



**Universidad
Norbert Wiener**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Escuela Académico Profesional de Odontología

Tesis

“Evaluación in vitro de la solubilidad química de materiales desilicato de calcio: THERACAL LC ®, BIODENTINE ® Y MTA”


Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Presentado por: Zevallos Meneses, Nicole Fabiola

ASESOR: Mg.CD. Huamani Caquiamarca, Yuliana Esther

LIMA – PERÚ

2023

| | | | |
|--|---|------------------------------------|--------------------------|
|  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, NICOLE ZEVALLOS MENESES 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 SOLUBILIDAD QUÍMICA DE MATERIALES DE SILICATO DE CALCIO: THERACAL LC ®, BIODENTINE ® Y MTA** Asesorado por el docente: Mg.CD YULIANA HUAMANI CAQUIAMARCA DNI 41236087 ORCID: 00000 002-0155-5417 tiene un índice de 20 veinte % con código verificable ID: oíd 14912: 242029618 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.



Nicole Fabiola Zevallos Meneses
 DNI: 71983011



Mg. CD YULIANA HUAMANI CAQUIAMARCA
 DNI: 41236087

Lima, 05 de abril de 2023

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a dios,
a mis padres por haberme apoyado
a concluir mi carrera, a mi hermana
siempre están conmigo y a mi hija
por hacer una mejor persona día a día.

AGRADECIMIENTO

Un Especial agradecimiento a mi asesora
Yuliana Huamani por su constante apoyo.
A mis docentes por sus enseñanzas a lo
largo de mi etapa universitaria.

ASESOR DE TESIS

Mg.CD. Huamani Caquiamarca Yuliana Esther

JURADO

Presidente

Esp.CD Menacho Angeles, Gregorio Lorenzo

Secretario

Mg. Esp.CD Guillen Galarza, Carlos Enrique

Vocal

Mg. Esp.CD Llerena Meza, Veronica

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-------------------------------|
| DEDICATORIA..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| AGRADECIMIENTO | ¡Error! Marcador no definido. |
| ASESOR(A) DE TESIS | ¡Error! Marcador no definido. |
| JURADO | ¡Error! Marcador no definido. |
| ÍNDICE GENERAL | ¡Error! Marcador no definido. |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| RESUMEN..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| ABSTRACT | ¡Error! Marcador no definido. |
| I. INTRODUCCIÓN | xii |
| 1. EL PROBLEMA | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.2. Formulación del problema | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.1.1. Problema Principal | |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.1.2. Problemas específicos..... | 2 |
| 1.3.Objetivos | |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| 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..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.1. Método de la investigación | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.2. Enfoque de la investigación..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.3. Tipo de investigación..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.4. Diseño | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.5. Población y muestra..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 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..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | ¡Error! Marcador no definido. |
| 5.1. Conclusiones..... | 41 |
| 5.2. Recomendaciones | 41 |
| REFERENCIAS | 43 |
| ANEXOS | ¡Error! Marcador no definido. |

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: solubilidad del theracal lc frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos...30

Tabla 2: solubilidad del biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos...31

Tabla 3: solubilidad del mta frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos...32

Tabla 4: comparación del grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio theracal lc, mta y biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos...33

Tabla 5: prueba de comparaciones múltiples por pares o test de dunn del grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio theracal lc, mta y biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos...34

Índice de gráficos

Figura 1. Diagrama de cajas y bigotes de la solubilidad del theracal lc ® frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos...30

Figura 2. D De la solubilidad del biodentine ® frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos...31

Figura 3. Diagrama de cajas y bigotes de la solubilidad del MTA frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos...32

Figura 4. Diagrama de cajas y bigotes de la solubilidad del theracal lc, biodentine y mta frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos...33

RESUMEN

Objetivo: Comparar el grado de solubilidad de tres materiales de silicato de calcio frente a la acción del hipoclorito de sodio.

Metodología: La muestra estuvo compuesta por 45 discos, divididos en 15 para cada grupo de materiales de silicato de calcio. El estudio desarrollado fue experimental de corte longitudinal, comparativo, en el que se determinó la solubilidad de 3 materiales de silicato de calcio BIODENTINE, MTA Y THERACAL in vitro a los 30 minutos de estar en hipoclorito de sodio. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba estadística de PRUEBA H DE KRUSKAL-WALLIS y prueba de post-hoc.

Resultados: La media de solubilidad para Theracal Lc frente a la acción de hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos fue de 0.21 con una desviación estándar respecto a la media de 0.18; el valor de la mediana fue de 0.14 y el rango intercuartílico de 0.13. La media de solubilidad para Biodentine frente a la acción de hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos fue de 1.95 con una desviación estándar respecto a la media de 0.52; el valor de la mediana fue de 1.93 y el rango intercuartílico de 0.77. La media de solubilidad para Mta frente a la acción de hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos fue de 1.46 con una desviación estándar respecto a la media de 0.18; el valor de la mediana fue de 1.53 y el rango intercuartílico de 0.16.

Conclusión: Existen diferencias significativas en el grado de solubilidad entre Biodentine y Theracal LC y entre MTA y Theracal Lc.

Palabra clave: solubilidad, determinar, silicato de calcio.

ABSTRACT

Objective: To compare the degree of solubility of three calcium silicate materials against the action of sodium hypochlorite.

Methodology: The sample consisted of 45 discs, divided into 15 for each group of calcium silicate materials. The study carried out was experimental with a comparative longitudinal cut, in which the solubility of 3 calcium silicate materials BIODENTINE, MTA and THERACAL was determined in vitro after 30 minutes of being in sodium hypochlorite. Statistical analysis was performed using the KRUSKAL-WALLIS H TEST statistical test and post-hoc test.

Results: The mean solubility for Theracal Lc against the action of 2.5% sodium hypochlorite for 30 minutes was 0.21 with a standard deviation from the mean of 0.18; the median value was 0.14 and the interquartile range was 0.13. The mean solubility for Biodentine against the action of 2.5% sodium hypochlorite for 30 minutes was 1.95 with a standard deviation from the mean of 0.52; the median value was 1.93 and the interquartile range was 0.77. The mean solubility for Mta against the action of 2.5% sodium hypochlorite for 30 minutes was 1.46 with a standard deviation from the mean of 0.18; the median value was 1.53 and the interquartile range was 0.16.

Conclusion: There are significant differences in the degree of solubility between Biodentine and Theracal LC and between MTA and Theracal Lc.

Key word: solubility, determine, calcium silicate.

INTRODUCCIÓN

Los materiales de silicato de calcio, son materiales odontológicos que siguen en evolución con respecto a sus características fisicoquímicas buscando brindar la solubilidad a los materiales que están expuestos logrando así un material alternativo y eficaz para ser utilizados en apexificación y tratamientos restauradores en el campo odontológico.

El desarrollo de la investigación tomo en cuenta los capítulos divididos de la siguiente forma:

en el capítulo 1, se realizó el planteamiento del problema con sus respectivas preguntas de investigación y objetivos, también se justificó la importancia la importancia del estudio, además las limitaciones que se tuvieron durante su desarrollo, en el capítulo 2 describe los antecedentes y base teórica del tema de estudio concluyendo con la formulación de hipótesis.

En el capítulo 3 la metodológica de la investigación se explica el método y diseño propuesto, las técnicas para el análisis de datos y los procesos éticos que se tomaron en cuenta en el proceso. El capítulo 4 se describen los resultados obtenidos con sus respectivas discusiones a la luz de la evidencia científica previa, por último, en el capítulo 5 son las conclusiones y recomendaciones de la investigación a presentar.

I. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Los materiales de silicato calcio son desarrollados por Torabinejad ¹ y pueden considerarse como gran evolución de los materiales dentales debido que ha cambiado el pronóstico de muchos casos que alguna vez se consideraron casi imposibles. El primer cemento de silicato de calcio es el Mineral trióxido agregado (MTA) con aplicaciones clínicas quirúrgicas y no quirúrgicas, como directo recubrimiento de la pulpa, el material de relleno temporal, las reparaciones de perforación en las raíces o en las furcaciones², la apexificación y rellenos de ápices. A pesar de la alta eficacia clínica del cemento MTA, siempre hubo limitaciones principalmente con respecto a su largo tiempo de fraguado y manipulación difícil ^{2,3}.

Por lo que surgió el cemento bioactivo de silicato de calcio, Biodentine como un "sustituto de la dentina", el cual ha sido formulado utilizando tecnología de cemento basada en MTA y, por lo tanto; afirman mejoras de algunas de las propiedades mecánicas y químicas⁴. Siendo utilizado en endodoncia y el recubrimiento pulpar⁵.

El objetivo del cemento sellador es tener un óptimo sellado, evitando así la infiltración bacteriana y la difusión de toxinas bacterianas desde el sistema del conducto radicular a los tejidos periradiculares ⁶. Entre otras propiedades deseables, también debe ser estable, no reabsorbible, no afectado por la presencia de humedad e insoluble; además las propiedades químicas, insolubilidad han sido mencionadas como cualidad importante de los cementos endodónticos y así poder proporcionar un sellado a largo plazo y evitar fugas de la cavidad oral y del tejido peri apical ^{6,7}.

Estudios realizados al MTA han establecido baja solubilidad en comparación a diferentes materiales como resinas y cementos de ionómero de vidrio de acuerdo a las normas ISO 6876 que establecen el límite aceptable de pérdida de peso para la prueba de solubilidad en 3%⁸.

Se ha reportado evidencia científica sobre los resultados favorables de los cementos selladores respecto a sus propiedades mecánicas, físicas y antimicrobianas como un excelente cemento reparador, pero se tiene poca literatura científica sobre las propiedades químicas de solubilidad del Biodentine y Theracal LC en comparación al MTA frente a la acción de soluciones utilizadas en tratamientos endodónticos como el hipoclorito de sodio ^{9,10}.

Es por esta razón, que se formuló el siguiente objetivo, evaluar el grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio Theracal LC, Biodentine y el MTA frente a la acción del hipoclorito de sodio.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál será el grado de solubilidad de tres materiales de silicato de calcio frente a la acción del hipoclorito de sodio?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la solubilidad de Theracal LC en hipoclorito de sodio al 2,5 % durante 30 minutos?
- ¿Cuál es la solubilidad del Biodentine en hipoclorito de sodio al 2,5% durante 30 minutos?
- ¿Cuál es la solubilidad del MTA en hipoclorito de sodio al 2,5% durante 30 minutos?
- ¿Cuál es el grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio Theracal LC, en comparación al MTA y Biodentine en hipoclorito de sodio al 2,5% durante 30 minutos?

1.3. Justificación

1.3.1. Teórica

Es de relevancia teórica al conocimiento científico sobre la respuesta química de solubilidad de los materiales de base silicato de calcio como el nuevo Theracal LC, MTA y Biodentine® frente a la exposición del hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones en un tiempo determinado, sirviendo al endodoncista para que pueda conocer las bondades y respuesta de solubilidad de los materiales biocerámicos experimentales.

1.3.2. Social

A nivel social este estudio contribuye a la par de otros estudios en la evaluación del comportamiento químico de los materiales endodónticos en tratamientos que beneficiaría a los pacientes y la comunidad odontológica al poder optar mejores protocolos clínicos.

1.3.3. Práctica

Es de relevancia clínica debido a que se investigó los materiales de silicato de calcio más utilizados en el mercado que estarán en contacto con el irrigante endodóntico hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones y permitirá conocer su respuesta y características que ofrecen en respuesta a su solubilidad en los tratamientos odontológicos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Comparar el grado de solubilidad de tres materiales de silicato de calcio frente al hipoclorito de sodio.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el grado de solubilidad del Theracal Lc frente al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.
- Determinar el grado de solubilidad del Biodentine frente al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.
- Determinar el grado de solubilidad del MTA frente al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.
- Determinar el grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio Theracal LC, MTA y Biodentine frente al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.

1.5. Delimitaciones de la investigación

1.4.1 Temporal

- La presente ejecución de la investigación se realizó en un periodo de la pandemia Covid 19, pero se contó con los permisos y medidas de bioseguridad para los ensayos de laboratorio.

1.4.2 Espacial

- Por los motivos de la pandemia Covid-19, no emplean los laboratorios de la Universidad Norbert Wiener, pero se contó con el apoyo de un laboratorio certificado Hight Technology para la ejecución de los ensayos mecánicos de la presente investigación.

1.4.3. Recursos

- El presente proyecto fue autofinanciado por el investigador.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Galal, et al. (2020), evaluaron la composición química, la solubilidad, el cambio de pH y la liberación de iones de calcio del cemento de reparación endodóntico agregado de trióxido mineral (MTA). Para evaluar el cambio de pH y la liberación de iones de calcio, los tubos de polietileno llenos con los materiales se sumergieron en agua destilada durante 7 y 14 días. La medición del cambio de pH se realizó mediante un medidor de pH analítico. Los resultados mostraron una solubilidad significativamente más baja y valores de pH más altos muestra de MTA se pesó inicialmente para determinar la masa inicial. A continuación, las muestras se sumergieron inmediatamente en 100 ml de PBS (1,7 g de KH_2PO_4 , 11,8 g de Na_2HPO_4 , 80,0 g de NaCl y 2,0 g de KCl en 10 L de H_2O) a 37°C y $\text{pH} = 7,2$. El nivel de significación se fijó en $P \leq 0,05$.¹¹.

Tiwati, et al. (2020), evaluaron los efectos de las soluciones de irrigación de clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 3% (NaOCl)TM. Las muestras se dividieron en tres grupos de materiales de reparación de raíz EndoSequence (ERRM), Biodentine® y MTA Plus. Los tres grupos se sumergieron en NaOCl y gluconato de clorhexidina (CHX), respectivamente, durante 30 minutos, se enjuagó con agua destilada y se dejó reposar durante 48 h 37°C . Los resultados del material de reparación de raíz Biodentine® demostró tener la mayor resistencia a la solubilidad de 0.24 ± 0.31 20 0.571 - 0.650 0.248¹².

Sudan, et al. (2020), el presente estudio comparó el MTA con Biodentine® como material restaurador. Los resultados del valor medio de solubilidad de MTA en el grupo I a 1 día fue de 1.65, a los 3 días fueron 1,68, a los 10 días 2,10, a los 30 días 2,50 y a los 60 días 2,63. El valor medio de solubilidad de Biodentine® en el grupo II a 1 el día era 1.99, a los 3 días era 2.14, a los 10 días era 2.84, a los 30 días era 3.64 y a los 60 días era 5.40. En el grupo I, el pH a las 2 horas fue de 9,24, a las 6 horas fue de 9,24, a las 24 horas fue de 9,28, a los 7 días fue de 8,82 y a los 28 días fue de 7,65. En grupo II, era 8.97 a las 2 horas, 9.34 a las 6 horas, a las 24 horas era 9.60, a los 7 días era 8.21 y a los 28 días era 7.75. En conclusión, el Biodentine® exhibió una mayor solubilidad y pH en comparación con la MTA en diferentes intervalos de tiempo¹³.

Gásperi, et al. (2020), el propósito de este estudio fue investigar y comparar las propiedades de material de silicato de calcio modificado con resina (TheraCal LC), utilizado para el recubrimiento pulpar, con MTA (Angelus) y un cemento de hidróxido de calcio (Dycal). Se prepararon en moldes de teflón (3,58 mm x 3 mm) y se midieron antes y después de la inmersión en agua destilada durante 24 h y 30 días para evaluar el cambio dimensional. El porcentaje de expansión de TheraCal LC estuvo por encima con 1.31 ± 1.21 el MTA tuvo con valores de -0.034 ± 0.20 , esto fue a las 24 horas mientras a los 30 días los resultados de solubilidad fueron 3.89 ± 1.7^{bB} para el theracal mientras para el MTA fue 0.019 ± 0.42^{aA} ¹⁴

Vergalito, et al. (2020), se determinó la solubilidad en agua en ensayos in-vitro de un cemento reparador endodóntico a base de un conglomerado de trióxidos minerales (MTA), en el ensayo de solubilidad en agua durante 24 h. se encontró un incremento de masa (1,83 %) y la presencia de sólidos en las aguas de lavado (2,23 %). El MTA tiene una composición similar y la solubilidad determinada es de $2,00 \pm 0,11$ %, similar al encontrado en este trabajo. Es importante destacar

que se han reportado valores de solubilidad de materiales de composición similar al estudiado en este trabajo, en un rango de 0,82 – 3,7 % (3, 6-8, 10, 14, 15). El valor encontrado en este trabajo se encuentra en ese rango de solubilidad.¹⁵

Pusphpa, et al. (2018), el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los ambientes ácidos, neutros y alcalinos en la solubilidad del MTA y Biodentine® (BD), se dividieron aleatoriamente en tres grupos de A, B y C (n = 12) con valores de pH de 7.4, 4.4 y 10.4, respectivamente, y se utilizó un molde vacío como control. Cada grupo se dividió en dos subgrupos (1 y 2) según el material estudiado. Las muestras en los grupos A, B y C. Los resultados tanto MTA como BD exhibieron la mayor solubilidad en pH ácido con 5.4235 ± 0.1834 y 10.7516 ± 0.0639 valores medios de solubilidad acumulada en un intervalo de 30 días, respectivamente. En todos los tiempos de exposición, BD fue significativamente más soluble que MTA. En conclusión, el ambiente periapical ácido puso en peligro la solubilidad de MTA y BD, afectando sus características de sellado en aplicaciones clínicas como procedimientos de reparación de perforación y canales¹⁶.

Dabbagh NK, et al. (2021), el objetivo del estudio experimental in vitro, se prepararon 90 discos con diámetro de 1,3mm las muestras tuvieron una división de 9 grupos de 10 se aplicaron ProRoot MTA, Biodentine y TheraCal en los grupos 1-3, 4-6 y 7-9, respectivamente. se midió después de 15 minutos, cuatro horas y tres días y se determinó el modo de fallo el biodentine mostro 7.07 a los 15 minutos a las 4 horas mostro 8.13 y a los 30 días 14.94, mientras el theracal mostro a los 15 minutos 12.82 a las 4 horas 16.58 y a los 30 días 15.1 en cada tiempo se observaron diferencias significativas .¹⁷

Kim, et al. (2020), el propósito de este estudio fue evaluar la biocompatibilidad y la bioactividad de materiales de recubrimiento pulpar: ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental Specialties), Biodentine (Septodont), TheraCal LC (Bisco) y Dycal (Dentsply Caulk) en células madre de pulpa dental humana. Los discos experimentales (diámetro, 7 mm; altura, 4 mm) fueron almacenadas en incubadoras a 37°C durante 48 horas, La viabilidad celular y la migración celular no difirieron significativamente entre ProRoot MTA, Biodentine y el control ($p > 0,05$). TheraCal LC mostró una migración celular más lenta en los días 2 a 4 en comparación con el control ($p < 0,05$), y Dycal no mostró migración celular. La actividad ALP fue más alta con Biodentine en los días 10 y 14, y disminuyó con TheraCal LC y Dycal ($p < 0,05$). En el ensayo ARS, las hDPSC cultivadas en aluatos ProRoot MTA y TheraCal LC mostraron una formación de nódulos mineralizados significativamente mayor en el día 21 en comparación con Biodentine, Dycal y el control ($p < 0,05$). Estos hallazgos indican que ProRoot MTA, Biodentine y TheraCal LC exhiben mejor biocompatibilidad y bioactividad que Dycal.¹⁸

Alazrag, et al., (2020) evaluó la solubilidad y biocompatibilidad de TheraCal LC en comparación con el agregado de trióxido mineral (MTA-Angelus) y Biodentine cuando se usa como material de reparación de perforaciones de furca. La solubilidad se midió después de una semana por el método estándar, Biodentine ($3,361178 \pm 0,2621\%$, valor mínimo=2,1% y valor máximo=4,3%), que fue seguido por el MTA-Angelus (valor medio= $1,742891 \pm 0,396973\%$, valor mínimo=0,51% y valor máximo=3%). Mientras que el porcentaje de solubilidad media más bajo se registró TeraCal LC (media= $1,566595 \pm 0,33298\%$, valor mínimo=0,25 % y valor máximo=2,3 %).¹⁹

Zvietovich, et al. (2022), el objetivo de este estudio experimental fue evaluar el grado de micro filtración en obturación retrogradas, las muestras se estandarizaron a 15mm se dejó reposar en contenedores herméticos con gasas humedecidas durante 24 horas, después Se almacenaron las muestras en una incubadora a 37° por 7 días, pasado este tiempo se sumergieron las muestras en azul de metileno al 1% (BIODISC, Perú) durante 8 horas y se evaluó la micro filtración con un estereomicroscopio Los valores obtenidos dieron como resultados que el grupo 1 (Biodentine) presentó un valor mínimo de 0mm y un valor máximo de 1.879mm, con una media de 0.346mm con una de 0.635mm, el grupo 2 (MTA) tuvo un valor mínimo de 0mm y un valor máximo de 4.427mm , con una media de 1.428mm con una de 1.437.²⁰

2.2. Bases teóricas

Materiales de silicato de calcio

Los materiales biocerámicos son ampliamente usados en el campo de la odontología restauradora y tratamientos endodónticos. Siendo características principales su bioactividad, biocompatibilidad y propiedades físico- mecánicas. El material biocerámico utilizado como estándar de oro en diversos procedimientos clínicos es el agregado de trióxido mineral MTA⁵⁻⁷.

Mineral trióxido agregado – MTA

Material bioactivo conductor de tejido duro, tejido inductivo duro, y biocompatible, contiene 53.1% de silicato tricálcico, 22.5% de silicato dicálcico, 21.6% de óxido de bismuto, y pequeñas proporciones de aluminato tricálcico y sulfato de calcio⁸.

MTA, promueve el cemento génesis y dentinogénesis. Causando así la reparación y deposición del tejido gracias a su capacidad para aumentar la deposición de carbonato de apatita, liberando hidróxido de calcio, el cual interactúa junto al ion fosfato de los fluidos formando apatita y fosfato de calcio, mediante el cual rellena los espacios entre fibras colágenas formando estructuras duras como cemento y dentina⁹.

Material biocompatible, con una gran capacidad de sellado; es menos citotóxico que el cemento IRM®^{18,19,21}. El MTA no se modifica con la adhesión celular, posee a la vez una excelente capacidad para lograr la reparación apical; una vez mezclado con clorhexidina va a ejercer su efecto antibacteriano liberando minerales, promoviendo la formación de tejido duro^{7,8}.

Valor del pH

Su pH después de mezclarlo es de 10,2 y luego de las 3 horas en las que se fragua, se estabiliza su pH en 12,5 luego de adicionar material de obturación apical, este pH induce a formación del tejido duro⁹.

Radiopacidad

Su medida opacidad es de 7.17 mm equivalente a un espesor de aluminio, siendo menos radiopaco que la gutapercha y que la dentina, fácilmente se ve en placas radiográficas⁹.

Tiempo de endurecimiento

Solidifica de 3 a 4 horas, va añadido al tamaño de la partícula, así como también de la proporción polvo - líquido, su temperatura, del agua y aire comprimido; Se considera que el material usado para el sellado de perforaciones y para la obturación conservadora, tienen que fraguar de forma rápida, así como su colocación dentro de la cavidad evitando así contracción de la mezcla¹⁰.

Solubilidad

Hay artículos realizados sobre la solubilidad que no evidencian signos relevantes de solubilidad con agua para la amalgama y el MTA; como también hay otros estudios que siendo vista la solubilidad por inmersión en agua destilada con MTA Ángelus pasado 7 días de inmersión resultado $-1,36(\pm 0,69)$ %, luego de 30 días presento $4,12(\pm 2,06)$; en otras pruebas de inmersión con solución salina balanceada de Hank el MTA White Ángelus presento un incremento de su solubilidad luego de transcurrido 30 días $0,0242 (\pm 0,0020)$ ¹¹⁻¹³.

La solubilidad percibida para el MTA puede agregarse con la presencia del óxido de bismuto, siendo este el radiopacificador, que va a aumentar la porosidad del biocerámico, como también disminuir su estabilidad mecánica e incrementar así su solubilidad¹⁴.

Manipulación

El polvo, debe estar guardado en recipientes sellados sin presencia de humedad. Se debe de usar preferiblemente proporción 3:1) sobre 1gr de porción de polvo siendo mesclado con agua estéril

((proporción 3:1) sobre una platina o sobre un papel adecuado con una espátula de plástico; si se observa humedad sobre la platina se debe limpiar con una gasa¹⁵.

Para lograr su fraguado se necesita humedad; por lo que al dejar la mezcla sobre la platina va a originarse la deshidratación del material obteniendo de esta manera una textura seca¹⁶.

Biodentine®

Material bioactivo suplente de dentina agregado de silicato tricálcico, carbonato de calcio, óxido de zirconio a base de agua que contiene cloruro de calcio como incrementar el fraguado y reductor de agua del agente¹⁷.

Fue elaborado por Septodont (2010), tiene buenas propiedades mecánicas, una excelente biocompatibilidad, fraguado rápido y comportamiento bioactivo; se le llegó a considerar como un reemplazo a la dentina cuando presenta un daño excesivo, clínicamente es de fácil manejo, con un tiempo de secado entre 9 a 12 minutos, siendo importante para esta acción el tamaño de la partícula como el aumento de cloruro de calcio al componente líquido¹⁸.

Dentro de su uso en endodoncia es recomendado para la reparación de las perforaciones, logrando un 100% de éxito en recubrimientos pulpares directos en pulpa sana adulta, como también en la apicoformación y en la retro-obturación; siendo indicado como un reemplazo inalterable de la dentina y un provisional temporal del esmalte¹⁹.

El silicato de calcio interrelaciona con el agua, logrando así endurecer, causando la hidratación del silicato tricálcico formando un gel de silicato de calcio y a un hidróxido de calcio¹⁷⁻¹⁹.

Composición química del Biodentine®

Compuesto inorgánico, compuesto por una capsula de polvo y una pipeta de líquido¹⁸⁻²⁰.

Propiedades de los componentes¹⁹⁻²¹.

- Silicato tricálcico: Componente esencial del polvo siendo quien va a regular el endurecimiento.
- Carbonato de calcio es relleno de la composición.
- Dióxido de zirconio: Es propiedad de radiopacidad del material.
- Cloruro de calcio: Componente que va a causar la acción.
- Agente reductor de agua: Reduce el material, consta de un policarboxilato modificado, siendo el agente causal para su alta renuencia un corto plazo.

Reacción de fraguado

Después de incluir las gotas del líquido dentro de la capsula con el polvo, ocurre la siguiente secuencia:

1. Se mezcla con agua y los conductos formaran estructura de silicato de calcio e hidróxido de calcio. Las capas se van formando después de separar el silicato tricálcico que causan una alteración de estructura de silicato de calcio ²².
2. Su estructura crece a través de una germinación sobre el silicato tricálcico y progresivamente van creciendo las brechas del silicato tricálcico²³.
3. La cristalización aparece en hidratación continua, dando resultado granos sin reaccionar que rellenan lentamente las proporciones de granos de cemento en un periodo de semanas hasta lograr finalmente la cristalización de estructura relativamente de agua que retrasan los efectos de otras reacciones²³⁻²⁵.

Se resume a la siguiente fórmula²⁵.



Tiempo de fraguado

Fraguado su inicio es mayor a 6 minutos y su tiempo final de 10-12 minutos, pero al menos dos semanas van a ser necesarias para que el material se fije, durante este período los cristales aún se están formando. Siendo este tiempo de fraguado igual tamaño de sus partículas, la suma de cloruro de calcio, va a conseguir su efecto y así la disminución tiempo de fraguado ²⁶.

Propiedades físicas y químicas:

Resistencia mecánica

De acuerdo a la resistencia mecánica es de 120 Mpa, a la primera hora superior a la ejercida por la mandíbula y aumenta poco a poco hasta llegar a 200 MPa aproximadamente en los primeros 7 días, llegando al mes con 300Mpa²⁷.

Radiopacidad

Se utiliza dióxido de zirconio para repartir radiopacidad, de un material que identifica caries recurrentes para la evaluación de la endodoncia²⁸.

Solubilidad

La hidratación del silicato tricálcico lleva a la formación de un gel, que con el pasar del tiempo este gel se polimeriza para formar una red alcalina liberando iones de hidróxido de calcio, rodeando las partículas de silicato tricálcico haciéndolo impermeable al agua ²⁹.

En un estudio realizado el Biodentine® presento mayor solubilidad en los grupos inmersos en agua destilada 6,72 % ($\pm 0,37$) ($p < 0,05$) en los 7 y 30 días en comparación MTA Angelus y el Cemento de Óxido de Zinc. Como los grupos inmersos en solución balanceada de Hank el Biodentine® presento menor solubilidad 0,0123 % en comparación al White MTA Angelus³⁰.

El Biodentine® tuvo mayor solubilidad con MTA Angelus. En diferentes ambientes: neutro y alcalino, presentando una mayor solubilidad en ambiente ácido siendo superior de los estándares ISO 6876:200112³².

Aplicaciones clínicas

Estos procedimientos son tratamientos avanzados aplicados en tratamientos de 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 continuación³².

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

- H0: No existen diferencias en el grado de solubilidad de los materiales Theracal Lc, Biodentine, MTA al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.
- H1: El material Theracal Lc presenta el menor grado de solubilidad al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos en comparación al Biodentine y MTA.

2.3.1. Hipótesis específicas

- El material de silicato de calcio Theracal Lc tendrá menor grado de solubilidad al MTA y Biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5%.
- El material de silicato de calcio MTA tendrá menor grado de solubilidad al Theracal Lc y Biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2,5%.
- El material de silicato de calcio Biodentine tendrá menor grado de solubilidad al Theracal Lc y Biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2,5%.

CAPÍTULO III. DISEÑO Y METODO

3.1. Método de investigación

Es de tipo inductivo, debido que busca encontrar que tipo de materiales dentales presenta menor grado de solubilidad³³.

3.2. Enfoque de la investigación

Es cuantitativo debido que recolectara y analizara los datos obtenidos para realizar la prueba de hipótesis³⁴.

3.3. Tipo de investigación

Aplica debido que se busca consolidar un nuevo conocimiento para la comunidad científica y plasmada a la odontología³⁵.

3.4. Diseño de la investigación

Es tipo experimental debido que hay un factor de intervención por parte del investigador, longitudinal porque se medirá la variable de estudio en dos momentos de tiempo diferente y analítico por la constatación de hipótesis³⁶.

3.3. Población y muestra

Se empleó la fórmula de comparación utilizando el programa Fistera, aplicado a la evaluación del grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio, que cumplan con los criterios de inclusión.

Siendo:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

Z_{α} : Intervalo de confianza al 95% ----- (1.96)

Z_{β} : Intervalo de potencia del estudio al 80%----- (0.842)

S^2 : Varianza por grupo de referencia (normal = x^2) ----- (316)

d^2 : Diferencia estimada por grupos a comparar -----(13.843)

n : Tamaño de muestra por grupo de estudio: 15

Tamaño muestral ajustado a pérdidas: 15 por grupo

Utilizando el tamaño muestral ajustado a pérdidas serán 15 por grupo de estudios de los materiales endodónticos, el cual la muestra total estará constituida por 45 discos experimentales.

Criterios de inclusión:

- Discos de materiales endodónticos (Biodentine, MTA, Theracal), elaborados con un mismo diámetro y ancho de preparación.

Criterios de exclusión

- Discos de materiales endodónticos (Biodentine, MTA, Theracal), que presenten esquirlas y una superficie rugosa.

3.6. Variables y operacionalización

| VARIABLE | TIPO DE VARIABLE | INDICADOR | CATEGORÍA | TIPO | ESCALA |
|---|------------------------|--|--|--------------------------------------|---------|
| Materiales de silicato de calcio | Variable independiente | <ul style="list-style-type: none"> - Theracal Lc - MTA - Biodentine | <ul style="list-style-type: none"> - Discos de Theracal Lc - Discos de MTA - Discos de Biodentine | <p>Cualitativa</p> <p>Politémica</p> | Nominal |
| Grado de Solubilidad | Variable dependiente | <ul style="list-style-type: none"> - Peso - Capacidad del disolvente para diluir un soluto (material de silicato de calcio). | 0,1 µg a 0,1 mg | <p>Cuantitativa</p> <p>Continua</p> | Razón |
| Interviniente | Covariable | Concentración del irrigante endodóntico | 2.5% | Cualitativa | Nominal |

3.7. Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica:

La técnica que se empleó para el presente proyecto de investigación fue la técnica experimental in vitro que consiste en la elaboración de discos de materiales de silicato de calcio que serán inmersos a solución química de hipoclorito de sodio.

Elaboración de discos experimentales

La elaboración de discos de cementos de materiales endodónticos, se preparó respetando las normas internacionales de preparación de muestras ISO. En la elaboración de los discos experimentales presentarán las dimensiones 20mm y 1,5mm de espesor. En la confección de los discos experimentales se prepararán según las normas del fabricante.

Los discos endodónticos fueron pulidos de manera superficial por medio de lijas de grano fino para retirar la presencia de esquirlas y rugosidades. Luego fueron almacenadas y rotuladas en placas petri de vidrio hasta el momento de su evaluación.

Se almacenaron los discos experimentales en una incubadora (Medical Expo) a una temperatura de 26 °C para mantener el proceso de fraguado en condiciones homogéneas hasta los periodos de evaluación.

Solubilidad de los materiales de silicato tricálcico

La solubilidad se determinó de acuerdo con el método 6876 de la Organización Internacional de Normalización (ISO). Cada muestra se pesará tres veces para registrar la lectura promedio. Este peso se observará como peso seco inicial (Pi) de las muestras, por lo que se utilizará una balanza analítica de precisión Sartorius (Tokio, Japón) con precisión de 0,0001 g para todas las mediciones.

Por lo que se utilizó matrices y serán rotuladas después se registrará como peso de peso seco (P1). Luego serán transferidas los cuerpos de prueba de silicato tricálcico que contienen 5 ml de hipoclorito de sodio al 2,5% serán sumergidas por un periodo de 30 minutos después los 3 grupos de matrices serán almacenadas en una incubadora mantenida a 37 ° C un período de 30 minutos.

Después se retiró las placas petri de la incubadora, cada muestra se lavará con agua destilada con la ayuda de una jeringa. Durante el proceso de enjuague, las muestras no se retiraron de las matrices rotulados. El exceso de agua restante en las matrices se evaporará en la estufa manteniendo una temperatura ambiente y se registrará como peso seco final (P2)

$$\text{Solubilidad} = P2 - P1 \times 100$$

Después de registrar el peso final a la 1h, los datos se registrarán mediante una ficha de recolección de datos, en la cual registrara la solubilidad de cada una de las muestras.

La evaluación de los discos endodónticos se realizará en el laboratorio High Technology Laboratorio Certificate S.A.C.

3.7.2 Descripción de instrumentos

Se utilizó la ficha de recolección de datos, para el registro de los datos obtenidos de los discos de materiales experimentales obtenidos en los diferentes periodos de tiempo.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de los datos se realizó mediante un análisis univariado. En el supuesto estado normalidad de los datos se evaluó por medio de la prueba de Shapiro-Wilk. Para el análisis vivario de los valores del grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio se utilizará la prueba estadística de prueba H de Kruskal-Wallis.

3.9. Aspectos éticos

Se obtuvo los permisos necesarios de la Escuela de Odontología de la Universidad Privada Norbert Wiener para el inicio del proyecto de investigación.

Se solicitó acceso al Laboratorios Hight Technology para el acceso y ejecución de las pruebas del grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Resultados de evaluación in vitro de la solubilidad química de materiales de silicato de calcio: theracal lc ®, biodentine ® y mta

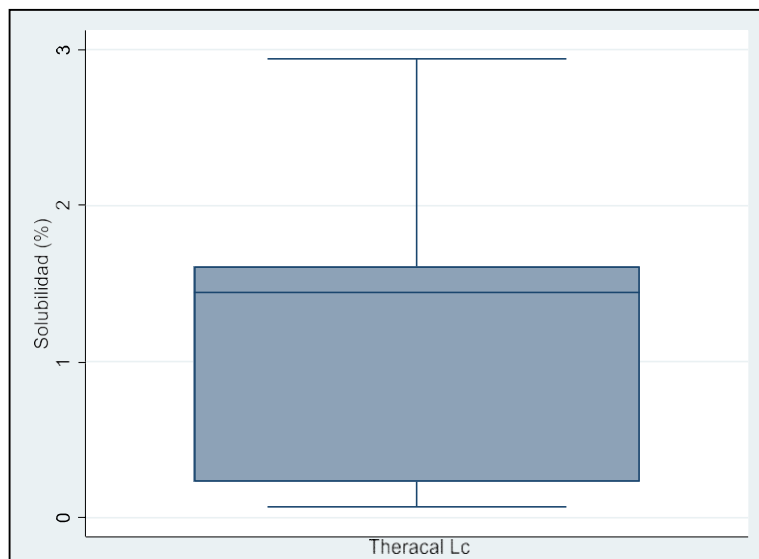
Estadística descriptiva

Tabla 1. Solubilidad del Theracal Lc al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.

| Grupo | Media | Desv. Est. | Mediana | IQR | Min | Max | Asimetría | Curtosis |
|----------|-------|------------|---------|------|------|------|-----------|----------|
| Theracal | 0.21 | 0.18 | 0.14 | 0.13 | 0.07 | 0.74 | 1.94 | 5.99 |

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 1 se observa que el valor de la media de solubilidad para Theracal Lc al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos fue de 0.21 con una desviación estándar respecto a la media de 0.18; el valor de la mediana fue de 0.14 y el rango intercuartílico de 0.13. El valor mínimo fue de 0.07 y el valor máximo de 0.74. Respecto a la distribución de los datos, se presentó una asimetría positiva, lo que indica que el valor de la media es mayor al de la mediana; sobre la curtosis la distribución fue leptocúrtica, presento un empinamiento de la distribución.



Fuente: propia

Figura 1. Diagrama de cajas y bigotes de la solubilidad del Theracal Lc al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.

Fuente: Tabla 1.

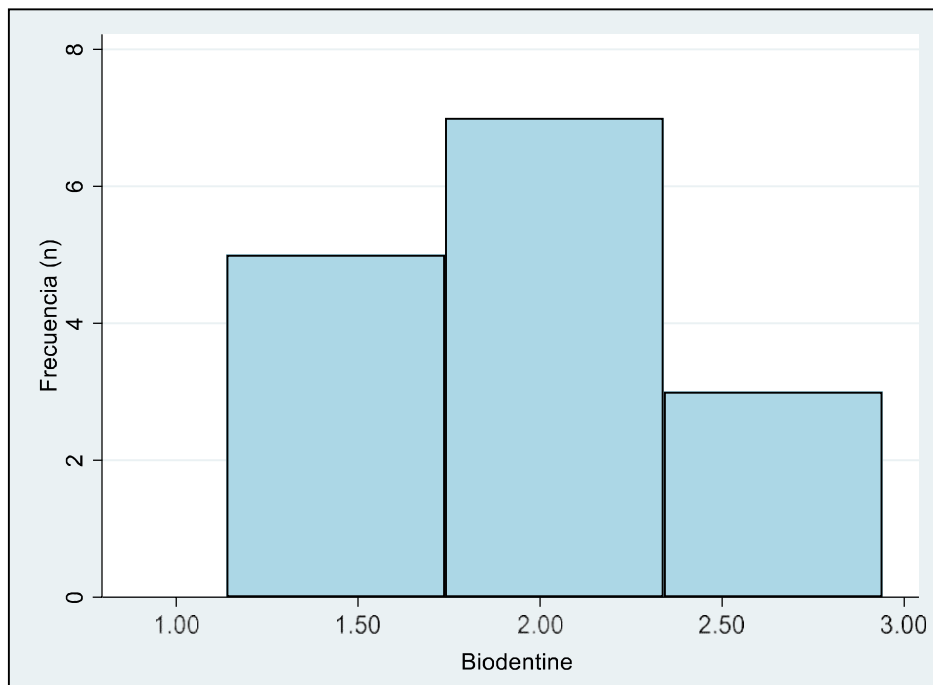
De la figura 1 se puede apreciar que el valor de la mediana de la solubilidad de Theracal Lc estuvo entre 1% y 2%, presenta además una distribución en apariencia asimétrica hacia la derecha.

Tabla 2. Solubilidad del Biodentine al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.

| Grupo | Media | Desv. Est. | Mediana | IQR | Min | Max | Asimetría | Curtosis |
|------------|-------|------------|---------|------|------|------|-----------|----------|
| Biodentine | 1.95 | 0.52 | 1.93 | 0.77 | 1.14 | 2.94 | 0.39 | 2.23 |

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 2 se observa que el valor de la media de solubilidad para Biodentine al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos fue de 1.95 con una desviación estándar respecto a la media de 0.52; el valor de la mediana fue de 1.93 y el rango intercuartílico de 0.77. El valor mínimo fue de 1.14 y el valor máximo de 2.94. Respecto a la distribución de los datos, se presentó una asimetría positiva, lo que indica que el valor de la media es mayor al de la mediana; sobre la curtosis la distribución fue platicúrtica, presento un aplanamiento de la distribución.



Fuente: propia

Figura 2. D de la solubilidad del Biodentine al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.

Fuente: Tabla 2.

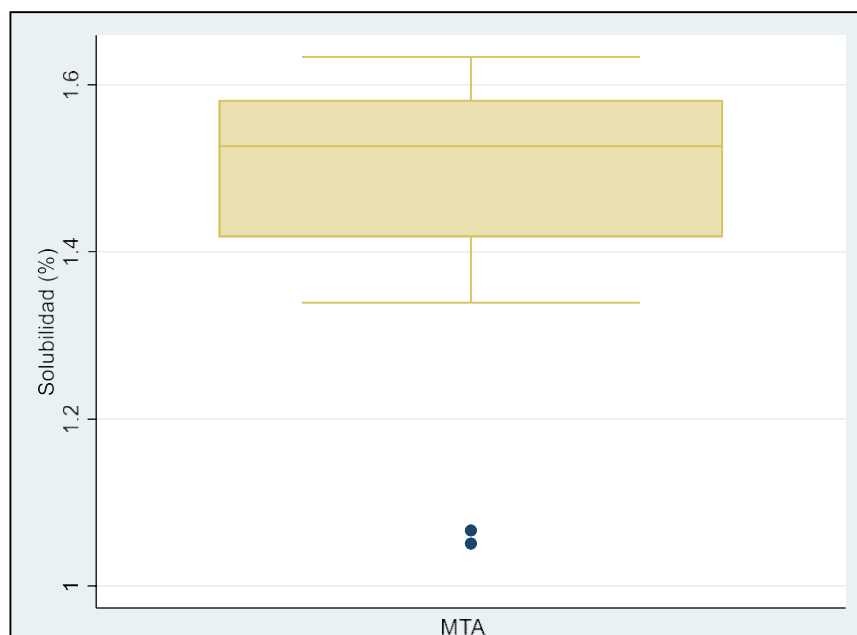
De la figura 2 se puede apreciar que el valor de la media de la solubilidad de Biodentine estuvo alrededor de 2%, además se aprecia que los datos tienden a presentar una distribución normal.

Tabla 3. Solubilidad del MTA al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.

| Grupo | Media | Desv. Est. | Mediana | IQR | Min | Max | Asimetría | Curtosis |
|-------|-------|------------|---------|------|------|------|-----------|----------|
| MTA | 1.46 | 0.18 | 1.53 | 0.16 | 1.05 | 1.63 | -1.43 | 3.83 |

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 3 se observa que el valor de la media de solubilidad para Mta al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos fue de 1.46 con una desviación estándar respecto a la media de 0.18; el valor de la mediana fue de 1.53 y el rango intercuartílico de 0.16. El valor mínimo fue de 1.05 y el valor máximo de 1.63. Respecto a la distribución de los datos, se presentó una asimetría negativa, lo que indica que el valor de la media es menor al de la mediana; sobre la curtosis la distribución fue leptocúrtica, presento un empinamiento de la distribución.



Fuente: propia

Figura 3. Diagrama de cajas y bigotes de la solubilidad del MTA al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.

Fuente: Tabla 3.

De la figura 3 se puede apreciar que el valor de la mediana de la solubilidad de MTA estuvo entre 1.4% y 1.6%, presenta además una distribución en apariencia asimétrica hacia la izquierda.

Estadística inferencial

Tabla 4. Comparación del grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio Theracal LC, MTA y Biodentine al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.

| Grupo | Media | Desv. Est. | Mediana | IQR | Min | Max | Asimetría | Curtosis |
|------------|-------|------------|---------|------|------|------|-----------|----------|
| Biodentine | 1.95 | 0.52 | 1.93 | 0.77 | 1.14 | 2.94 | 0.39 | 2.23 |
| MTA | 1.46 | 0.18 | 1.53 | 0.16 | 1.05 | 1.63 | -1.43 | 3.83 |
| Theracal | 0.21 | 0.18 | 0.14 | 0.13 | 0.07 | 0.74 | 1.94 | 5.99 |

Kruskal–Wallis equality-of-populations rank test

| grupo | Obs | Rank sum |
|------------|-----|----------|
| Biodentine | 15 | 518.00 |
| MTA | 15 | 397.00 |
| Theracal | 15 | 120.00 |

chi2(2) = 32.177
 Prob = 0.0001
 chi2(2) with ties = 32.177

Prob = 0.0001

Fuente. Elaboración propia.

Planteamiento de hipótesis

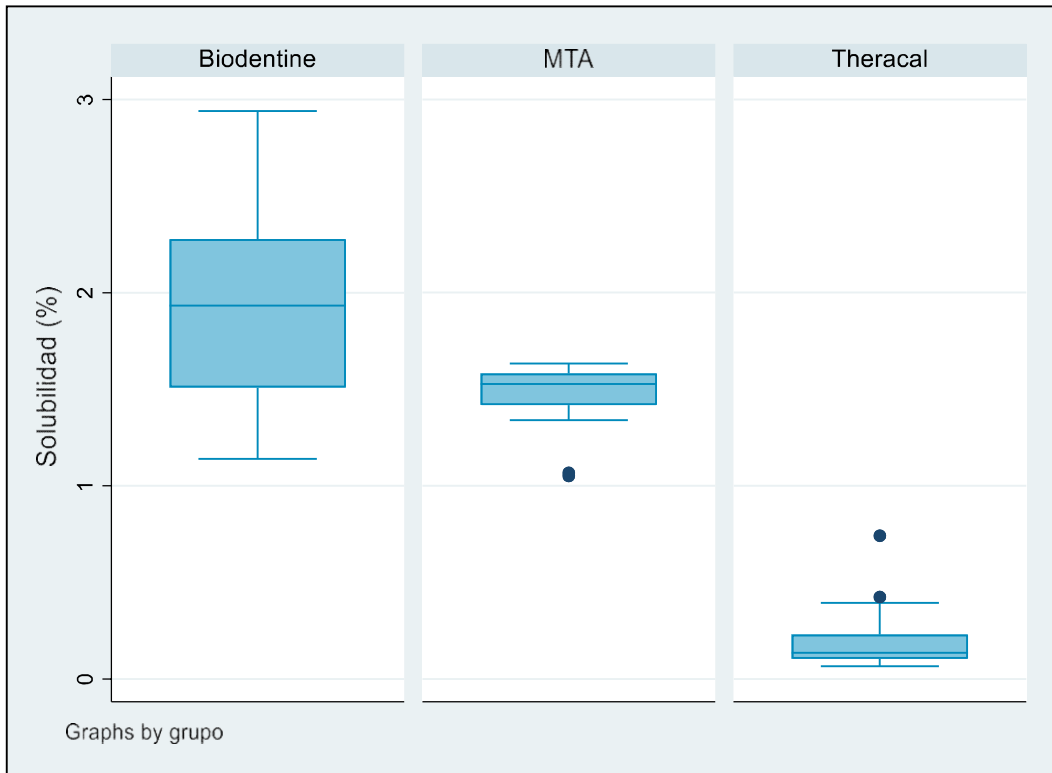
Ho: No existen diferencias en el grado de solubilidad de los materiales Theracal Lc, Biodentine, MTA al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.

H1: Existen diferencias en el grado de solubilidad de los materiales Theracal Lc, Biodentine, MTA al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.

Estadístico: Chi-cuadrado.

Regla de decisión: $p < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión: $p=0.0001$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existen diferencias en el grado de solubilidad de los materiales Theracal Lc, Biodentine, MTA al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.



Fuente: propia

Figura 4. Diagrama de cajas y bigotes de la solubilidad del Theracal Lc, Biodentine y MTA al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.

Fuente: Tabla 4.

De la figura 4 se puede apreciar que el valor de la mediana de la solubilidad para el MTA, Theracal y Biodentine fueron diferentes, el mayor valor de la mediana se observa en el grupo Biodentine, el menor valor de la mediana para el grupo Theracal Lc.

Dunn's Pairwise Comparison of solubilidad by grupo

(Bonferroni)

| Col Mean | | |
|----------|------------|----------|
| Row Mean | Biodentine | MTA |
| MTA | 1.682016 | |
| | 0.1388 | |
| Theracal | 5.532582 | 3.850566 |
| | 0.0000* | 0.0002* |

*p<0.05, resultado significativo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Prueba de comparaciones múltiples por pares o test de Dunn del grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio Theracal LC, MTA y Biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.

Planteamiento de hipótesis:

Ho: El material Theracal Lc no presenta el menor grado de solubilidad al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos en comparación al Biodentine y MTA.

H1: El material Theracal Lc presenta el menor grado de solubilidad al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos en comparación al Biodentine y MTA.

Regla de decisión: $p < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión: $p = 0.0000$ y $p = 0.0002$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula en ambos casos y se indica que existen diferencias significativas en la mediana del valor de solubilidad entre Biodentine y Theracal LC y entre MTA y Theracal Lc.

Discusión

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo de comparar el grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio Theracal LC, Biodentine y el MTA al hipoclorito de sodio. Estudio in vitro, se calculó el tamaño de muestra con un total de 15 especímenes por material a estudiar, a cada uno de estos se los colocó al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos, se midió la masa inicial y final y a partir de estas se determinó su solubilidad, posteriormente se procesó en laboratorio todos los especímenes para determinar el valor de su solubilidad.

La solubilidad ha sido estudiada por diversos autores sobre varios materiales restauradores, en Odontología al momento de realizar una restauración dependiendo de la zona a restaurar, al restaurar una pieza dentaria o realizar un procedimiento conservador es vital conocer las propiedades físicas y químicas de los materiales para escoger el mejor en una determinada situación en particular. Para el presente estudio los materiales restauradores Theracal LC, Biodentine y MTA se usan en microcirugías periapicales, reparaciones de perforaciones y tratamientos de apexificación³².

Para comparar los valores de solubilidad entre los tres tipos de materiales restauradores (Theracal LC, Biodentine y MTA) se realizó la prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis, esto debido a que los datos de solubilidad no cumplieron con los supuestos de distribución normal (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba F de Snedecor). Mediante la prueba H de Kruskal-Wallis se determinó que existían diferencias significativas en la mediana en al menos dos grupos, por lo tanto para identificar si existían diferencias significativas entre las medianas

de los materiales comparados por pares se aplicó la prueba post-hoc de Dunn, los resultados del presente estudio determinaron que el valor de solubilidad de Biodentine fue significativamente mayor al de Theracal LC, además se determinó que el valor de MTA fue significativamente mayor al de Theracal LC; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los valores de solubilidad entre Biodentine y MTA.

Los resultados del presente trabajo de investigación no concuerdan con Tiwari et al. (2020) ¹² quién encontró que la resistencia a la solubilidad fue mayor por el Biodentine® seguido del ERRM, y MTA Plus tiene la menor resistencia a la solubilidad; con Sudan, et al. (2020) ¹³ quién llegó a la conclusión que el Biodentine® exhibió una mayor solubilidad y pH en comparación con la MTA en diferentes intervalos de tiempo y concuerda con Gásperi et al. (2020) ¹⁴ el cambio dimensional de TheraCal LC fue mayor que el de MTA en 24 h y 30 días; Puspha et al. (2018) ¹⁶ concluyó que Biodentine presentaba una solubilidad significativamente mayor que MTA; sin embargo, nuestros resultados indican que el valor de solubilidad de Biodentine es mayor que el de MTA, pero con resultado no significativo; Alazrag et al., (2020) ¹⁹ quienes encontraron que el Theracal es menos soluble que Biodentine y MTA.

Conclusiones

1. La media de solubilidad para Theracal al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos fue de 0.21 con una desviación respecto a la media de 0.18; el valor de la mediana fue de 0.14 y el rango intercuartílico de 0.13.
2. La media de solubilidad para Biodentine frente al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos fue de 1.95 con una desviación estándar respecto a la media de 0.52; el valor de la mediana fue de 1.93 y el rango intercuartílico de 0.77.
3. La media de solubilidad para MTA al hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos fue de 1.46 con una desviación estándar respecto a la media de 0.18; el valor de la mediana fue de 1.53 y el rango intercuartílico de 0.16.
4. Existen diferencias significativas en el grado de solubilidad entre Biodentine y Theracal LC y entre MTA y Theracal Lc.
5. También se puede utilizar con otras presentaciones de hipoclorito de sodio como al 3% o 4%.

Recomendaciones

- Realizar estudios similares con otros materiales de restauraciones utilizados en endodoncia y tratamientos de apexificación.
- Ampliar el tamaño de la muestra por grupo a un total de 30 especímenes por grupo de material restaurador.

CAPÍTULO V. REFERENCIAS

1. Verio Dental website for Bioaggregate [http:// www.bioaggregate.com/product](http://www.bioaggregate.com/product) accessed 5th November 2015.
2. Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D. Characterization of un-hydrated and hydrated BioAggregate™ and MTA Angelus™. *Clin Oral Investig.* 2015;19(3):689-98.
3. Park JW, Hong SH, Kim JH, Lee SJ, Shin SJ. X-Ray diffraction analysis of white ProRoot MTA and Diadent BioAggregate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Jan;109(1):155-8.
4. Mildred C, Carlos M, Carlos R, Eileen Q. Evaluación de la citotoxicidad de tres cementos selladores endodónticos utilizados en cirugía periapical. *Rev. Odontológica Mexicana;* 2017(21): 40-48.
5. Lindeboom JA, Frenken JW, Kroon FH, van den Akker HP. A comparative prospective randomized clinical study of MTA and IRM as root-end filling materials in single-rooted teeth in endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 100 (4): 495-500.
6. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod.* 2010; 36 (2): 190-202.
7. Torabinejad M. Historical and contemporary perspectives on root-end filling materials. *J Endod.* 1993;19(8):432-3.
8. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater.* 2015;31(4):351-70.
9. Camilleri J. Characterization and chemical activity of Portland cement and two experimental cements with potential for use in dentistry. *Int Endod J.* 2008;41(9):791-9.
10. Formosa LM, Mallia B, Camilleri J. A quantitative method for determining the antiwash out characteristics of cement-based dental materials including mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2013;46(2):179-86.

11. Galal, M., Zaki, D.Y., Rabie, M.I. *et al.* Solubility, pH change, and calcium ion release of low solubility endodontic mineral trioxide aggregate. *Bull Natl Res Cent.* 2020; 44(3):42- 46.
12. Tiwari S, Yavari HR, 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.* 2020;53(4):517–522.
13. Sudan AE, Manton DJ, Parashos P, et al. The physical properties and ion release of CPP-ACP-modified calcium silicate-based cements. *Aust Dent J.* 2020;60(4):434-444.
14. Gasperi T, Cava- Silveira J, Schmidt T, Texeir CLE. Physical- Mechanical assets of a Resin-Modified Calcium Silicate Material for Pulp Capping. *Braz Dent. J.* 2020; 31(3): p. 252-56.
15. Vergalito, Estudio de la Solubilidad In Vitro de un Material de Reparación de Uso en Endodoncia a Base de MTA In Vitro Solubility Study of a Repair Material based on MTA Used in Endodontics, Facultad Regional La Plata (CITEMA) (UTN-CICPBA), La Plata, Argentina. 2020.
16. Pushpa S, Maheshwari C, Maheshwari G, Sridevi N, Duggal P, Ahuja P. Effect of pH on solubility of white Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine: An in vitro study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2018;12(3):201-207.
17. Dabbagh NK, Esnaashari E, Bakhtiar H, Nekoofar MH, Ghezelsofla M. *In Vitro* Comparison of Pushout Bond Strength of ProRoot MTA, Biodentine and TheraCal. *J Clin Exp Dent.* 2021 Dec 1;13(12):e1227-e1232. doi: 10.4317/jced.58893. PMID: 34987715; PMCID: PMC8715556.
18. Kim Y , Lee D , Kim H , Kim S. Biocompatibility and Bioactivity of Set Direct Pulp Materials. 2020; 13(3925)
19. Alazrag MA, Abu-Seida AM, El-Batouty KM, El Ashry SH. Marginal adaptation, solubility and biocompatibility of TheraCal LC compared with MTA-angelus and biodentine as a furcation perforation repair material. *BMC Oral Health.* 2020 Oct 29;20(1):298. doi: 10.1186/s12903-020-01289-y. PMID: 33121465; PMCID: PMC7599098.
20. Llerena Zvietcovich, Kattia Stephanie, microfiltracion apical de cementos endodonticos biodentine ,mta ,estudio invitro Tacna,20222

21. Roberti LF, Chinelatti M, Rossetto H, Panzeri FC. Solubility and Disintegration of New Calcium Aluminate Cement Containing Different Radiopacifying Agents, *J Endod.*2014; 40:261–265.
22. Camilleri J, Laurent P. Hydration of Biodentine Theracal LC and a Prototype Tricalcium Silicate-based Dentin Replacement Material after Pulp Capping in Entire Tooth Cultures. *J Endod*; 2014; (40) :1846–1854.
23. Vazquez-Garcia F, Tanomaru-Filho M, Chávez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Basso-Bernardi MI, Guerreiro-Tanomaru JM. Effect of Silver Nanoparticles on Physicochemical and Antibacterial Properties of Calcium Silicate Cements. *Braz Dent J.* 2016;27(5):508-514.
24. Song M, Yue W, Kim S, et al. The effect of human blood on the setting and surface micro-hardness of calcium silicate cements. *Clin Oral Investig.* 2016;20(8):1997-2005.
25. Camilleri J, Gandolfi MG. Evaluation of the radiopacity of calcium silicate cements containing different radiopacifiers. *Int Endod J.* 2010; 43(1):21-30.
26. 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.
27. 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; 45(8):737-43.
28. Zeferino EG, Bueno CE, Oyama LM, Ribeiro DA. . 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; 43(10):843-8.
29. Queiroz MB, Torres FFE, Rodrigues EM, Viola KS, Bosso-Martelo R, Chavez-Andrade GM, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Physicochemical, biological, and antibacterial evaluation of tricalcium silicate-based reparative cements with different radiopacifiers. *Dent Mater.* 2021 Feb;37(2):311-320.
30. Camilleri J. Characterization and chemical activity of Portland cement and two experimental cements with potential for use in dentistry. *Int Endod J.* 2008;41(9):791-9.
31. 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; 45(8):737-43.

32. Camilleri J, Gandolfi MG. Evaluation of the radiopacity of calcium silicate cements containing different radiopacifiers. Int Endod J. 2010; 43(1):21-30.
33. España Domínguez AK Tesis [Internet]. 2021-10 [citado el 12 de diciembre de 2022]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56314>
34. Murrieta, Brenda Análisis termogravimétrico y térmico diferencial para la síntesis de biocerámicos compuestos de fosfatos y silicatos de calcio, mediante diferentes técnicas sol-gel., jun-2015
35. Tomás Catalá, Christopher Joseph, Estudio in vitro de la citotoxicidad de materiales biocerámicos utilizados en endodoncia sobre células mesenquimales de origen dental, <http://hdl.handle.net/10201/74005>, 23-jul-2019.
36. Zevallos Nicole, evaluación in vitro de la solubilidad química de materiales de silicato de calcio: theracal lc ®, biodentine ® y mta,22-diciembre-2022

Anexo1: Recolección de datos de la empresa HTL.

Resultados de la evaluación in vitro de la solubilidad química de materiales de silicato de calcio: theracal lc ®, biodentine ® y mta

ENSAYO DE MEDICIÓN DE PESADO EN MUESTRAS DISCOS DE CEMENTOS ODONTOLÓGICOS

1. DATOS DE TESISTA

"EVALUACIÓN IN VITRO DE LA SOLUBILIDAD QUÍMICA DE

MATERIALES DE

Nombre de tesis :

SILICATO DE CALCIO: THERACAL LC ®, BIODENTINE ® Y MTA"

Nombres y Apellidos : Nicole Fabiola Zevallos Meneses

DNI : 71983011

Dirección : Av. El Sol Pasaje Júpiter # 123 – El Rímac

2. EQUIPOS UTILIZADOS

| Instrumento | Marca | Aproximación | Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. |
|---------------------|-----------------|---------------------|--|
| Balanza Electrónica | Mettler Toledo- | PM-B-06 0.00001 g | |
| Vernier Digital | Mitutoyo - | 200 mm 0.01 mm | |

3. IDENTIFICACION DE LA MUE STRA

| | | |
|--|---|--|
| Muestras de discos de Cementos Odontológicos | Cantidad : Cuarenta y cinco (45) 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 : Discos de Ø 20 mm x 1,5 mm espesor | |
| | Grupo 1 : Biodentine | |
| | Grupo 2 : MTA | |
| | Grupo 3 : Theracal | |

4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS

| | | | |
|---|--|---|--|
| Fecha de Ensayo | 26 de septiembre 2022 | El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez. | |
| Lugar de Ensayo | Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho | | |
| 5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO | | | |
| El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento: | | | |
| PROCEDIMIENTO | DESCRIPCIÓN | CAPITULO/NUMERAL | |
| ISO 6876 | Dentistry — Root canal sealing materials | 5.6 Solubility | |
| INDICACIÓN DEL SOLICITANTE | Los discos de cementos de dimensiones Ø 20 mm y 1,5 mm de espesor fueron pesados inicialmente, posterior fueron sumergidos en hipoclorito al 2.5% por un tiempo de 30 minutos. Posterior se realizó el peso final de los discos. | ---- | |
| 6. CONDICIONES DE ENSAYO | | | |
| | Inicial | Final | |
| Temperatura | 18.0 °C | 19.1 °C | |
| Humedad Relativa | 61 %HR | 61 %HR | |
| | | | |

7. RESULTADOS DE LA MEDICION DE

| Grupo 1: Biodentine | | | |
|---------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Especimen | Masa Inicial (g) | Masa Final (g) | Sulubilidad % (+) |
| 1 | 1.48040 | 1.52042 | 2.7033 |
| 2 | 1.48251 | 1.51130 | 1.9420 |
| 3 | 1.38575 | 1.41071 | 1.8012 |
| 4 | 1.53810 | 1.57312 | 2.2768 |
| 5 | 1.44545 | 1.46630 | 1.4425 |
| 6 | 1.33684 | 1.35584 | 1.4213 |
| 7 | 1.37979 | 1.39550 | 1.1386 |
| 8 | 1.41287 | 1.43417 | 1.5076 |
| 9 | 1.37261 | 1.40110 | 2.0756 |
| 10 | 1.30929 | 1.34360 | 2.6205 |
| 11 | 1.46585 | 1.49760 | 2.1660 |
| 12 | 1.34335 | 1.38285 | 2.9404 |
| 13 | 1.34716 | 1.36758 | 1.5158 |
| 14 | 1.51160 | 1.54080 | 1.9317 |
| 15 | 1.82514 | 1.85740 | 1.7675 |

| Grupo 2 : MTA | | | |
|---------------|------------------|----------------|-------------------|
| Especimen | Masa Inicial (g) | Masa Final (g) | Sulubilidad % (+) |
| 1 | 1.37554 | 1.39580 | 1.4729 |
| 2 | 1.18878 | 1.20685 | 1.5200 |
| 3 | 1.42072 | 1.44086 | 1.4176 |
| 4 | 1.19224 | 1.21044 | 1.5265 |
| 5 | 1.22067 | 1.23812 | 1.4295 |
| 6 | 1.37855 | 1.39990 | 1.5487 |
| 7 | 1.46598 | 1.48945 | 1.6010 |
| 8 | 1.30240 | 1.32300 | 1.5817 |
| 9 | 0.95973 | 0.97481 | 1.5713 |
| 10 | 0.97526 | 0.98832 | 1.3391 |
| 11 | 1.39037 | 1.40520 | 1.0666 |
| 12 | 1.24474 | 1.26507 | 1.6333 |
| 13 | 1.18945 | 1.20195 | 1.0509 |
| 14 | 1.33608 | 1.35759 | 1.6099 |
| 15 | 1.32776 | 1.34871 | 1.5778 |

Grupo 3 : Theracal

| Especimen | Masa | Masa | Sulubilidad |
|-----------|---------|---------|-------------|
| | Inicial | Final | % |
| | (g) | (g) | (-) |
| 1 | 0.91805 | 0.91124 | 0.7418 |
| 2 | 0.72369 | 0.72262 | 0.1479 |
| 3 | 1.08023 | 1.07881 | 0.1315 |
| 4 | 0.74586 | 0.74505 | 0.1086 |
| 5 | 1.02164 | 1.02001 | 0.1595 |
| 6 | 0.91565 | 0.91440 | 0.1365 |
| 7 | 0.63505 | 0.63439 | 0.1039 |
| 8 | 0.84504 | 0.84310 | 0.2296 |
| 9 | 0.77893 | 0.77824 | 0.0886 |
| 10 | 1.02854 | 1.02750 | 0.1011 |
| 11 | 0.89538 | 0.89478 | 0.0670 |
| 12 | 0.62630 | 0.62383 | 0.3944 |
| 13 | 0.79950 | 0.79611 | 0.4240 |
| 14 | 0.79473 | 0.79385 | 0.1107 |
| 15 | 0.83138 | 0.82965 | 0.2081 |

ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN

CIP: 193364

INGENIERO MECANICO

Jefe de Laboratorio



HTL

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

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 02

DISEÑO TAMAÑO MUESTRAL

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

Z_α: Intervalo de confianza al 95% ----- (1.96)

Z_β: Intervalo de potencia del estudio al 80%----- (0.842)

S²: Varianza por grupo de referencia (normal = x²) ----- (316)

d²: Diferencia estimada por grupos a comparar -----(13.843)

n: Tamaño de muestra por grupo de estudio: 15

Tamaño muestral ajustado a pérdidas: 15 por grupo

ANEXO N 03

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“EVALUACIÓN IN VITRO DE LA SOLUBILIDAD QUÍMICA DE MATERIALES DE SILICATO DE CALCIO: THERACAL LC ®, BIODENTINE ® Y MTA”

| Formulación problema | Objetivo | Hipótesis | Variable | Diseño Método |
|---|--|---|---|--|
| <p>Problema general</p> <p>¿Cuál será el grado de solubilidad de tres materiales de silicato de calcio frente a la acción del hipoclorito de sodio?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuál será el grado de solubilidad del Theracal LC frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2,5% durante 30 minutos?</p> <p>¿Cuál será el grado de solubilidad del Biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2,5% durante 30 minutos?</p> <p>¿Cuál será el grado de solubilidad del MTA frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2,5% durante 30 minutos?</p> <p>¿Cuál será el grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio Theracal</p> | <p>Objetivo general</p> <p>Determinar el grado de solubilidad de tres materiales de silicato de calcio frente a la acción del hipoclorito de sodio.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Evaluar el grado de solubilidad del Theracal Lc frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.</p> <p>Evaluar el grado de solubilidad del Biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.</p> <p>Evaluar el grado de solubilidad del MTA frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2.5% durante 30 minutos.</p> <p>Comparar el grado de solubilidad de los materiales de silicato de calcio Theracal LC, MTA y Biodentine frente a la acción del hipoclorito de</p> | <p>Hipótesis general</p> <p>H1: Los materiales de silicato de calcio presentaran un grado de solubilidad frente a la acción del hipoclorito de sodio.</p> <p>H0: Los materiales de silicato de calcio no presentaran un grado de solubilidad frente a la acción del hipoclorito de sodio</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>.El material de silicato de calcio Theracal Lc tendrá menor grado de solubilidad al MTA y Biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio.</p> <p>.El material de silicato de calcio MTA tendrá menor grado de solubilidad al Theracal Lc y Biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Material de silicato de calcio • Grado de solubilidad • Interviniente | <p>Método de investigación</p> <p>El presente es de tipo inductivo, debido que se busca encontrar que tipo de materiales dentales presenta menor grado de solubilidad.</p> <p>Enfoque de la investigación</p> <p>Es de tipo cuantitativo debido que recolectara y analizara los datos obtenidos para realizar la prueba de hipótesis.</p> <p>Tipo de investigación</p> <p>Es de tipo aplicada debido que se busca consolidar un nuevo conocimiento para la comunidad científica y plasmada a la odontología.</p> <p>Diseño de la investigación</p> <p>Es tipo experimental debido que hay un factor de intervención por parte del investigador, longitudinal porque se medirá la variable de estudio en dos momentos de tiempo diferente y analítico por la constatación de hipótesis.</p> |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| <p>LC, en comparación al MTA y Biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio al 2,5% durante 30 minutos?</p> | <p>sodio al 2.5% durante 30 minutos.</p> | <p>.El material de silicato de calcio Biodentine tendrá menor grado de solubilidad al Theracal Lc y Biodentine frente a la acción del hipoclorito de sodio</p> | | |
|---|--|--|--|--|

ANEXO N 04: FOTOS DE LA ELABORACIÓN DE DISCOS

“EVALUACIÓN IN VITRO DE LA SOLUBILIDAD QUÍMICA DE MATERIALES DE SILICATO DE CALCIO: THERACAL LC ®, BIODENTINE ® Y MTA”



F1. Materiales que se utilizaron para la elaboración



F2. Utilizamos el amalgamador x 30s



F3. Fabricación de los discos de biodentine ® y compactando los discos de biodentine ®



F3. Fabricación de los discos del biodentine ®



F4. Materiales que se utilizaron para la elaboración de discos del theracal lc ®



F5. Fabricación de los discos del theracal lc ®



F6. Materiales que se utilizaron para la elaboración de los discos del MTA



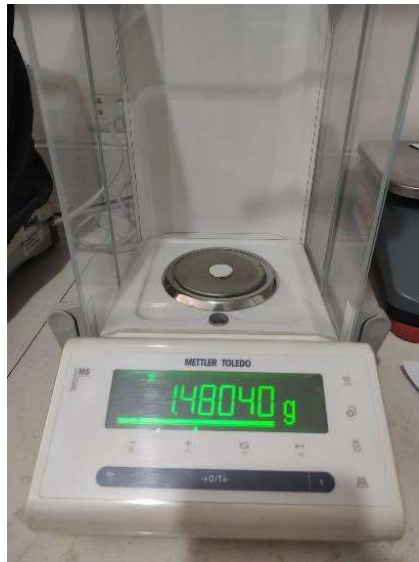
F7. Fabricación de los discos de MTA



F8. Los 45 discos están en placa Petri y puestos en la incubadora



F9. Materiales que se utilizaron para sumergir y lavar los discos de theracal lc ®, biodentine ® y MTA



F10. Balanza donde se pesaron los discos experimentales

**Anexo 06: TABLA ESTADÍSTICA DE LA EVALUACIÓN IN VITRO DE LA
SOLUBILIDAD QUÍMICA DE MATERIALES DE SILICATO DE CALCIO:
THERACAL LC®, BIODENTINE, MTA**

Anexo 1. Distribución normal de la solubilidad de Biodentine, MTA y Theracal LC.

| Prueba de Shapiro-Wilk | | | | | |
|------------------------|-----|---------|-------|--------|----------|
| Biodentine | | | | | |
| Variable | Obs | W | V | z | Prob>z |
| solubilidad | 15 | 0.96064 | 0.763 | -0.534 | 0.70345 |
| MTA | | | | | |
| Variable | Obs | W | V | z | Prob>z |
| solubilidad | 15 | 0.78266 | 4.214 | 2.845 | 0.00222* |
| Theracal LC | | | | | |
| Variable | Obs | W | V | z | Prob>z |
| solubilidad | 15 | 0.71622 | 5.502 | 3.372 | 0.00037* |

*p<0.05, no presenta distribución normal.

Anexo 2. Homogeneidad de varianzas de la solubilidad de Biodentine, MTA y
Theracal LC.

| Source | SS | df | MS | F | Prob | > F |
|---|-------|----|-------|---|--------|-----|
| Between groups | 24.17 | 2 | 12.08 | | 107.29 | 0 |
| Within groups | 4.73 | 42 | 0.11 | | | |
| Total | 28.90 | 44 | 0.66 | | | |
| Bartlett's equal-variances test: $\chi^2(2) = 21.2511$ Prob> $\chi^2 = 0.000^*$ | | | | | | |

*p<0.05, los datos no presentan homogeneidad de varianzas.

**ANEXO 05: IMAGEN DE LA FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA
EMPRESA HTL
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN IN VITRO DE LA SOLUBILIDAD QUÍMICA
DE MATERIALES DE SILICATO DE CALCIO: THERACAL LC ®, BIODENTINE ®
Y MTA**

1 IE-0289-2022 1 EDICION N°3 1 Fecha de emisión: 1 28-09-2022

ENSAYO DE MEDICIÓN DE PESADO EN MUESTRAS DISCOS DE CEMENTOS ODONTOLÓGICOS

1. DATOS DE LOS SISTEMAS

Nombre de tesis : "EVALUACIÓN IN VITRO DE LA SOLUBILIDAD QUÍMICA DE MATERIALES DE SILICATO DE CALCIO: THERACAL LC , BIODENTINE ® Y MTA"
 Nombres y Apellidos : Nicole Fabiola J. Vallos Meneses
 Dni : 71983011
 Dirección : Av. El Sol Pasaje Jupiter # 123- El Rímn

2. EQUIPOS UTILIZADOS

| Instrumento | Marca | Aproximación | |
|---------------------|--------------------------|--------------|--|
| Balanza Electrónica | Mettler Toledo - PM-B-06 | 0.0001g | Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. |
| Vernier Digital | Mitutoyo - 200 mm | 0.01mm | |

3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

| | | | |
|--|----------|----------------------------------|--|
| Muestras de discos de Cementos Odontológicos | Cantidad | Cuarenta y cinco (45) muestras | IBOH 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 | Discos de 20 mm x 1,5 mm espesor | |
| | Grupo 1 | Biodentine | |
| | Grupo 2 | : MTA | |
| | Grupo 3 | : Theracal | |

4. RECEPCION DE MUESTRAS

| | | |
|-----------------|---|---|
| Fecha de Ensayo | 26 de Setiembre del 2022 | El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez. |
| Lugar de Ensayo | Jr. Nepentha 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho | |

5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO

El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:

| PROCEDIMIENTO | DESCRIPCION | CAPITULO/NUMERAL |
|----------------------------|--|------------------|
| JS06876 | Dentistry - Root canal sealer material | 5.6 Solubility |
| INDICACIÓN DEL SOLICITANTE | Los discos de cementos de dimensiones 20 mm x 1,5 mm de espesor fueron pesados inicialmente, posterior fueron sumergidos en hipoclorito al 2.5% por un tiempo de 30 minutos. Posterior se realizó el peso final de los discos. | - |

6. CONDICIONES DE ENSAYO

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 18.0 °C | 19.1 °C |
| Humedad Relativa | 61 %HR | 61 %HR |



HTL

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 2 de 3

1 CE-0289-2022 1 EDICION N° J 1 Fecha de emisión: 1 28-09-2022

7. RESULTADOS DE LA MEDICION DE PESO

| Grupo 1 : Blodentine | | | |
|----------------------|------------------|----------------|------------------------|
| Especimen | Masa Inicial (g) | Masa Final (g) | Sulubilidad Ψ (+) |
| 1 | 1.48040 | 1.52042 | 2.7033 |
| 2 | 1.48251 | 1.51130 | 1.9420 |
| 3 | 1.38575 | 1.41071 | 1.8012 |
| 4 | 1.53810 | 1.57312 | 2.2768 |
| 5 | 1.44545 | 1.46630 | 1.4425 |
| 6 | 1.33684 | 1.35584 | 1.4213 |
| 7 | 1.37979 | 1.39550 | 1.1386 |
| 8 | 1.41287 | 1.43417 | 1.5076 |
| 9 | 1.37261 | 1.40110 | 2.0756 |
| 10 | 1.30929 | 1.34360 | 2.6205 |
| 11 | 1.46585 | 1.49760 | 2.1660 |
| 12 | 1.34335 | 1.38285 | 2.9404 |
| 13 | 1.34716 | 1.36758 | 1.5158 |
| 14 | 1.51160 | 1.54080 | 1.9317 |
| 15 | 1.82514 | 1.85740 | 1.7675 |

| Grupo2:MTA | | | |
|------------|------------------|----------------|------------------------|
| Especimen | Masa Inicial (1) | Masa Final (g) | Sulubilidad Ψ (+) |
| 1 | 1.37554 | 1.39580 | 1.4729 |
| 2 | 1.18878 | 1.20685 | 1.5200 |
| 3 | 1.42072 | 1.44086 | 1.4176 |
| 4 | 1.19224 | 1.21044 | 1.5265 |
| 5 | 1.22067 | 1.23812 | 1.4295 |
| 6 | 1.37855 | 1.39990 | 1.5487 |
| 7 | 1.46598 | 1.48945 | 1.6010 |
| 8 | 1.30240 | 1.32300 | 1.5817 |
| 9 | 0.95973 | 0.97481 | 1.5713 |
| 10 | 0.97526 | 0.98832 | 1.3391 |
| 11 | 1.39037 | 1.40520 | 1.0666 |
| 12 | 1.24474 | 1.26507 | 1.6333 |
| 13 | 1.18945 | 1.20195 | 1.0509 |
| 14 | 1.33608 | 1.35759 | 1.6099 |
| 15 | 1.32776 | 1.34871 | 1.5778 |

tt: -1
V-8

INFORME DE ENSAYO N°

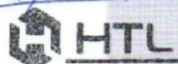
CE-0289-2022

EDICION N°3

Fecha de emisión:

28-00-2022

| Grupo 3 : Theracal | | | |
|--------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Especimen | Masa Inicial (g) | Masa Final (g) | Sulubilidad % (-) |
| 1 | 0.91805 | 0.91124 | 0.7418 |
| 2 | 0.72369 | 0.72262 | 0.1479 |
| 3 | 1.08023 | 1.07881 | 0.1315 |
| 4 | 0.74586 | 0.74505 | 0.1086 |
| 5 | 1.02164 | 1.02001 | 0.1595 |
| 6 | 0.91565 | 0.91440 | 0.1365 |
| 7 | 0.63505 | 0.63439 | 0.1039 |
| 8 | 0.84504 | 0.84310 | 0.2296 |
| 9 | 0.77893 | 0.77824 | 0.0886 |
| 10 | 1.02854 | 1.02750 | 0.1011 |
| 11 | 0.89538 | 0.89478 | 0.0670 |
| 12 | 0.62630 | 0.62383 | 0.3944 |
| 13 | 0.79950 | 0.79611 | 0.4240 |
| 14 | 0.79473 | 0.79385 | 0.1107 |
| 15 | 0.83138 | 0.82965 | 0.2081 |

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