>	[0,00 - 0,60]
Observado <input type="radio"/>	<0,60 - 0,70]
Aprobado <input checked="" type="radio"/>	<0,70 - 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: CONFORME

LIMA, 12 de JUNIO del 2021


 DR. ARTURO ANZANI
 CIRUJANO DENTISTA
 COP. 8928
 Firma y sello

Anexo 4 Imágenes de los cementos experimentales.

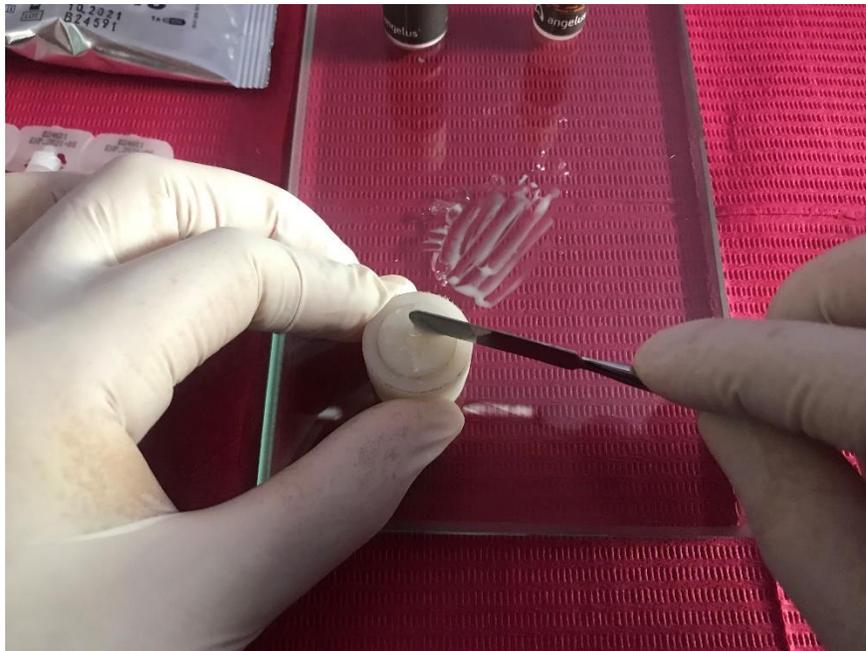


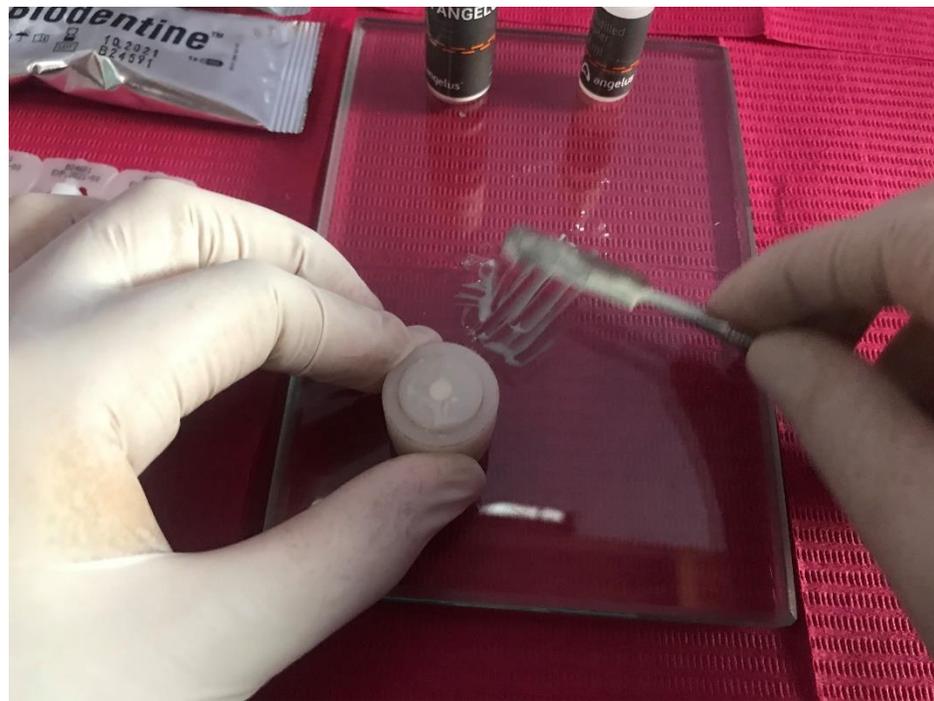
Imágenes de elaboración de especímenes.





Imágenes de elaboración de especímenes.





Los especímenes del cemento Biodentine se utilizó el Amalgamador para su elaboración.





ESPÉCIMEN

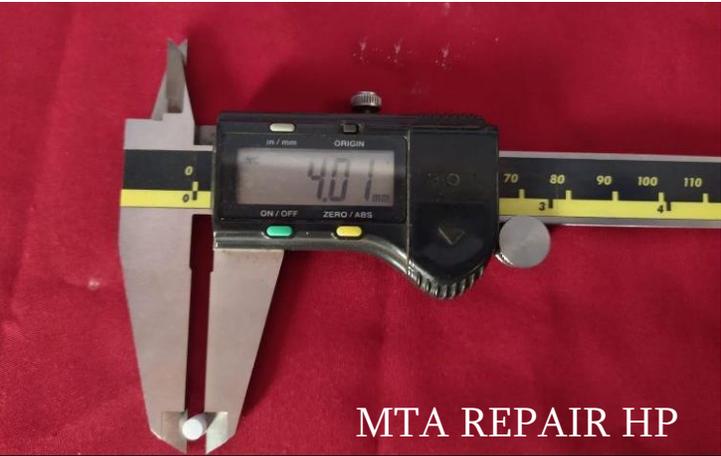
AMALGAMADOR

Imágenes de los especímenes.



Imágenes del procedimiento de recopilación de datos en la máquina digital de ensayos universales CMT-5L, LG.

Calibración de las muestras de cementos en diámetro antes de someterse a la prueba de resistencia



Imágenes del procedimiento de recopilación de datos en la máquina digital de ensayos universales CMT-5L, LG.

Calibración de las muestras de cementos en altura antes de someterse a la prueba de resistencia



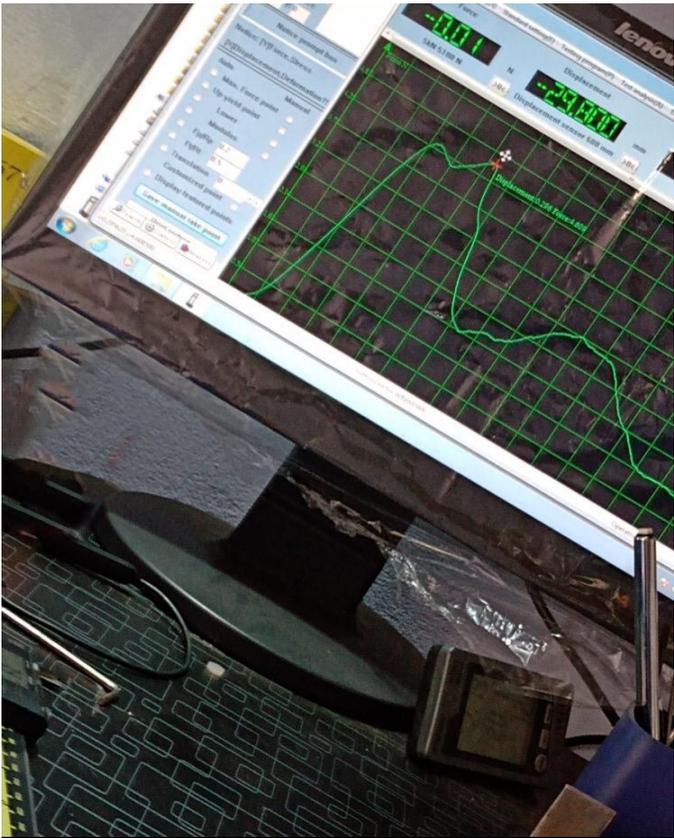
Imágenes del procedimiento de recopilación de datos en la máquina digital de ensayos universales CMT-5L, LG.

Muestras sometidas a una carga compresiva que inicial fue de 100 kN a una velocidad de 1mm/min hasta que la muestra se fracturó en la Máquina Digital de Ensayos Universales CMT-5L, LG.



Imágenes del procedimiento de recopilación de datos en la máquina digital de ensayos universales CMT-5L, LG.

Los resultados de las muestras se midieron en un programa de la Maquina Digital de Ensayos Universales y los datos fueron obtenidos en megapascal (MPa.).



ANEXO 5

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS: MTA, BIODENTINE Y MTA REPAIR HP, - IN VITRO. LIMA 2020”

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos el MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿Cuál es la resistencia a la compresión a las 24 horas de tres cementos biocerámicos, MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro?</p>	<p>General:</p> <p>Evaluar la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos: MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro</p> <p>Específicos</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión a las 24 horas de tres cementos biocerámicos, MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro.</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión a las 48 horas de tres cementos</p>	<p>General</p> <p>Existe diferencias significativa entre la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos: MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro.</p> <p>Específicos:</p> <p>Hi: Las diferencias fueron significativas entre la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos: MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro.</p>	<p>Tipo:</p> <p>Aplicada.</p> <p>Diseño:</p> <p>Experimental in – vitro Comparativo Longitudinal</p> <p>Enfoque:</p> <p>Cuantitativo.</p> <p>VARIABLE:</p> <p>Independiente:</p> <p>Cementos dentales restauradores</p> <p>Dependiente:</p> <p>Resistencia a la compresión</p> <p>POBLACION:</p> <p>La población fue compuesta por 60</p>	<p>En la tabla 1, se observa la resistencia a la compresión de los tres cementos biocerámicos. La resistencia calculada para Biodentine presentó una media de 50.25 ± 7.35 MPa, más elevada en comparación a MTA Repair HP que presentó una resistencia media de 2.40 ± 0.18 MPa y que MTA con una media 1.35 ± 0.43 MPa.</p> <p>En la tabla 2, se aprecia la resistencia a la compresión a las 24 horas de los tres cementos biocerámicos. La resistencia calculada para Biodentine presentó una media de 51.28 ± 7.36 MPa, más elevada en comparación a MTA Repair HP que presentó una resistencia media de 2.51 ± 0.20 MPa y que MTA con</p>	<p>Para la resistencia, en comparación de los 3 cementos, se obtuvo que el Biodentine presenta una mayor resistencia a las 48 horas que a las 24 horas.</p> <p>La resistencia a la compresión del MTA a las 48 horas (3.69MPa) fue mayor que a las 24 horas (2.51MPa), encontrándose una diferencia con relación al tiempo.</p> <p>La resistencia a la compresión del MTA Repair HP a las 48 horas (2.96MPa) fue mayor que a las 24 horas</p>

<p>¿Cuál es la resistencia a la compresión a las 48 horas de tres cementos biocerámicos, MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro?</p> <p>¿Cuál de los cementos es el más resistente a la compresión a las 24 y 48 horas in vitro?</p>	<p>biocerámicos, MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro.</p> <p>Comparar la resistencia a la compresión del MTA, Biodentine y el MTA Repair HP a las 24 y 48 horas in vitro.</p>	<p>Ho: Las diferencias no fueron significativas entre la resistencia a la compresión de tres cementos biocerámicos: MTA, MTA Repair HP y Biodentine in vitro.</p>	<p>cuerpos de prueba de cementos biocerámicos.</p> <p>MUESTRA: Son tres tipos de cementos, de las siguientes marcas: MTA - ANGELUS, MTA REPAIR HP – ANGELUS Y BIODENTINE – SEPTODONT. Fueron 20 muestras de prueba de cada cemento.</p>	<p>una media 1.47 ± 0.45 MPa ($p < 0.0001$).</p> <p>En la tabla 3 se encuentra resumidos los resultados de la resistencia a la compresión a las 48 horas de los tres cementos biocerámicos analizados. En este análisis, la resistencia del cemento Biodentine presentó la media más elevada (69.97 ± 4.20) en comparación al MTA Repair HP (2.96 ± 0.09) y MTA (5.10 ± 2.31), con una diferencia significativa.</p> <p>La tabla 4 muestra la comparación de las medias con relación al análisis de compresión de los tres cementos biocerámicos, donde el Biodentine resultó presentar mayor resistencia a la compresión 50.25 MPa con relación a los cementos MTA 1.35 MPa y MTA Repair HP 2.40 MPa, la resistencia fue mayor para el Biodentine a las 24 y 48 horas.</p>	<p>(1.47MPa) con una diferencia en función al tiempo.</p> <p>La resistencia a la compresión del Biodentine a las 48 horas (69.97 MPa) fue mayor que a las 24 horas (51.28MPa) obteniéndose una diferencia significativa.</p>
--	--	---	--	---	--

