

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



**“CAPACIDAD DE SELLADO MARGINAL Y COMPORTAMIENTO DEL
COLOR FRENTE A DOS AGENTES BLANQUEADORES DE TRES
MATERIALES BIOACTIVOS A BASE DE SILICATO DE CALCIO, ESTUDIO
IN VITRO. Tacna, 2020”**

Tesis para optar el título profesional de cirujano dentista

Presentado por:

ARANA CHÁVEZ, Victor Omar Humberto (0000-0002-3624-7086)

Asesor:

Mg. Esp. SÁNCHEZ TITO, Marco Antonio (0000-0001-5886-9372)

Tacna – Perú

2022

AGRADECIMIENTO

*A mi familia entera por los
consejos, apoyo y motivación que
implantaron en mi vida personal
para cumplir mis objetivos.*

DEDICATORIA

A mi padre Victor y a mi madre Rocio por motivarme en el transcurso de esta etapa de mi vida y enseñarme a culminar lo que empiezas, cueste lo que cueste.

ÍNDICE

1	CAPÍTULO I.....	9
1.1	Fundamentación del problema.....	9
1.2	Formulación del problema.....	12
1.3	Objetivo de la investigación	12
1.3.1	Objetivo General.....	12
1.3.2	Objetivos Específicos	12
1.4	Justificación.....	13
2	CAPÍTULO II.....	14
2.1	Antecedentes de Investigación	14
2.2	Marco teórico.....	19
2.2.1	Materiales Bioactivos	19
2.2.2	Odontología restauradora	20
2.2.3	Cementos basados en silicato de calcio.....	20
2.2.3.1	Agregado trióxido mineral (MTA).....	22
	• Composición y modo de empleo.....	22
	• Reacción de fraguado	23
	• Recubrimiento pulpar directo	24
2.2.3.2	Biodentine	24
	• Composición y modo de empleo.....	25
	• Reacción de fraguado	26
	• Aplicaciones en odontología restauradora.....	26
	• Recubrimiento pulpar directo	27
2.2.3.3	Theracal Lc.....	28
2.2.4	Agentes blanqueadores	29
2.2.4.1	Peróxido de hidrogeno (H ₂ O ₂)	29
2.2.4.2	Peróxido de carbamida (CH ₄ N ₂ O.H ₂ O ₂)	30
2.2.5	Color.....	30
2.2.5.1	Percepción del color	31

2.2.5.2	La luz.....	31
2.2.5.3	Dimensiones del color.....	32
	• Matiz.....	32
	• Valor.....	32
	• Croma.....	33
2.2.5.4	El color en odontología.....	33
	• Tercio cervical.....	34
	• Tercio medio.....	34
	• Tercio incisal.....	34
2.2.5.5	Selección del color.....	34
2.2.5.6	Diferencias del color: ΔE^*	35
3	CAPÍTULO III.....	36
3.1	Hipótesis.....	36
3.2	Operacionalización de las variables.....	37
4	CAPÍTULO IV.....	38
4.1	Tipo y diseño de la Investigación.....	38
4.2	Prueba de microfiltración.....	39
	4.2.1 Muestra y unidad de estudio.....	39
	4.2.2 Procedimientos y métodos.....	39
4.3	Prueba de comportamiento del color.....	52
	4.3.1 Muestra y unidad de estudio.....	52
	4.3.2 Procedimientos.....	53
	4.3.3 Instrumento de recolección de datos.....	57
5	CAPÍTULO V.....	58
5.1	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	58
6	DISCUSIÓN.....	68
7	CONCLUSIONES.....	71
8	RECOMENDACIONES.....	72
9	BIBLIOGRAFIA.....	73
10	ANEXOS.....	80

RESUMEN

Objetivo: Determinar y comparar cuál material bioactivo a base de silicato de calcio ofrece mejor respuesta a la capacidad de sellado marginal y observar el comportamiento del color. **Material y Método:** El estudio corresponde a un diseño experimental, prospectivo, analítico y longitudinal. Su fase experimental consta de dos pruebas; para la microfiltración se utilizaron 30 premolares superiores e inferiores, se conformó tres grupos de estudio, Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3; de 10 muestras cada uno. Después de su debida profilaxis, se tallaron cavidades de 4x4 mm, se removió los tejidos que estaban presentes en la cámara pulpar, se restauraron de la siguiente manera: grupo 1 con Biodentine, fraguado 12 minutos; grupo 2 con MTA ángelus, fraguado 24 minutos y grupo 3 con Theracal Lc fotopolimerizando cada capa de 1 mm. Se sumergieron en azul de metileno al 4% por dos semanas y se midió la microfiltración con un estereomicroscopio; para el comportamiento del color se conformaron 12 moldes de 3 mm de alto y 10 mm de diámetro con los tres grupos de estudio, se midió el color con un espectrofotómetro antes y después de exponerlos a dos agentes blanqueadores por dos semanas. **Resultados:** Los valores obtenidos dieron como resultado que el grupo 1 tuvo una media de 1,11 mm , el grupo 2 tuvo una media de 0,65 mm y el grupo 3 tuvo una media de 2,61 mm de microfiltración y con respecto al grado de microfiltración según la escala de Lee se obtuvo que el grado de sellado marginal del grupo 3 es significativamente menor que el grupo 1 y 2; en el comportamiento del color, el grupo 1 fue el material más estable con $\Delta E^*=1.99$ con respecto al peróxido de carbamida y el grupo 3 fue más estable con $\Delta E^*=6.445$ con respecto al peróxido de hidrogeno. **Conclusiones:** El MTA presentó mayor capacidad de sellado marginal y el Biodentine junto con el Theracal fueron más estables respecto a la variación del color.

Palabras clave: Microfiltración, estabilidad del color, cementos bioactivos, silicato de calcio, odontología restauradora.

ABSTRACT

Objective: To determine and compare which calcium silicate-based bioactive material offers the best response to marginal sealing capacity and to observe color behavior.

Material and Method: The study corresponds to an experimental, prospective, analytical, and longitudinal design. Its experimental phase consists of two tests; 30 upper and lower premolars were used for microfiltration, three study groups were formed, Group 1, Group 2, Group 3; of 10 samples each. After due prophylaxis, cavities of 4x4 mm were carved, the tissues that were present in the pulp chamber were removed, they were restored in the following way: group 1 with Biodentine, setting 12 minutes; group 2 with MTA ángelus, setting 24 minutes and group 3 with Theracal Lc photopolymerizing each layer of 1 mm. They were immersed in 4% methylene blue for two weeks and the microfiltration was measured with a stereomicroscope; for the color behavior, 12 molds of 3 mm high and 10 mm in diameter were formed with the three study groups, the color was measured with a spectrophotometer before and after exposing them to two bleaching agents for two weeks. **Results:** The values obtained showed that group 1 had a mean of 1.11 mm, group 2 had a mean of 0.65 mm and group 3 had a mean of 2.61 mm of microleakage and regarding the degree of microleakage according to the Lee scale, obtained that the degree of marginal sealing of group 3 is significantly lower than group 1 and 2; in color behavior, group 1 was the most stable material with $\Delta E^*=1.99$ with respect to carbamide peroxide and group 3 was more stable with $\Delta E^*=6.445$ with respect to hydrogen peroxide. **Conclusions:** MTA presented higher marginal sealing capacity and Biodentine together with Theracal were more stable with respect to color variation.

Keywords: Microfiltration, color stability, bioactive cements, calcium silicate, restorative dentistry.

INTRODUCCIÓN

Los biomateriales a base de silicato de calcio han empezado a introducirse en la gama de materiales usados en odontología restauradora. El odontólogo no solo debe tener a la mano toda esa variedad de biomateriales, sino que también debe conocer todas las características, propiedades y la interacción de estos con los tejidos duros y blandos de la cavidad bucal.

Actualmente se requiere de tratamientos conservadores y complementación con materiales que tiene las características de ser bioactivos, no solo para poder realizar un tratamiento exitoso sino también para mejorar las condiciones de la cavidad bucal o específicamente del órgano dentario afectado.

Los biomateriales a base de silicato de calcio por sus propiedades de bioactividad y biointeractividad, tienen mucho tiempo siendo usados en el área de endodoncia y en la actualidad se están introduciendo como biomateriales en odontología restauradora.

Materiales a base de silicato de calcio como el Biodentine, MTA ángelus y Theracal Lc son frecuentemente empleados en odontología restauradora.

Este estudio surge por la necesidad de conocer algunas de las propiedades de estos materiales bioactivos, tales como, su capacidad de sellado marginal y el comportamiento del color.

Debido a que no se cuenta con estudios que muestre las capacidades del Theracal Lc (cemento a base de silicato de calcio modificado con resina), se comparará con otros materiales (Biodentine, MTA ángelus) usando pruebas de infiltración con tinta para medir la capacidad de sellado marginal y el comportamiento del color sometidos a dos agentes blanqueadores usados cotidianamente en la práctica clínica, colocados en muestras dentro de un periodo de exposición, como se realiza en otros estudios.(1)

1 CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación del problema

Diversos estudios hacen referencia a las propiedades y características de materiales a base de silicato de calcio. Los cementos de silicato de calcio se están abriendo paso a través de los diversos materiales utilizados en la odontología restauradora.(2)

Una de las principales características de los materiales a base de silicato de calcio, es la propiedad de ser materiales bioactivos o biointeractivos con el medio bucal, con buenos pronósticos de biocompatibilidad.(3)

En la literatura se ha demostrado la biocompatibilidad y la bioactividad de materiales a base de silicato de calcio, la presencia de fosfato de calcio amorfo en su superficie es precursor de la formación de apatita carbonada aportando innumerables beneficios en el área odontológica.(4–6)

Aunque inicialmente estos materiales fueron indicados para tratamientos como apexificaciones, perforaciones, recubrimiento pulpar directo e indirecto por sus excelentes resultados, las subsecuentes modificaciones permitieron su aplicación en diferentes tratamientos en odontología restauradora.

La adaptación marginal es un punto clave para evitar la reinfección del conducto radicular, el MTA ángelus y Biodentine son los materiales de sellado más conocidos y usados. Diversos estudios que muestran que el sellado coronario es influenciado por los medicamentos intraconductos y técnicas complementarias que se utilizan para una mayor desinfección y éxito en el tratamiento, También muestran que la agitación ultrasónica favorece el sellado coronal y apical.(7–9)

Raju et al. compararon materiales bioactivos como cemento ionómero de vidrio (Fuji IX GP) y Biodentine, demostrando menor microfiltración y mejor respuesta al cizallamiento en el Biodentine. (4) Por otro lado, Cantekín et al. proporcionan una vista más amplia de las propiedades de los materiales bioactivos, como respuesta al cizallamiento y sellado marginal entre el Biodentine y MTA ángelus. (10,11)

El Biodentine y el MTA ángelus son materiales en odontología indicados para múltiples tratamientos, relacionados a la bioactividad que presenta con el órgano dentario y su relación con la formación de puente dentinario en afecciones que presenta la pulpa dentaria.(12,13)

También se ha demostrado la decoloración de los dientes y del MTA cuando interactúa con el hipoclorito de sodio al 5%, por la presencia de óxido de bismuto (agente radiopacador) entre los componentes del MTA.(1,14–16)

No existen muchos estudios relevantes que evalúen el comportamiento del color de los materiales bioactivos a base de silicato de calcio cuando entran en contacto con agentes blanqueadores como el peróxido de hidrogeno al 35% y peróxido de carbamida al 16%.

El Theracal Lc es una opción poco usada en la práctica odontológica nacional pese a ser un biomaterial a base de silicato de calcio con características adhesivas, indicado en tratamientos como recubrimientos tanto directos como indirectos pese a que los estudios demuestran propiedades físico químicas similares al Biodentine con una mayor formación de puente dentinario que otros materiales (1). El Theracal Lc se aplica directamente a la dentina sin el uso de ningún adhesivo. Por lo tanto, su unión inicial y estabilidad a la dentina es muy importante para garantizar procedimientos restaurativos posteriores firmes.(17) Por otro lado, la literatura es escasa en cuanto a la evaluación de sus propiedades fisicoquímicas, bioactividad, sellado marginal y comportamiento del color.

Por lo tanto, se propone un estudio in vitro utilizando Biodentine, MTA ángelus y Theracal Lc, con el fin de comparar sus propiedades de sellado marginal y cambios de

color cuando son sometidos a agentes blanqueadores (peróxido de hidrogeno, peróxido de carbamida) en un determinado período de tiempo.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál de los tres materiales bioactivos a base de silicato de calcio ofrece mejor respuesta a la capacidad de sellado marginal y una mayor estabilidad de color frente dos agentes blanqueadores?

1.3 Objetivo de la investigación

1.3.1 Objetivo General

- Determinar cuál de los materiales bioactivos a base de silicato de calcio ofrece mejor capacidad de sellado marginal y mayor estabilidad en el color.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Comparar la capacidad de sellado marginal de Biodentine, MTA ángelus, Theracal Lc.
- Comparar el efecto del peróxido de hidrogeno y peróxido de carbamida sobre el comportamiento de color del Biodentine, MTA ángelus, Theracal Lc.

1.4 Justificación

Este estudio justifica su desarrollo teniendo en cuenta los siguientes puntos.

El proyecto es importante desde la perspectiva científica porque permitirá establecer las propiedades fisicoquímicas de estos biomateriales y permitirá al odontólogo conocer nuevas alternativas en la utilización de biomateriales a base de silicato de calcio que se encuentran en el mercado nacional.

Esta investigación permite identificar cuál es el material a base de silicato de calcio con mejores capacidades de sellado y observar el comportamiento de su color.

Se cuenta con los materiales considerados en esta propuesta de investigación y se encuentra dentro de las líneas de investigación de la Universidad Privada de Tacna promoviendo la innovación tecnológica, de procesos formativos y de servicios de salud.

Con la aprobación del comité de ética de la Universidad Privada de Tacna se dispondrá de todos los recursos necesarios para poder concluir con el objetivo de la investigación.

No se ha encontrado literatura previa a nivel nacional sobre el enfoque que tiene este proyecto de investigación.

Este proyecto tiene una motivación e interés personal porque sumará y aportará nuevos conceptos teóricos prácticos en el tema de interés propuesto.

2 CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes de Investigación

Raju, V. “Comparative evaluation of shear bond strength and microleakage of tricalcium silicate-based restorative material and radioopaque posterior glass ionomer restorative cement in primary and permanent teeth: in vitro study”, India. 2014.

El autor, evaluó y comparó la microfiltración y la resistencia al cizallamiento de un material restaurador a base de silicato de calcio (Biodentine) y el cemento ionómero de Vidrio (Fuji IX GP) en restauraciones clase II involucrando superficies proximales y oclusales, con una muestra de 50 dientes molares permanentes y 50 dientes molares deciduos no cariados, extraídos (4 grupos de 25 cada uno). Para la prueba de microfiltración se aplicó una capa de esmalte de uñas en todo el diente, excepto 1 mm desde el margen de restauración. Luego se colocaron los dientes en colorante azul de metileno al 5% a temperatura ambiente por 12 horas. La determinación de la resistencia al cizallamiento se realizó utilizando la máquina de prueba universal (Instron[®] 3382 100 kN). Determinando que el cemento ionómero de Vidrio (Fuji IX GP) presenta una mayor resistencia al cizallamiento comparado con el material Biodentine, con un valor en la dentina permanente ($p=0.008$) y en la dentina primaria ($p=0.004$) siendo estas diferencias estadísticamente significativas, mientras que el Biodentine presentó una buena integridad marginal y menos fugas en la unión material-dentina tanto en dientes primarios como permanentes, comparado con el cemento ionómero de Vidrio (Fuji IX GP).(4)

Keskin, C. “Color stabilities of calcium silicate-based materials in contact with different irrigation solutions” Turquía, 2015.

Evaluó la estabilidad del color de 4 materiales a base de silicato de calcio ProRoot wMTA, wMTA ángelus, Biodentine y Bioaggregate. Utilizaron en el estudio muestras cilíndricas (10mm de diámetro y 2mm de altura) donde se mezclaron los materiales y se esperó a su correcto fraguado como indican los fabricantes. Estas muestras se sumergieron en 3 soluciones, agua destilada, Hipoclorito de sodio al 5% (Wizard, Ankara, Turquía) y Gluconato de Clorhexidina al 2% (Drogsan, Turquía) durante 24 horas. Evaluando los colores antes y después de sumergirlos utilizando un espectrofotómetro (VITA, easys shade compact, Alemania), concluyendo que todos los materiales exhibieron una decoloración clínicamente perceptible cuando se sumergió en NaCl 5% y Clorhexidina 2%, el Bioaggregate y el wMTA ángelus mostraron una decoloración más severa, con el agua destilada no se mostraron cambios en el color de ningún material.(1)

Sobhnamayan, F. “Effect of Different Irrigation Solutions on the Colour Stability of Three Calcium Silicate-Based Materials” Irán, 2017

Evaluó la estabilidad del color de tres materiales basados en silicato de calcio wMTA ángelus, una mezcla enriquecida con calcio (CEM) y Biodentine. Se usaron 45 muestras donde se mezclaron los materiales y se colocaron en tubos de silicona, luego se sumergieron en Hipoclorito de Sodio al 5%, Clorhexidina al 2%, EDTA al 17% y solución salina durante 24 horas. El cambio de color se midió con un espectrofotómetro y se concluyó que el wMTA ángelus mostró la mayor decoloración cuando se sometió a Hipoclorito de Sodio, Clorhexidina y EDTA y también que los tres materiales mostraron decoloración perceptible cuando entraron en contacto con Clorhexidina.(16)

Aguiar B, A. “Influence of ultrasonic agitation on bond strength, marginal adaptation, and tooth discoloration provided by three coronary barrier endodontic materials” Brasil, 2019.

Evaluó la influencia de la agitación ultrasónica sobre la adaptación, la resistencia a la unión y descoloramiento de 3 cementos endodónticos MTA ángelus, MTA repair HP (MTA HP) y Biodentine en restauraciones cervicales de dientes bovinos. Se utilizaron 72 dientes con raíces únicas como muestra, concluyendo que la agitación ultrasónica influye en una mayor adaptación y unión a las paredes del conducto radicular de los tres materiales y en una reducción de la decoloración del MTA ángelus usando la agitación ultrasónica. Mostrando una resistencia de unión mayor en Biodentine con agitación ultrasónica (12MPa y 1.87%) que en MTA repair HP (2.54 MPa y 28,58%) mayor y menor respectivamente.(9)

Cantenkin, K. “Evaluation of shear bond strength of two resin-based composites and glass ionomer cement to pure tricalcium silicate-based cement (Biodentine®)” Polonia, 2014

Evaluó la influencia que tiene el Hipoclorito de sodio activado con agitación ultrasónica en diferentes concentraciones (2% y 5.25%), sobre la superficie y la composición química del Biodentine en función de su tiempo de fraguado. Se usó 54 discos de Biodentine estandarizadas siguiendo las instrucciones del fabricante en términos de proporción, tiempo y método de mezcla, para después sumergirlos en 10 ml de Hipoclorito por 5 y 20 minutos. Concluyendo que no hay influencia en la concentración de la solución a la que se someta, comparado con la utilización de agitación ultrasónica donde se presentó cambios en la superficie del material como agujeros y defectos de forma redondeadas.(11)

Askel, H. “Surface and vertical dimensional changes of mineral trioxide aggregate and biodentine in different environmental conditions” Turquía, 2018.

Evaluó las características de la superficie de ProRoot MTA y Biodentine en diferentes condiciones ambientales con un Perfiometro óptico 3D sin contacto. Utilizando 24 dientes como muestra y realizando cavidades cilíndricas estandarizadas (2mm de alto y 3mm de diámetro) en la parte media de la raíz, concluyendo que las condiciones ambientales tuvieron diferentes efectos en la superficie de ProRoot MTA y Biodentine. El almacenamiento en condiciones secas, húmedas y sanguíneas tuvo un efecto dependiente del tiempo sobre la rugosidad de la superficie y en los cambios dimensionales verticales, y que en condiciones ácidas no afecta la aspereza y el nivel superficial de los dos materiales.(18)

Young, K. “Dentin Bonding of TheraCal LC Calcium Silicate Containing an Acidic Monomer: An In Vitro Study” Corea, 2020.

Investigó el efecto de la incorporación de un monómero funcional en Theracal Lc sobre la evaluación del interfaz dentina-material y la liberación de iones, utilizando para el estudio 2 grupos (TL5 Y TL10) Theracal modificado incorporando 5.0% y 10.0% en peso de (DI-HEMA-fosfato) de SIGMA (St. Louis, MO, EUA). El Theracal original (TL0 grupo control) también se probó para la comparación. Concluyendo que la incorporación de un monómero ácido (DI-HEMA-fosfato) en Theracal mejora la adhesión a la dentina sin cambiar negativamente las propiedades químico-mecánicas.(17)

Ozturk, T. “Do the intracanal medicaments affect the marginal adaptation of calcium silicate-based materials to dentin?” Turquía, 2019.

Evaluó el efecto de 3 medicamentos intracanales diferentes: TAP Triple pasta antibiótica, DAP Doble pasta antibiótica y CH Hidróxido de calcio, en la adaptación marginal de ProRoot MTA (Dentsplay Tulsa dental, Tulsa, OK) y Biodentine a la superficie de la dentina mediante una microtomografía computarizada (micro-TC). Se utilizó una muestra de 80 dientes humanos de raíz única, recién extraídos. Concluyendo que la medicación con Hidróxido de calcio mejoró significativamente la adaptación marginal de ProRoot MTA y que el uso de triple y doble pasta antibiótica disminuye la adaptación marginal de ProRoot MTA y Biodentine.(7)

Trusha, S. “Effect of commonly used irrigants on the colour stabilities of two calcium-silicate based material” India, 2019.

Evaluó la estabilidad del color de dos materiales a base de silicato de calcio usados ampliamente por el odontólogo, cuando entran en contacto con soluciones irrigadoras como Hipoclorito de sodio al 5%, Clorhexidina a 2% y agua destilada. Siguiendo las instrucciones del fabricante los materiales de prueba MTA y Biodentine fueron mezclados homogéneamente, se colocaron en muestras cilíndricas usando moldes de 10 mm de diámetro y 2mm de alto, almacenadas a 37°C y 100°C para alcanzar las propiedades óptimas del material, luego se sumergió en las diferentes soluciones durante 24 horas, observando con un espectrofotómetro UV (UV-1650 Shimadzu Europa) los cambios y concluyendo que el Biodentine exhibió una decoloración significativa con Clorhexidina y el MTA mostró más decoloración con Hipoclorito de sodio.(15)

2.2 Marco teórico

2.2.1 Materiales Bioactivos

Cuando se pierde material dental, el remanente coronario estará pobre en sentido mecánico, fisiológico e histológico y esto presenta una complicación. El uso de nuevos equipos tecnológicos busca reemplazar lo perdido, estudiando materiales que puedan tener una íntima relación. Es aquí donde adquiere protagonismo cualquier biomaterial, que sustituya los tejidos dentarios y que no cause efectos perjudiciales en estos.

En un inicio, se realizaban estudios experimentales para introducir materiales en aplicaciones biomédicas, tomando en cuenta la inercia biológica de estos y rescatando la biocompatibilidad de estos materiales, propiedades fisicoquímicas, mantener la estabilidad dimensional, y capacidad de sellado. La evolución de las investigaciones biomédicas en materiales dentales ha sido beneficiosa para la construcción de materiales compatibles con los tejidos del diente, buscando un intercambio molecular entre las interfaces, la vital y la sustituta (biomaterial) logrando una integración íntima.

No basta con el empleo de sustitutos de dentina, cemento o esmalte, en la actualidad se busca incitar y promover reacciones químicas específicas de manera permanente entre ambas superficies, existen diversas tácticas que perfeccionan este objetivo basándose en combinar moléculas bioactivas que promuevan una respuesta específica por parte del huésped con formación de nuevas células y tejidos.

2.2.2 Odontología restauradora

Se define como la especialidad en odontología que analiza y estudia de forma integral el diagnóstico, tratamiento y pronóstico. Teniendo como objetivo mantener, restablecer la forma, estética y función del aparato masticatorio, también se centra en la biocompatibilidad y relación que tiene el material con el órgano dentario y los tejidos blandos en conjunto con el sistema estomatognático.

Se debe conocer ampliamente los materiales y técnicas disponibles que con el tiempo van evolucionando, para poder seleccionar la mejor opción de tratamiento ante la situación clínica de cada paciente.(19)

2.2.3 Cementos basados en silicato de calcio

Son biomateriales hidrofílicos que toleran ambientes húmedos, por esta cualidad se colocan en sangre, plasma, saliva y fluido dentinal. Produciendo un gel de hidrato de silicato de calcio (Gel CSH) y de hidróxido de calcio.(20)

Poco a poco estos materiales bioactivos se están introduciendo en odontología restauradora, el uso en endodoncia lleva mucho tiempo en ejecución, caso contrario en la odontología restauradora que es reciente. El agregado trióxido mineral (MTA) fue el primero en ponerse en ejecución en 1995 y debido a las propiedades óptimas de biocompatibilidad y bioactividad de estos materiales bioactivos, los fabricantes vieron la necesidad de elaborar materiales similares al MTA, ejemplo: MTA Ángelus (Ángelus Odontológicas, Brasil) y Endo CPM Sealer (Egeo, Argentina). Por lo general, estos materiales son indicados para tratamientos en

endodoncia y poco a poco se vienen realizando experimentos para poder describir sus propiedades para odontología restauradora.

Luego, en 2010 apareció el Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fosses, France) el cual se usa como remplazo de dentina coronal y radicular. Su rápido fraguado, en comparación a los materiales bioactivos previos, las mejoras en sus propiedades los hacen estupendos como reemplazantes de dentina definitiva y de esmalte temporal. Otros materiales como Theracal (Bisco Inc., Schamburg, IL, USA) se han desarrollado recientemente, proponiendo el uso de estos biomateriales modificados con resina, logrando controlar el tiempo de endurecimiento al ser fotopolimerizable. Una de sus propiedades más relevantes ya mencionada anteriormente es la bioactividad de estos y su interacción con el medio dental.

Estos materiales se definen como aquellos que “Incentivan una respuesta biológica toda la interfaz de los tejidos con el material, como resultado tendremos una unión íntima entre el tejido dental y el material restaurador”.(21)

Esta propiedad se ha visto reflejada en la interacción no solo con tejidos blandos si no con tejidos dentarios duros. Esto demuestra que estos biomateriales generan una íntima relación dentinal a través de la zona de infiltración mineral, formando tags y difusión de calcio y silicio a la dentina.

También se ha demostrado que el contacto con el tejido pulpar incita a la formación de un puente dentinario, es por este motivo que la odontología restauradora tiene un especial interés en estudiar estos biomateriales por sus usos como material restaurador en cavidades profundas como también en procedimientos como recubrimiento pulpar directo e indirecto.(22)

2.2.3.1 Agregado trióxido mineral (MTA)

Fue el primer material basado en silicato de calcio en ser usado en odontología, fue patentado y estudiado por Torabinejad y White en 1995, teniendo como principal componente el cemento Portland tipo I que es el silicato de calcio, al que se le agrega óxido de bismuto (Bi_2O_3) para generar la radiopacidad.(23)

- **Composición y modo de empleo**

Fue desarrollada en Estados Unidos fabricada por Dentsply International (ProRoot MTA and Tooth-Colored MTA). Pero la promoción de estos materiales ha hecho que se fabriquen biomateriales similares por diferentes compañías. Diversos estudios nos permiten conocer detalladamente la composición de los diferentes tipos de MTA el ProRoot MTA (Grey MTA) y Tooth-Colored MTA (White MTA). Por otro lado, los componentes del WMTA en su versión blanca es el silicato tricálcico y óxido de bismuto.

Estudios demuestran que variabilidad de color de estos materiales se debe a la ausencia de hierro en sus compuestos del WMTA. También un tamaño menor de partículas si los comparamos, los estudios lo relacionan con la fácil manipulación que tiene el material WMTA.

Los componentes del ProRoot MTA O GMTA son polvo, líquido, silicato tricálcico, agua estéril y óxido de bismuto (cuadro 1). Su preparación comienza con la mezcla de polvo del MTA con agua estéril con una proporción de 3 a 1. Utilizando una espátula plástica para poder mezclar el cemento una superficie adecuada como una loseta de vidrio y este

cemento mezclado se puede transportar en una porta amalgama metálico.

Cuadro 1: Composición del MTA

Polvo	Líquido
Silicato tricálcico	Agua estéril
Silicato dicálcico	
Óxido de bismuto	

Fuente: Núñez, 2016(23)

- **Reacción de fraguado**

Cuando se mezcla se produce una formación de un gel coloidal que luego se solidifica. Durante la mezcla se produce un efecto de hidratación entre sus componentes, por esta acción se formará un gel de silicato de calcio hidratado (C-S-H) y la formación de un subproducto que sería el hidróxido de calcio. El nivel de pH aumenta hasta 12 luego de 20 minutos, durando aproximadamente 3 horas.

Debido a la disolución del hidróxido de calcio y a la progresiva descalcificación de C-S-H, se observa una alta proporción de iones de calcio.

Una de las principales desventajas es el tiempo de endurecimiento por eso este material no se usa en procedimientos de una sesión, el odontólogo debería reafirmar su endurecimiento en otra sesión para seguir con la siguiente etapa del procedimiento, el MTA se ha propuesto para

diferentes procedimientos como recubrimientos pulpaes, Whitterspoon describe estos materiales a detalle.

- **Recubrimiento pulpar directo**

En 2010 Parirokh y Torabinejad señala que el MTA es un material idóneo para preservar la vitalidad pulpar dentaria cuando es utilizada en recubrimientos pulpaes ya sea directos o indirectos, estando de la mano con diferentes materiales con similares propiedades dentro del mercado.

Aguilar y Linsuwanont en 2011 publicaron una revisión sobre el efecto del MTA y e hidróxido de calcio usado en recubrimientos pulpaes, registrando tasas de éxito elevadas proponiéndolos como materiales ideales para estos procedimientos. Pero se propone estudiar más estos materiales para tener información más exacta, pero se necesitan estudios de mayor calidad.(23)

De esta manera, los estudios realizados han detallado los beneficios de MTA en terapias pulpaes, pero tendría que verse en seguimientos de largo plazo y teniendo un estudio de mayor calidad.

2.2.3.2 Biodentine

Cemento basado en silicato de calcio definido como el primer material TODO EN UNO que se usa en dentina que está dañada, creado para proporcionar mejores propiedades mecánicas y un menor tiempo de fraguado.

- **Composición y modo de empleo**

Su presentación es en cápsula que contiene polvo y en una ampolla que contiene el líquido (cuadro 2), siguiendo con las instrucciones del fabricante se exprime el líquido en la cápsula y se usa un amalgamador por 30 segundos y ya estaría lista para su traslado con una porta amalgama.

Cuadro 2: Composición del Biodentine

Polvo	Líquido
Silicato tricálcico	Cloruro de calcio
Silicato dicálcico	Polímero hidrosoluble
Carbonato cálcico y óxidos	
Óxido de hierro	
Óxido de zirconio	

Fuente: Núñez, 2016.(23)

De acuerdo con la tecnología que se usa para producir Biodentine la Active Biosilicate Technology™, asegura la pureza del silicato de calcio en comparación con el cemento portland que contiene mezclas no purificadas con concentraciones bajas de impurezas metálicas. Sin embargo, estudios demuestran que hay contenido de plomo, arsénico y cromo en Biodentine.

Para acelerar la reacción de estos materiales se adiciona al líquido cloruro de calcio siendo un potente acelerador. Debido a la falta de impurezas y adición de carbonato de calcio se logrará mejores propiedades mecánicas. Entre sus componentes está el óxido de zirconio que da radiopacidad en estos tipos de materiales. A diferencia del MTA que

tiene presente en sus componentes óxido de bismuto lo que según diferentes autores está relacionado con el cambio del color dentario.(24)

- **Reacción de fraguado**

Similar al del MTA, pero tiene una velocidad de reacción mayor en comparación, producen hidróxido de calcio y silicatos de calcio hidratados como subproducto. Su reacción se observó por espectroscopia a los 14 días observando que continuaba su reacción a pesar de tener un fraguado inicial de 24 minutos.

- **Aplicaciones en odontología restauradora**

El Biodentine es usado como sustituto de la dentina, en toda su extensión coronal y radicular. Sus indicaciones son:

- Restauraciones temporales en esmalte
- Restauraciones definitivas en la dentina
- Restauraciones de caries profundidad o extensas
- Restauración clase V o radiculares profundas
- Recubrimiento pulpar directo e indirecto

Según el fabricante no es necesario ningún tratamiento antes de la aplicación. El cemento como sustituto de la dentina debe tratarse como dentina sana, una vez termine su tiempo de fraguado.

- **Recubrimiento pulpar directo**

Nowicka y colaboradores indican que existe formación de puente dentinario cuando aplican Biodentine y MTA en premolares extraídos por motivo ortodóntico ejecutando perforaciones pulpares para realizar recubrimiento directo con los dos materiales.(25)

Tran y colaboradores estudiaron el Biodentine y el hidróxido de calcio en molares extraídos de ratas demostrando que el Biodentine induce a la formación de puente dentinario en recubrimientos pulpares directos e indirectos a comparación del hidróxido de calcio que presento inclusión celular que inician la formación de osteodentina .(26)

Laurent y colaboradores realizaron un estudio donde se usaron premolares recién extraídos donde los mantuvieron en un medio de cultivo observando que el Biodentine usado en recubrimientos pulpares directos inducen a la diferenciación de células odontoblásticas que son causantes de la formación de tejido dentinario.(27)

Actualmente no se encuentra en el ámbito nacional estudios que conduzcan a una mayor evidencia en el uso del Biodentine en odontología restauradora estudiando su capacidad de sellado y su estabilidad de color sometido a diferentes agentes blanqueadores.

2.2.3.3 Theracal Lc

El Theracal Lc es un cemento basado en silicato de calcio modificado con resina, siendo un material híbrido bioactivo indicado para recubrimientos pulpaes directos e indirectos que promueve la formación de puente dentinario por la liberación ion hidroxilo que genera un aumento de pH lo que provoca una irritación pulpar e induce la formación de dentina reparadora.

Clasificado como un material de cuarta generación según la norma ISO 9917-2017 y de clase 2 por generar su reacción de fraguado mediante fotopolimerización. Teniendo entre sus componentes según datos de patente en 2011:

- Cemento Portland tipo III (20-60%)
- Dimetacrilato de poli (etilenglicol) (10-50%)
- Bis-GMA (5-20%)
- Circonato de bario (1-10%)

Según las hojas de seguridad del año 2012, el material no contiene HEMA entre sus componentes esta:

- Cemento Portland (30-50%)
- Dimetacrilato de polietilenglicol (10-30%)
- Circonato de bario (1-10%)

Este material al ser fotopolimerizable se va a manipular más fácilmente para poder colorar la restauración, ya que su tiempo de reacción es menor que algunos biomateriales como Biodentine y MTA. También se ha demostrado que

el Theracal Lc va a tener un efecto antimicrobiano mayor en *Streptococcus mutans* y menor en *Streptococcus salivarius* y *Streptococcus sanguis*.(28)

2.2.4 Agentes blanqueadores

2.2.4.1 Peróxido de hidrogeno (H₂O₂)

Utilizado en odontología como material blanqueador, sus concentraciones disponibles en el mercado varían entre un 5% -35%. Las soluciones de alta concentración deben ser manipuladas con cuidado ya que son termodinámicamente inestables y podrían explotar en un ambiente no refrigerado y oscuro; además es un material cáustico, quemando los tejidos con los que entra en contacto. Debido a su bajo peso molecular de 34 daltons, esta sustancia logra penetrar la dentina y liberar oxígeno que rompe los enlaces dobles de los compuestos orgánicos e inorgánicos en el interior de los túbulos dentinario. El desglose de peróxido de hidrógeno en oxígeno activo es acelerado por la aplicación de calor, la adición de hidróxido de sodio, o de luz. Por tanto, se desprende que los agentes blanqueadores en base a peróxido de hidrógeno son químicamente inestables y es por ello que deben ser empleados sólo preparados frescos almacenados en condiciones adecuadas.(29)

2.2.4.2 Peróxido de carbamida (CH₄N₂O.H₂O₂)

Es un compuesto cristalino blanco orgánico y está formado por urea y peróxido de hidrógeno. Se utiliza en diferentes concentraciones que van de un 10 a 37%. Ante la presencia de humedad se disocia en urea (64%) y en peróxido de hidrógeno (36%). Comercialmente, las preparaciones de peróxido de carbamida por lo general incluyen glicerina a diversas concentraciones, lo que le otorga mayor estabilidad que el peróxido de A) $H_2O_2 \rightarrow 2HO\cdot HO\cdot + H_2O_2 \rightarrow H_2O + HO\cdot 2 HO\cdot 2 \leftrightarrow H^+ + O\cdot 2$ B) $2H_2O_2 \leftrightarrow 2H_2O + 2O \leftrightarrow 2H_2O + O_2$ C) $H_2O_2 \rightarrow H^+ + HOO^-$ 15 hidrógeno.(29)

2.2.5 Color

Touati y colaboradores definen al color como una impresión netamente subjetiva, que se forma en una región específica del cerebro, y esto se debe a la especialización de ciertas células situadas en la retina: los conos y bastones.(30)

Está determinada por tres fenómenos: físico, que es la intensidad de energía emitida por la energía radiante. Psicofísico, es la luminosidad captada por el ojo y psicosenorial, este último es la respuesta cerebral a los mensajes enviados por fotorreceptores de la retina.

Psicosensorialmente el chroma o cromatismo es la interpretación del cerebro sobre el color, siendo interesante este concepto para la práctica odontológica.

2.2.5.1 Percepción del color

Existe en la retina tres tipos de fibras nerviosas, se dividen según alcance de longitud de onda. Onda larga color rojo, onda media color verde y onda corta de color. En el cerebro se percibirá la sensación de color cuando los grupos de conos reaccionen ante varias intensidades y tipos de iluminación.

Cualquier tipo de alteración en la intensidad de luz afectará el color de las cosas iluminadas por ella, la iluminación se saturará cuando este corresponde al mismo color del objeto iluminado.

Otro factor que altera la luminosidad del color son las fuentes de luz que hace que algunos colores no se alteren, mientras que otros se notaran más claros u oscuros.

Otro fenómeno que tiene un fuerte impacto en la percepción del color es el metamerismo que ocasionará que dos objetos del mismo color parezcan iguales frente a una luz, pero diferente bajo otra. Dos colores con la misma curva espectral no se describen como metaméricos pero dos objetos con distinta curva espectral podrían manifestar distintos grados de metamerismo.(30)

2.2.5.2 La luz

Es la radiación electromagnética que percibe el ojo humano, la luz visible es la radiación presente en un espectro visible, conformada por los fotones, estos conforman propiedades que explican el comportamiento físico de una onda-partícula. Una longitud de onda de 400nm a 700nm (violeta y rojo oscuro respectivamente) es sensible al ojo humano.

La luz penetrara el ojo por la córnea, dirigiéndose hacia los fotorreceptores están presentes en la retina, sus neuronas retinarias transformaran la luz en impulsos eléctricos para que se puedan transmitir al encéfalo por medio del nervio óptico, en este punto se proyecta y genera la percepción.(30,31)

2.2.5.3 Dimensiones del color

El ojo humano puede percibir no solo el color mediante parámetros que generan un color único, sino también parámetros en las diferentes formas como alto, ancho y fondo. Se agrupan por un sistema tridimensional, estos son:

- **Matiz**

Es la longitud de onda dominante de un color, su observación es de 5 a 10 segundos ya que si es más tiempo puede transmitir un informe erróneo al cerebro. El matiz puede ser un color primario como amarillo, rojo y azul; los secundarios serian la mezcla de los matices primarios: violeta, naranja y verde y los complementarios serían los matices que se oponen a la rueda del color.(32)

- **Valor**

Es la cantidad del brillo, luminosidad o gris que tiene un color ya sea claro u oscuro, se puede clasificar dentro de una escala cromática que va desde tonos blancos llamados “tintes”, gama de grises y tonos negros llamados “sombras”.(32)

- **Croma**

Es definida como la saturación o cantidad de color presente en este, se referirá a un croma alto cuando presente un color intenso dependiendo de la concentración del matiz, la saturación está en íntima relación con este lo cual se podrán dividir en diferentes grados de intensidad del color.(30)

2.2.5.4 El color en odontología

El color de los dientes se percibe desde adentro hacia afuera porque la dentina es el responsable del color dentario, el esmalte modifica el color. Este es manifestación de diversas condiciones como reflexión, transmisión de luz y absorción.

La dentina presenta una baja translucidez y saturación siendo la causante del matiz y del croma del diente, mientras que el esmalte filtra el color ya que es altamente translucido y presenta poca saturación.

El esmalte presenta la habilidad de producir diferencias en la incidencia de la luz gracias a la opalescencia, la luz proviene de atrás hacia delante genera tonos naranja y azul respectivamente. Otra consideración importante es la fluorescencia que se define como la emisión de energía luminosa en un objeto o material donde el rayo de luz es reflejado.(32)

El croma se refleja de diferente manera en los tercios coronarios:

- **Tercio cervical**

Se ve poco afectada por el esmalte por la capa delgada que presenta a comparación de la dentina que es de mayor espesura resultando en un croma alto.

- **Tercio medio**

Presenta poca translucidez por la mayor espesura que presenta la dentina y en el esmalte presenta una capa gruesa atenuando la saturación dentinal, aumentando la luminosidad.

- **Tercio incisal**

Presentará el esmalte en esta zona una gran espesura y translucidez, en el borde incisal estarán presentes proyecciones conocidas como mamelones.

2.2.5.5 Selección del color

Es un proceso visual como cerebral, este procedimiento deberá ser realizado antes del aislamiento absoluto ya que la deshidratación de los dientes reflejará la luz, alterando la iluminación. Las restauraciones en el sector anterior también pueden alterar la selección de la toma de color.

Se utilizará aparatos específicos que registran el color de una forma numérica, siendo este un método confiable, estos se pueden realizar mediante espectrofotómetros, imágenes computarizadas y colorímetros.

Los espectrofotómetros se utilizarán en la medida del color del objeto a través de su longitud de onda, se registrará en las coordenadas tridimensionales del sistema CIE L*a*b* (33). Este sistema se expresa en 3 ejes para definir el color del

objeto, el eje L* que va a indicar la luminosidad del objeto con valores de 0 a 100 (negro y blanco absolutos respectivamente), el eje a* es la cantidad de rojo con un valor positivo o verde con un valor negativo y el eje b* es la cantidad de amarillo con un valor positivo y azul con un valor negativo.

Se encuentra diversos tipos de espectrofotómetros con diferente formas y funciones, entre ellas está el espectrofotómetro Vita Easy Shade® (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) que presenta la capacidad de reflejar la luz de los dientes en sus tercios, entre otras características y pasar los resultados de acuerdo con la escala Vita Classical o a la escala Vita 3DMaster.

2.2.5.6 Diferencias del color

Para la selección del color por cualquiera de los dos métodos visual e instrumental, es necesario conocer la armonía y tolerancia del color. En otras palabras, la diferencia del color (ΔE^*) pudiendo ser perceptible al ojo humano, esto variará dependiendo de cada persona.

Existen tres intervalos de los valores delta E* en lo que se diferenciara el color. Según Vichi, 2004, los valores <1 no son perceptibles al ojo humano, valores delta E* de 3.3 se considera apreciable para personas no capacitadas por lo cual sería clínicamente inaceptable.(34)

3 CAPÍTULO III

HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES

3.1 Hipótesis

H0: Los tres materiales bioactivos a base de silicato de calcio considerados en el estudio, tienen las mismas propiedades de sellado marginal.

H1: Al menos uno de los tres materiales bioactivos a base de silicato de calcio considerados en el estudio, tiene propiedades de sellado marginal diferente.

H0: Los tres materiales bioactivos a base de silicato de calcio considerados en el estudio, tienen el mismo efecto sobre el comportamiento del color en su superficie.

H1: Al menos uno de los tres materiales bioactivos a base de silicato de calcio considerados en el estudio, tiene un efecto diferente sobre el comportamiento del color en su superficie.

3.2 Operacionalización de las variables

Variables	Indicador	Valor final		Tipo de variable
Sellado marginal	Escala de medición de Lee	0 = Sin penetración de tinte. 1 = Penetración de tinte hasta la unión esmalte dentina. 2 = Penetración de tinte hasta la mitad de la cámara pulpar. 3 = Penetración de tinte más allá de cámara pulpar.		Ordinal
	Estereomicroscopio	Milímetros		Cuantitativo, razón
Comportamiento del color	Espectrofotómetro	Valores delta E	L*	Cuantitativo
			a*	
			b*	
Cemento	Tipos de cementos a base de silicato de calcio	Biodentine		Nominal
		MTA		
		Theracal Lc		
Agente de tratamiento de superficie	Tipo de agente	Peróxido de hidrogeno al 35% y peróxido de carbamida al 16%		Nominal
Tiempo de almacenaje	Tiempo de almacenamiento de las muestras	Primer registro: 0 días Segundo registro: 14 días		Numérica, razón

4 CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y diseño de la Investigación

Toda investigación debe de estar bajo cuatro criterios y debe de cumplir las condiciones de ser exhaustivo y excluyente. Por eso la propuesta se clasifica en:

- **Analítica:** La investigación cuenta con 4 variables, 2 fijas (los cementos basados en silicato de calcio, los agentes blanqueadores) y 2 aleatorias (capacidad de sellado, comportamiento del color), se podrá realizar comparaciones y desemejanza de hipótesis.
- **Experimental:** Para poder desarrollar la investigación, se realizarán intervenciones controladas, esta es intencional y está dirigida al tema de la investigación.
- **Prospectiva:** La evaluación de la capacidad de sellado y comportamiento del color se ejecutará luego de la intervención.
- **Longitudinal:** La evaluación del comportamiento del color se realizarán antes y después de la exposición a los agentes de tratamiento de superficie.

Ámbito de estudio

Los procedimientos laboratoriales del manejo de los biomateriales para el comportamiento del color y microfiltración fueron realizados en el laboratorio de Odontología de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, ubicado en la Av. Jorge Basadre s/n, Pago Capanique, Distrito de Pocollay, Tacna.

4.2 Prueba de microfiltración

4.2.1 Muestra y unidad de estudio

Teniendo en cuenta la comparación de los métodos de investigación publicados anteriormente, se utilizó el software G Power (Faul, Erdfelder, Lang y Buchner, 2007). Las unidades de estudio fueron 30 dientes premolares superiores e inferiores extraídos por motivos ortodónticos en los diferentes consultorios de la ciudad de Tacna, Los dientes fueron asignados aleatoriamente en 3 grupos de 10 unidades cada uno (n=10). Se codificaron las muestras para poder incluirlos en cada grupo experimental.

➤ Criterios de homogenización de muestras

- Dientes premolares sin caries ni lesiones superficiales.
- Dientes premolares sin restauraciones de ninguna clase.
- Dientes premolares extraídos por motivos ortodónticos y quirúrgicos.
- El tiempo después de la extracción debe tener una antigüedad no mayor a 6 meses.

➤ Criterios de exclusión

- Premolares con fractura.
- Premolares con ápice abierto.
- Premolares con presencia de abfracciones y erosiones.
- Premolares que tengan tratamientos de conductos.

4.2.2 Procedimientos y métodos

➤ Almacenamiento de los dientes

Luego de la recolección de las piezas dentarias obtenidos en los diferentes centros odontológicos y consultorios privados de la ciudad de Tacna en el año 2020, estos fueron limpiados, retirando los restos de tejidos blandos

con una cureta periodontal (Cureta aluminio gracey 9/10, Dte, EE. UU); los dientes se lavaron en agua destilada a chorro y almacenados en frascos estériles conteniendo suero fisiológico (figura 1), refrigerando hasta el momento de su uso.

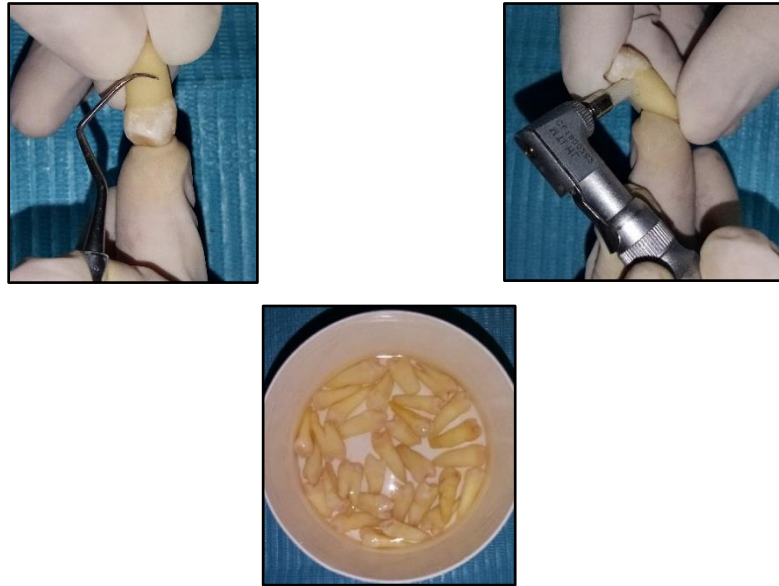
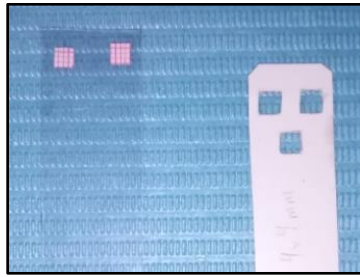


Figura 1: Limpieza y almacenamiento de las muestras en suero fisiológico.

➤ **Preparación de las muestras**

Se estandarizó cavidades de 4mm x 4mm en una hoja de papel cartón y en una cinta celuloide se condicionó una hoja milimetrada cortada para obtener una plantilla de las cavidades y con un marcador para realizarlas en las superficies oclusales de todas las muestras (figura 2-a). Se utilizó una pieza de alta velocidad (NSK, Pana-Max PLUS, Serial No: 00032574, Japón) con piedras diamantadas redonda y troncocónica #5 (MDT, Lote: 058014), estas se cambiaron cada 3 cavidades (figura 2-b) según Gupta et al. (34)



a) Plantillas estandarizadas

b) campo de trabajo

Figura 2: Estandarización de las muestras

Se removió los tejidos que estaban presentes en la cámara pulpar con una cureta para dentina (Maillefer Estándar, EE.UU), luego se irrigó la cámara pulpar con hipoclorito de sodio al 5.25% (Clorox, Lote: 842230, Perú) con jeringas hipodérmicas, hasta la remoción de todo el material orgánico (figura 3), posteriormente se secaron las cavidades.



Figura 3: Tallado de las cavidades

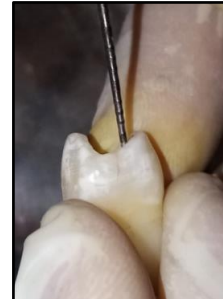
Se realizó un grabado con ácido ortofosfórico al 37% (Octacid ácido ortofosfórico, Lote: 351818, Brasil) en el tercio apical radicular luego se secó con aire y se selló el ápice radicular con resina fluida (OpallisFLOW, FGM, Lote: 202305, Brasil) según instrucciones del fabricante, para posteriormente fotocurar con una lámpara de luz halógena (LED Light curing, Serial No: L89014, China).

Se colocó torundas de algodón autolavados en la cámara pulpar (figura 4-a), estandarizando una distancia de 4 mm entre la torunda y superficie

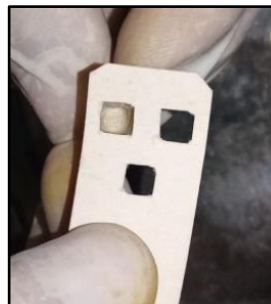
oclusal con una sonda periodontal (Carolina del norte MPUNC15RB, American Eagle, EE.UU) (figura 4-b), para que permita alojar en las cavidades a los materiales estudiados, se verificó la profundidad de las cavidades con la plantilla milimetrada (figura 4-c).



a) Limpieza
cavidad



b) Profundidad de
la cavidad



c) Verificación oclusal de la cavidad

Figura 4: Preparación de las muestras

➤ **División de los grupos**

Los especímenes fueron divididos aleatoriamente e identificados con un marcador (figura 5), se conformó tres grupos de estudio, Grupo 1, Biodentine® (SEPTODONT, Lote: 058826, Francia). Grupo 2, MTA ángelus® (Endodontia, Lote: 102355, Brasil). Grupo 3, Theracal Lc® (BISCO Inc., Lote: 192813, EE. UU); cada grupo estará conformado por 10 cuerpos de prueba. (cuadro 3)



Figura 5: División de los grupos de estudio

Cuadro 3: división de los grupos de estudio

Grupo	Material	Cantidad de muestras
Grupo 1	Biodentine	10
Grupo 2	MTA ángelus	10
Grupo 3	Theracal Lc	10
Total		30

Para el grupo 1 (Biodentine) se preparó según las instrucciones del fabricante (figura 6-a), se vertió 5 gotas a la cápsula con el polvo (figura 6-b) y con la ayuda de un amalgamador (GM-50, Serial No: 1065884, China) se mezcló durante 30 segundos hasta conseguir la consistencia adecuada (figura 6-c), seguido se colocó el material en un vaso dapen de vidrio para posteriormente rellenar desde el fondo hasta la superficie oclusal la preparación cavitaria por medio de una porta amalgama (figura 6-d).



a) Campo de trabajo

b) Dispensación



c) Mezcla en amalgamador



d) Restauración

Figura 6: Procedimientos de restauración

El grupo 2 (MTA ángelus) se preparó según las instrucciones del fabricante (figura 7-a,b), se mezcló en una platina de vidrio hasta conseguir la consistencia adecuada según el fabricante (figura 7-c) para luego llevarlo a la cavidad preparada llenándolo hasta la superficie oclusal con la ayuda de una porta amalgama (figura 7-d), seguidamente se condenso el material para luego retirar los excesos con un algodón y se esperó el tiempo de fraguado de 24 minutos. (figura 7-e,f).

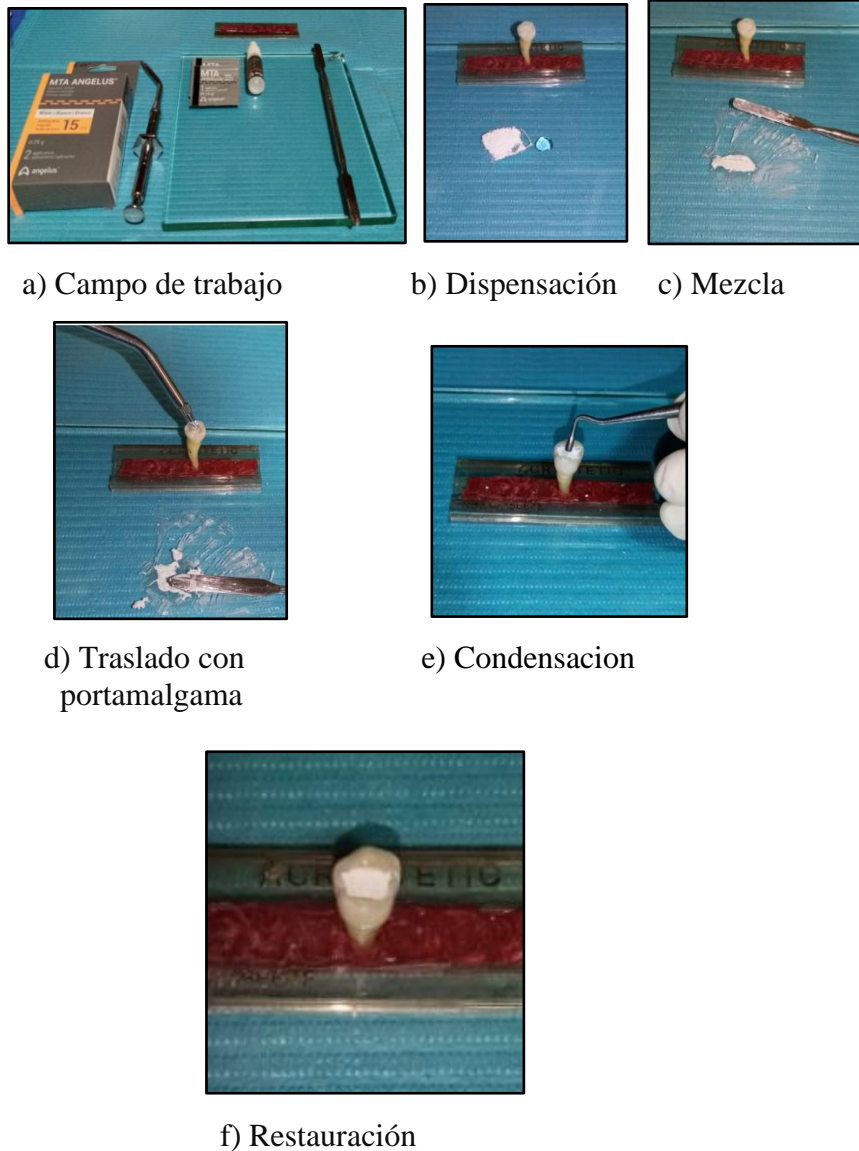


Figura 7: Procedimientos de restauración.

El grupo 3 (Theracal Lc) se preparó según las instrucciones del fabricante (figura 8-a) para colocar el material en la preparación cavitaria se preparó la cavidad humedeciéndola con una gasa embebida en suero fisiológico (figura 8-b), luego se dispense el material en capas de 1 mm fotopolimerizando en cada dispensación hasta llenar la cavidad preparada hasta la superficie oclusal (figura 8-c,d); con una lámpara de luz halógena (LED Light curing) según el tiempo que indica el fabricante (figura 8-e).

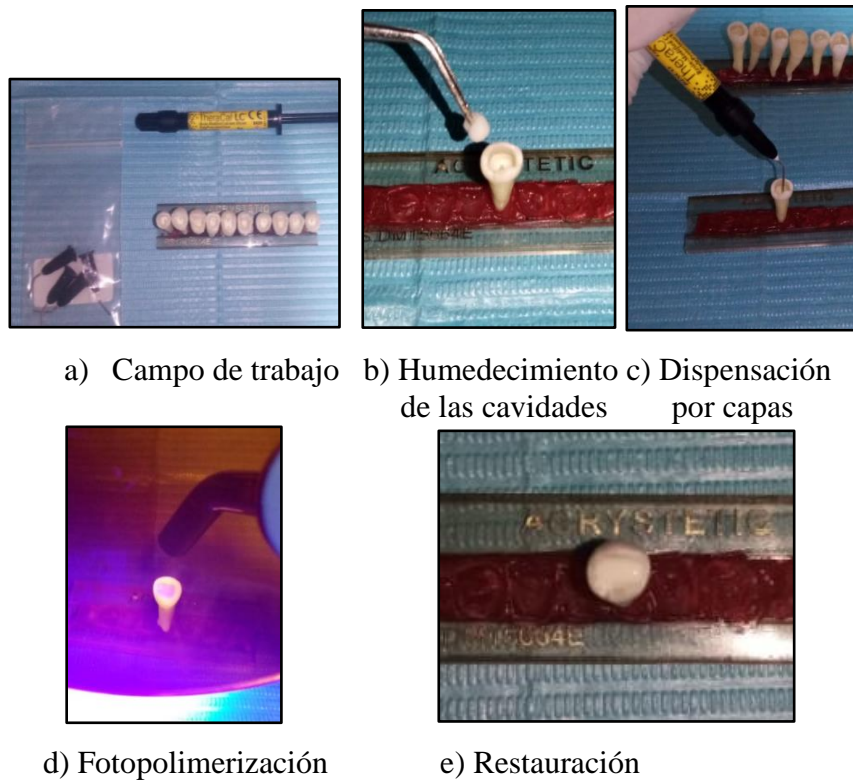


Figura 8: Procedimientos de restauración.

En el grupo de prueba 1 y 2 se alisaron todas las superficies oclusales con ayuda torundas de algodón con agua (figura 9-a) para que empiece el fraguado de estos materiales, según las instrucciones del fabricante (figura 9-b).

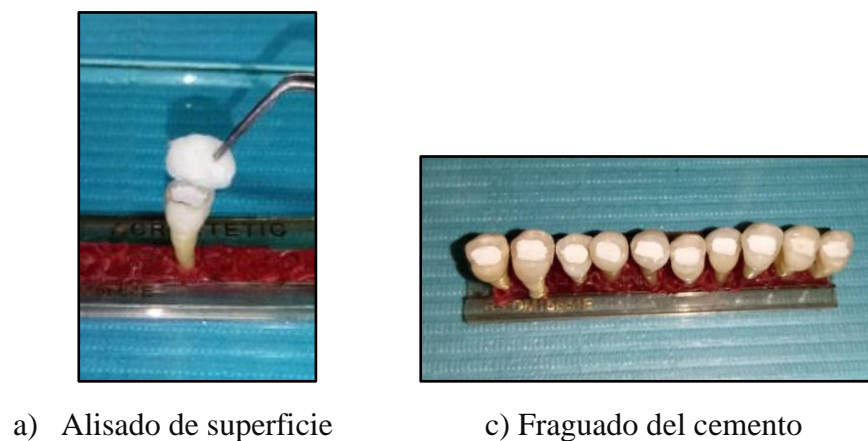
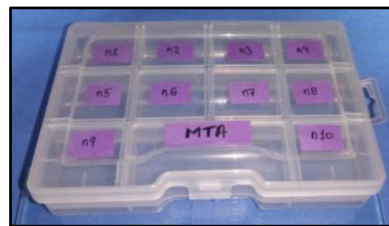
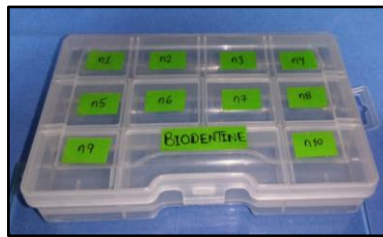


Figura 9: Fraguado de los cementos.

➤ **Manejo de los cuerpos de prueba**

Los cuerpos de prueba se almacenaron en recipientes plásticos (REY Plast, Perú) (figura 10), en 3 grupos correspondientes a los materiales a estudiar, sumergidos en suero fisiológico a temperatura ambiente por una semana hasta el momento de su uso.



a) Grupo 1 (Biodentine)

b) Grupo 2 (MTA)



c) Grupo 3 (Theracal Lc)

Figura 10: División y almacenamiento de los cuerpos de prueba.

Posteriormente, la superficie de los dientes se cubrió con dos capas de barniz de esmalte (ÉSIKA pro, Lote: 23141, Perú) (figura 11-a) hasta 2 mm del margen cervical de las restauraciones (figura 11-b), fueron dejados en un lugar libre de polvo por 2 horas, hasta el completo secado del esmalte (figura 11-c).

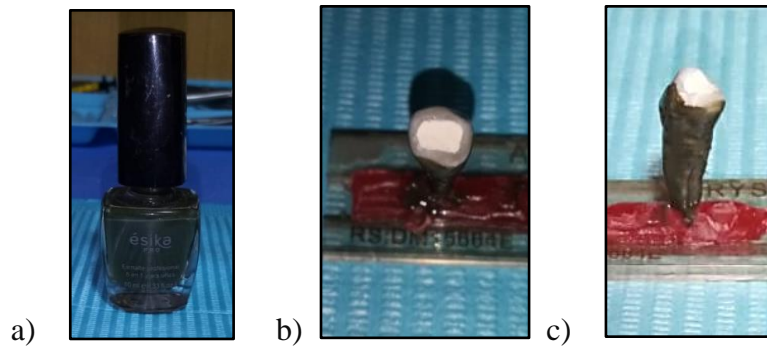


Figura 11: Sellado de superficie de los cuerpos de prueba

Luego los cuerpos de prueba fueron expuestos en azul de metileno al 4% (BIODISC SAC, Lote: 12555, Perú), se usó 4 mL del colorante para cada muestra (figura 12-a,b) para posteriormente almacenarlos en recipientes divididos por grupos a temperatura ambiente por dos semanas (figura 12-c).



a) Azul de metileno



b) División de muestras



c) Almacenamiento de muestras

Figura 12: Proceso de microfiltración.

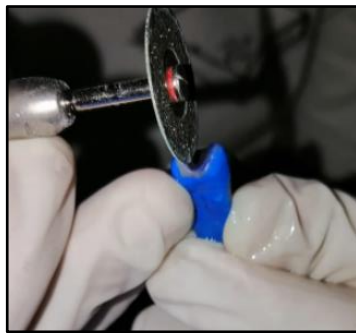
Pasado el tiempo de exposición (figura 13-a), los cuerpos de prueba se lavaron con agua potable y fueron secados con papel absorbente, para poder ser seccionados en sentido mesio-distal a la mitad de la preparación con un disco de diamante (Disco Komet K7136) usando un micromotor (Nsk Ex203c, Serial No. 1584799, Japón) (figura 13-b,c,d) bajo agua refrigerante, luego se almacenaron las muestras en suero fisiológico hasta el momento de la valoración de microfiltración que presentan las muestras (figura 13-e).



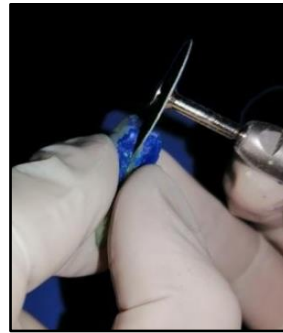
a) Campo de trabajo



b) Corte mesiodistal



c) Coste mesiodistal



d) Sección de la muestra



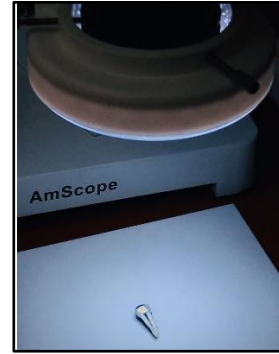
e) Almacenamiento de muestras

Figura 13: Proceso de corte

Las muestras fueron llevadas a un estereomicroscopio trinocular (AmScope SM20) (figura 14-a) con una apertura numérica objetiva de 20X de aumento, con objetivo micrométrico y fueron digitalmente fotografiados (figura 14-b). Las imágenes fueron transferidas a un computador portátil y la profundidad de la penetración del azul de metileno será medido empleando el software que proporciona el estereomicroscopio AmScope siendo un programa de procesamiento y análisis de imágenes para Windows 9x, Windows ME y Windows NT. Este software puede editar, analizar, adquirir, comprimir, procesar y guardar las imágenes en escala de grises y en color de impresión. Las funciones de análisis de imágenes incluyen dimensiones (área, distancia, perímetro, ángulo) y las mediciones en escala de grises (línea, punto y área de histograma con estadísticas) y reportados en milímetros (mm)). La microfiltración se determinó en los márgenes cervicales en solo un lado de cada muestra. Todas las observaciones y mediciones fueron realizadas por el investigador principal (figura 14-c).



a) Estereomicroscopio



b) Fotografiado de muestra



c) Registro del operador

Para valorar la microfiltración marginal cervical se empleó la escala de medición de Lee (35) (Figura 15), de acuerdo con las siguientes categorías:

0 = Sin penetración de tinte.

1 = Penetración de tinte hasta la unión esmalte dentina.

2 = Penetración de tinte hasta la mitad de la cámara pulpar.

3 = Penetración de tinte más allá de cámara pulpar.

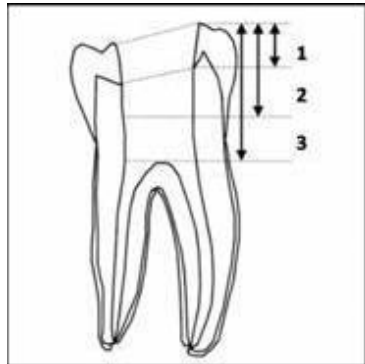


Figura 15: Escala de medición de Lee

Fuente: Lee, Y.C, 2009. (35)

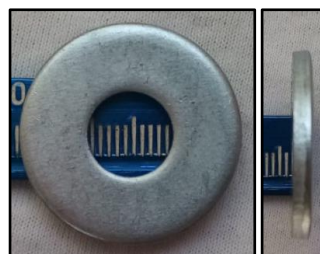
4.3 Prueba de comportamiento del color

4.3.1 Muestra y unidad de estudio

Para este ensayo se obtuvieron muestras cilíndricas (figura 16-a) utilizando huachas planas de acero inoxidable de 10 mm de diámetro y 3 mm de altura (figura 16-b) similar al estudio de Trusha, 2019 (35). Los materiales se prepararon de acuerdo con las indicaciones de cada fabricante. Las muestras se almacenaron a 37°C y con un 100% de humedad durante el fraguado para que los materiales alcancen sus propiedades mecánicas óptimas (MTA: 24 min, Biodentine: 12 min y Theracal Lc seguido de su polimerización con la lámpara de luz halógena) (figura 17).



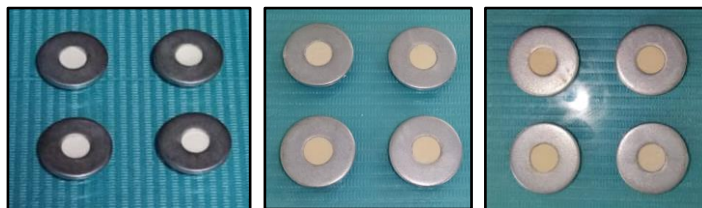
a) Huacha



b) medidas del molde

Figura 16: Muestra cilíndrica

Fuente: Trusha S, 2019 (24)



a) MTA b) Biodentine c) Theracal Lc

Figura 17: Grupos de trabajo

➤ **Criterios para la selección de la muestra**

- Muestras de los materiales bioactivos en forma de disco con tamaño de 10 mm de diámetro por 3 mm de altura.
- Muestras de los materiales bioactivos que no presenten rugosidades en su superficie

4.3.2 Procedimientos

Las muestras utilizadas consto de 12 moldes que fueron divididos en tres grupos de estudio, Grupo 1, Biodentine. Grupo 2, MTA. Grupo 3, Theracal Lc; cada uno conformado por 2 subgrupos: 2 muestras para el agente blanqueador de peróxido de hidrogeno al 35% (Whiteness HP Maxx, FGM®, Lote: 230719, Brasil) (figura 18-a) y 2 muestras el peróxido de carbamida al 16% (Pola Night, SDI, Lote: 322578, Australia) (figura 18-b), esta subdivisión se dará para los 3 grupos de estudio teniendo un total de 12 muestras (figura 18-c), se midió el comportamiento del color 3 veces y se calculó un promedio de los valores, esta acción se realizó antes y después de la exposición con los agentes blanqueadores. (cuadro 4)



a) Peróxido de hidrogeno b) Peróxido de carbamida



c) Almacenamiento de muestras

Figura 18: División de grupos y agentes blanqueadores

Cuadro 4: División de muestras

Agente blanqueador	MTA ángelus	Biodentine	Theracal Lc
Peróxido de hidrogeno 35%	2 muestras	2 muestras	2 muestras
Peróxido de carbamida 16%	2 muestras	2 muestras	2 muestras
Total	4 muestras	4 muestras	4 muestras

Los agentes se aplicaron en la superficie del material que se encuentra en los moldes con un grosor de 0.5 mm que se aplicará con un microbrush fino (Xtreme group, China) durante 30 a 45 minutos al día (figura 19-a,b), se lavó y seco la superficie del material para posteriormente almacenarlos a temperatura ambiente y se usó una caja reveladora de radiografías dentales (PERFIX) (figura 19-c) para mantenerlas sin exposición de luz, esta acción se repetirá durante un periodo de 2 semanas (figura 19-d). Se secaron y evaluaron los colores de cada una de ellas antes y después de exposición con Peróxido de hidrógeno al 35% y Peróxido de carbamida 16%.



a) Exposición con peróxido de carbamida



b) Exposición con peróxido de hidrógeno



c) Caja reveladora



d) Almacenamiento de muestras sin exposición de luz

Figura 19: Aplicación de agentes blanqueadores y almacenamiento de muestras

Se usó el espectrofotómetro (Vita Easyshade Compact; Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania) (figura 20-a). El dispositivo se calibró antes de cada medición (figura 20-b,c). El sistema de Commission Internationale de l'eclairage (CIELab) se utilizó para calcular las diferencias.



a) Espectrofotómetro

b) Calibración



c) Medición de muestras

Figura 20: Medición del color de las muestras

Las diferencias de color de las muestras se calcularon mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta E^* = \{(L^*f - L^*i)^2 + (a^*f - a^*i)^2 + (b^*f - b^*i)^2\}^{1/2}$$

en la que i y f son las mediciones de color inicial y final, respectivamente.(36)

4.3.3 Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos están constituidos por dos fichas de observación laboratorial donde se registraron los datos correspondientes para cada prueba (microfiltración, comportamiento de color). Se anotó el grupo de estudio el número de muestra, microfiltración en grados, milímetros y variantes del color en tres ejes: Luminosidad “L”, eje “a” y eje “b”. El modelo de las fichas de recolección de datos se presenta en la sección Anexos.

5 CAPÍTULO V

5.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Capacidad de sellado marginal

Se procesaron 30 muestras, dientes premolares superiores e inferiores extraídos por motivos ortodónticos en los diferentes consultorios de la ciudad de Tacna, divididos y seleccionados aleatoriamente en 3 grupos (n=10).

A continuación, presentamos las estadísticas resumen de la capacidad de sellado de los tres tipos de materiales bioactivos.

TABLA 5.1. Estadísticos descriptivos de la capacidad de sellado marginal expresado en milímetros de microfiltración de los materiales bioactivos a base de silicato de calcio: Biodentine, MTA ángelus, Theracal Lc.

ESTADÍSTICAS RESUMEN	MATERIALES BIOACTIVOS				
	Media	Mediana	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Biodentine	1.11	0.75	1.22	0.00	3.30
MTA ángelus	0.65	0.00	1.15	0.00	3.10
Theracal Lc	2.61	2.95	0.96	1.00	3.80

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la Tabla 5.1 se observa que las mediciones de microfiltración del material bioactivo Theracal Lc presentan un menor rango de variación, la mediana es 2.95 mm. y la microfiltración promedio es más elevada (2.61 ± 0.96 mm.) comparada con los otros dos materiales bioactivos, por lo que se puede decir que, su capacidad de sellado marginal es menor comparado con los otros dos materiales bioactivos. En el otro extremo está el MTA ángelus que presenta una mediana de cero, más específicamente en el 70% (7) de las

muestras la microfiltración fue cero, lo que indicaría que la microfiltración es nula, y el promedio fue de 0.65 mm. que es la menor entre los tres materiales bioactivos.

Para los dientes que fueron sellados con Biodentine se observa un rango de variación elevado (3.30 mm.), la microfiltración promedio fue 1.11 mm indicando casi el doble de capacidad de sellado en promedio comparado con Theracal Lc. Por otro lado, los dientes sellados con MTA ángelus y Biodentine, no se muestran muy diferentes, aunque se observa una mayor variación promedio en las mediciones (1.22 mm.) para Biodentine (Tabla 5.1).

Para determinar si las diferencias observadas en la tabla 5.1 son estadísticamente significativas se realizó un análisis de varianza (ANOVA), paramétrico (Tabla 5.2).

TABLA 5.2. Análisis de varianza de las mediciones de microfiltración, según los tres materiales bioactivos.

ANOVA					
Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Estadística F	Valor p*
Entre materiales	21.0	2	10.5	8.4	0.001
Dentro de materiales	33.6	27	1.2		
Total	54.6	29			

*Significativo $p \leq 0.05$

Dado que el número de unidades experimentales (dientes) para cada uno de los tres tratamientos (materiales bioactivos) es pequeño ($n=10$), es necesario evaluar si la variable microfiltración (en mm) tiene distribución normal y si existe homogeneidad de varianzas en los tres tratamientos.

Para probar la normalidad de la variable microfiltración se utilizó la prueba de Shapiro Wilk, encontrándose que se cumple el supuesto de normalidad.

Para evaluar la homogeneidad de las varianzas de las mediciones de microfiltración bajo los tres tipos de material bioactivo se utilizó la prueba estadística de Levene encontrándose que se verifica el supuesto de homogeneidad por lo que se procede a realizar el análisis de varianza y un test de comparaciones múltiples de Scheffé.

El análisis de varianza indica que al menos uno de los tipos de material bioactivo es significativamente diferente ($p=0.01$).

TABLA 5.3. Resultados del test de comparaciones múltiples, de las mediciones promedio de microfiltración de los tres materiales bioactivos.

MATERIALES BIOACTIVOS		IC AL 95% PARA LA DIFERENCIA DE MEDIAS DE MICROFILTRACIÓN		Valor p*
		LI	LS	
Biodentine	MTA ángelus	-0.83	1.75	0.658
Biodentine	Theracal Lc	-2.79	-0.21	0.020
MTA ángelus	Theracal Lc	-3.25	-0.67	0.002

IC: Intervalo de confianza

La diferencia de medias es significativa al nivel .05

LI: Límite inferior del intervalo

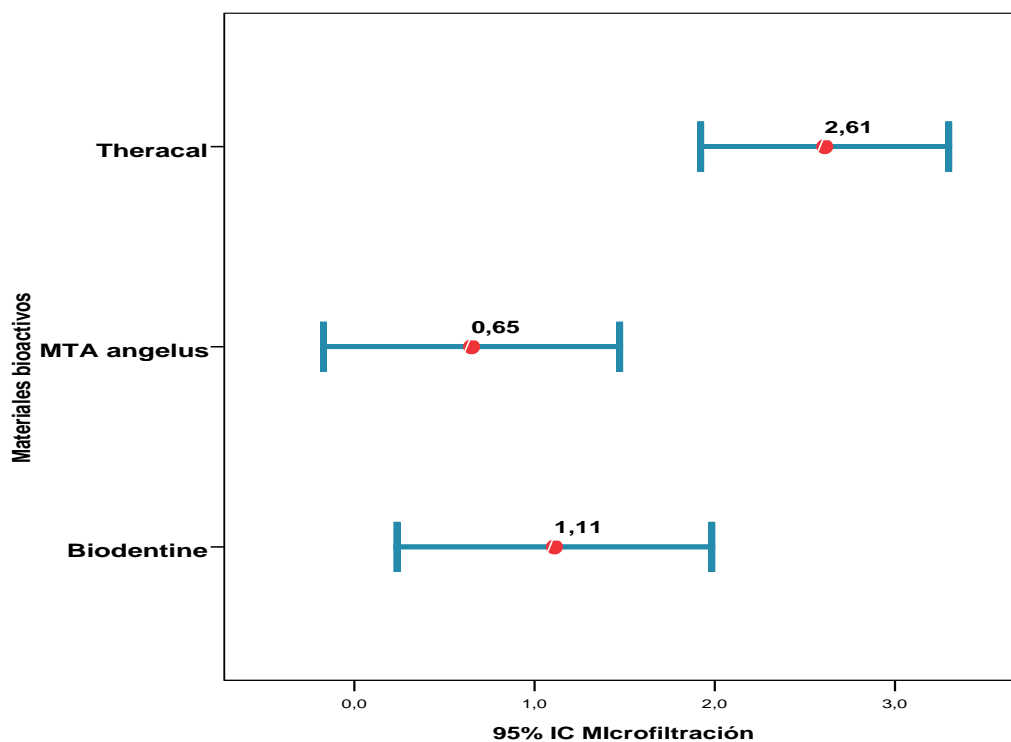
LS: Límite superior del intervalo

*: Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé

Interpretación:

En la tabla 5.3 se observa la comparación de las mediciones promedio de microfiltración por pares, permite concluir que la microfiltración promedio de Theracal Lc es significativamente mayor que el promedio de microfiltración de la Biodentine ($p=0.020$) y de MTA ángelus ($p= 0.002$). Por otro lado, no se observan diferencias significativas en las mediciones promedio de microfiltración entre Biodentine y MTA ángelus ($p=0.658$) (Tabla 5.3).

FIGURA 5.1: Grafico de barras de error de la capacidad de sellado marginal de los materiales bioactivos.



Interpretación:

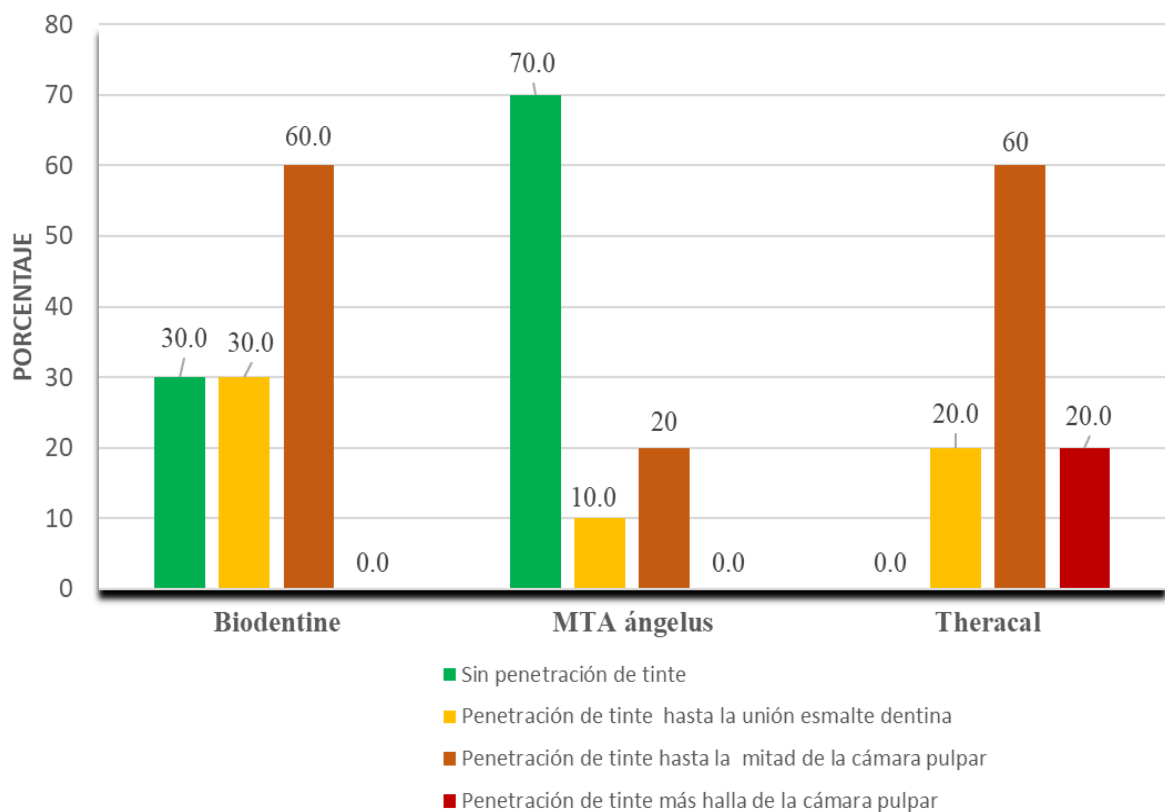
En la Figura 5.1, se observan las barras de error comparativas entre los tres materiales bioactivos estudiados. Theracal Lc presenta mayor microfiltración promedio (2.61 mm.) indicando una que tiene menor capacidad de sellado marginal comparado con Biodentine (1.11 mm.) y con MTA ángelus (0.65 mm) (Ver tabla 5.3).

TABLA 5.4. Materiales bioactivos, según grado de sellado marginal (medido en la Escala de Lee).

GRADO DE MICROFILTRACIÓN	MATERIALES BIOACTIVOS						Valor p*
	Biodentine		MTA ángelus		Theracal Lc		
	n	%	n	%	n	%	
Sin penetración de tinte	3	30.0	7	70.0	--	--	0.016
Penetración de tinte hasta la unión esmalte dentina	3	30.0	1	10.0	2	20.0	
Penetración de tinte hasta la mitad de la cámara pulpar	4	40.0	2	20.0	6	60.0	
Penetración de tinte más allá de la cámara pulpar	--	--	--	--	2	20.0	

* Test de homogeneidad con prueba exacta de Fisher

FIGURA 5.2. Grado de sellado marginal (En la escala de Lee) para los tres materiales bioactivos.



Interpretación:

Con respecto al grado de sellado marginal, de acuerdo a la escala de medición de Lee (Tabla 5.4), se observa que todos los dientes sellados con Theracal Lc presentan algún grado de penetración del tinte, seis de las diez muestras presentaron penetración de tinte hasta la mitad de la cámara pulpar y dos presentaron penetración del tinte más allá de la cámara pulpar.

El MTA ángelus es el que tiene mayor capacidad de sellado puesto que en 70% (7) de los dientes no se observó penetración del tinte, dos presentaron penetración de tinte hasta la mitad de la cámara pulpar y uno se observó penetración de tinte hasta la unión esmalte dentina (Figura 5.2).

En el caso de Biodentine tres dientes no presentaron ninguna penetración del tinte, tres tuvieron penetración de tinte hasta la unión esmalte dentina y en cuatro se observó penetración de tinte hasta la mitad de la cámara pulpar.

Se realizó una prueba de considerando como hipótesis nula que la capacidad de sellado marginal es igual con los tres materiales bioactivos estudiados, para lo cual se utilizó la prueba exacta de Fisher, observándose que el grado de sellado marginal del Theracal Lc es significativamente menor comparado con Biodentine y con MTA ángelus ($p=0.016$) (Tabla 5.4).

Comportamiento del color

Se analizaron 12 moldes que fueron divididos en tres grupos de estudio, Grupo 1, Biodentine. Grupo 2, MTA. Grupo 3, Theracal Lc; cada uno conformado por 2 subgrupos: 2 muestras para el agente blanqueador de peróxido de hidrogeno al 35% (Whiteness HP Maxx, FGM®, Brasil) y 2 muestras el peróxido de carbamida al 16% (Pola Night, SDI, Australia), esta subdivisión se dio para los 3 grupos de estudio teniendo un total de 12 muestras, se midió el color 3 veces y se calculó un promedio de los valores. Esta acción se realizó antes y después de la exposición con los agentes blanqueadores.

A continuación, realizamos un análisis descriptivo del comportamiento del color de los tres materiales bioactivos.

TABLA 5.5. Resultados de la observación del color, antes y después de la aplicación de los agentes blanqueadores peróxido de hidrogeno al 35% (PH) (Whiteness HP Maxx, FGM®, Brasil) y peróxido de carbamida al 16% (PC) (Pola Night, SDI, Australia) sobre el material Biodentine.

BIODENTINE	muestra 1			muestra 2		
PH	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Color inicial	30.9	4.03	13	19.03	6.83	16.6
Color final	24.5	5.6	15.7	28.8	4.3	13.6
ΔE_{ab}^*		7.12			10.53	
PC	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Color inicial	32.3	4.06	13.6	32.16	4.13	13.7
Color final	34.4	4.1	14.4	33.1	4.3	14.8
ΔE_{ab}^*		2.52			1.46	

Interpretación:

En la tabla 5.5 podemos observar que de las 4 muestras analizadas:

- Para las dos muestras tratadas con Peróxido de hidrogeno al 35%, se observa que, para la **muestra 1** en el eje L* presenta una variación de -6.4, en el eje a* una variación de 1.57 y en el eje b* una variación de 2.7, obteniendo una diferencia, $\Delta E_{ab}^* = 7.12$; en la **muestra 2** en el eje L* presenta una variación de 9.77, en el eje a* una variación de -2.53 y en el eje b* una variación de -3, obteniendo una diferencia, $\Delta E_{ab}^* = 10.53$.
- Para las dos muestras tratadas con Peróxido de carbamida al 16%, se tienen que para la **muestra 1** en el eje L* presenta una variación de 2.1, en el eje a* una variación de 0.04 y en el eje b* una variación de 1.4, obteniendo una diferencia, $\Delta E_{ab}^* = 2.52$; en la **muestra 2** en el eje L* presenta una variación de 0.94, en el eje a* una variación de 0.17 y en el eje b* una variación de 1.46, obteniendo una diferencia de $\Delta E_{ab}^* = 1.46$.

TABLA 5.6. Resultados de la observación del color, antes y después de la aplicación de los agentes blanqueadores peróxido de hidrogeno al 35% (PH) (Whiteness HP Maxx, FGM®, Brasil) y peróxido de carbamida al 16% (PC) (Pola Night, SDI, Australia) sobre el material MTA.

MTA ángelus	muestra 1			muestra 2		
PH	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Color inicial	44.2	1.7	13.1	45.6	1.9	3.8
Color final	52.3	1.8	6	51.4	2	5.5
ΔE_{ab}^*		10.77			6.04	
PC	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Color inicial	48.9	0.4	5.8	47.9	2.4	4.1
Color final	51.2	2.4	4.8	52.6	0.3	6.2
ΔE_{ab}^*		3.21			5.56	

Interpretación:

En la tabla 5.6 podemos observar que de las 4 muestras analizadas:

- Para las dos muestras tratadas con Peróxido de hidrogeno al 35%, se observa que, para la **muestra 1** en el eje L* presenta una variación de 8.1, en el eje a* una variación de 0.1 y en el eje b* una variación de -7.1, obteniendo una diferencia, ΔE_{ab}^* de 10.77; en la **muestra 2** en el eje L* presenta una variación de 5.8, en el eje a* una variación de 0.1 y en el eje b* una variación de 1.7, obteniendo una diferencia de $\Delta E_{ab}^* = 6.04$.
- Para las dos muestras tratadas con Peróxido de carbamida al 16%, se tienen que para la **muestra 1** en el eje L* presenta una variación de 2.3, en el eje a* una variación de 2 y en el eje b* una variación de -1, obteniendo una diferencia, $\Delta E_{ab}^* = 3.21$; en la **muestra 2** en el eje L* presenta una variación de 4.7, en el eje a* una variación de -2.1 y en el eje b* una variación de 2.1, obteniendo una diferencia de $\Delta E_{ab}^* = 5.56$.

TABLA 5.7. Resultados de la observación del color, antes y después de la aplicación de los agentes blanqueadores peróxido de hidrogeno al 35% (PH) (Whiteness HP Maxx, FGM®, Brasil) y peróxido de carbamida al 16% (PC) (Pola Night, SDI, Australia) sobre el material Theracal Lc.

Theracal Lc	muestra 1			muestra 2		
PH	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Color inicial	32.4	2.6	12.6	35.2	1.6	11
Color final	37.9	1.2	11.9	29.1	2.1	14.2
ΔE_{ab}^*		5.72			7.17	
PC	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Color inicial	27.8	1.7	9.2	28.1	3.4	14.1
Color final	24.9	4	15.5	28.8	3.3	14.7
ΔE_{ab}^*		7.31			0.93	

Interpretación:

En la tabla 5.7 podemos observar que de las 4 muestras analizadas:

- Para las dos muestras tratadas con Peróxido de hidrogeno al 35%, se observa que, para la **muestra 1** en el eje L* presenta una variación de 5.5, en el eje a* una variación de -1.4 y en el eje b* una variación de -0.7, obteniendo una diferencia, $\Delta E_{ab}^*=5.72$; en la **muestra 2** en el eje L* presenta una variación de -6.4, en el eje a* una variación de 0.5 y en el eje b* una variación de 3.2, obteniendo una diferencia de $\Delta E_{ab}^*=7.17$.
- Para las dos muestras tratadas con Peróxido de carbamida al 16%, se tienen que para la **muestra 1** en el eje L* presenta una variación de -2.9, en el eje a* una variación de 2.3 y en el eje b* una variación de 6.3, obteniendo una diferencia, $\Delta E_{ab}^*=7.31$; en la **muestra 2** en el eje L* presenta una variación de 0.7, en el eje a* una variación de -0.1 y en el eje b* una variación de 0.6, obteniendo una diferencia de $\Delta E_{ab}^*=0.93$.

De las tablas (5.5, 5.6 y 5.7) se puede observar que los Materiales Biodentine y MTA ángelus frente al agente blanqueador Peróxido de hidrogeno al 35% (Whiteness HP Maxx, FGM®, Brazil) tiene una baja variación en el comportamiento del color, y presente estabilidad. También, el Material Theracal Lc frente al agente blanqueador Peróxido de carbamida al 16% (Pola Night, SDI, Australia) tiene un comportamiento estable. Sin embargo, los demás casos presentan inestabilidad y mucha variación en el comportamiento del color.

6 DISCUSIÓN

En la actualidad la tecnología y la ciencia, han ido apareciendo diversos materiales bioactivos que tienen como finalidad lograr una unión íntima en todas las interfases del órgano dentario y material restaurador, sobre todo en su sellado marginal siendo esta una característica determinante para evaluar el éxito y longevidad de una restauración.

Al desarrollar esta investigación *in vitro* se encontró que, al evaluar la capacidad de sellado de los tres grupos de estudio, el MTA ángelus presentó una mayor capacidad de sellado donde la media de microfiltración fue de 0.65mm, con muy poca diferencia con respecto al Biodentine donde la media fue de 1.11mm, mientras que el Theracal Lc presentó un menor rango de variación, con una media de 2.95 mm. y su microfiltración promedio fue más elevada (2.61 ± 0.96 mm.), resultados que son similares al de Sinkar *et al* (2015) que realizaron un análisis en el que se comparó la capacidad de sellado de Biodentine, retroMTA y ProRoot MTA como cementos de reparación de furca con la misma cantidad de muestras más un grupo control (37), concluyendo que los tres materiales mostraron una capacidad de sellado comparables entre sí, el Biodentine mostró la menor absorbancia de tinte que los otros grupos, por ende una capacidad de sellado similar que el MTA.

Naziya Butt *et al* (2014), concluyó que la capacidad de sellado marginal de MTA ángelus y Biodentine es comparable; sin embargo, la mejora en las propiedades de Biodentine como el control de la pureza del silicato de calcio dentro de su composición, se logró un bajo nivel de porosidad y esto causa una mayor resistencia micromecánica y mayor adaptación marginal a la dentina, estas modificaciones se pueden aprovechar para usarse convenientemente en distintas aplicaciones clínicas (38).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, sugieren que MTA ángelus y Biodentine son materiales bioactivos potenciales para su uso como reparación de la dentina y material de relleno de raíz. Guneser *et al* (2013), concluyeron que el Biodentine mostró un rendimiento considerable como material de reparación de

perforaciones a nivel de furca, mientras que MTA ángelus presentó la menor fuerza de adhesión a la dentina radicular resultado que difiere con el presente trabajo de investigación (39).

Los materiales bioactivos a base de silicato de calcio liberan una considerable cantidad de iones de calcio e hidroxilo, ofreciendo múltiples ventajas tales como una mayor capacidad remineralizadora y antimicrobiana, mejorando la conservación de los tratamientos pulpares, Theracal Lc tiene la propiedad de fácil aplicación a comparación de otros materiales. En la investigación realizada, Theracal Lc fue uno de los materiales que ofreció una capacidad de sellado marginal relativamente bajo en comparación con Biodentine y MTA ángelus, esto puede ser efecto de la técnica de cementación y composición del biomaterial ya que el Theracal Lc tiene dos técnicas de cementación, con acondicionamiento y sin acondicionamiento de la dentina (Técnica usada en esta investigación); por otro lado, el Biodentine y MTA ángelus son cementos hidrofílicos mezclados con polvo y líquido, esto le da mayor compatibilidad en la unión dentina-material como se puede observar en el Figura 1. Yfuma *et al* (2020) demostraron que el Theracal Lc no tiene las mismas propiedades en la capacidad de sellado que el Biodentine y MTA ángelus, dejando en claro que es cuestionable con respecto a su citotoxicidad debido a la inclusión de monómeros de resina en su composición (40). Por otra parte, Escobar *et al* (2016) realizaron un análisis sobre la biocompatibilidad y citotoxicidad inicial de biomateriales endodónticos como el Biodentine y MTA ángelus, concluyendo que ninguno de los materiales estudiados presentó citotoxicidad; por otro lado, el MTA ángelus presentó una capacidad adhesión micromecánica ligeramente mas alta que el Biodentine (41). Resultado que es coherente con el presente trabajo de investigación. Resultados similares obtuvieron los autores Kaur *et al* (2018) donde concluyeron que el MTA ángelus mediante el método de filtración de fluidos presentó una mayor adaptación marginal para evitar la microfiltración (42).

Con respecto al análisis de la estabilidad del color, se pudo verificar que los materiales bioactivos Biodentine, MTA ángelus y Theracal Lc son susceptibles a variaciones de color cuando fueron expuestos a los agentes blanqueadores Peróxido de hidrogeno al 35%

y Peróxido de carbamida al 16%. En el caso del agente blanqueador Peróxido de carbamida al 16%, el Biodentine fue el material más estable y baja variación del color promedio ($\Delta E^*=1.99$), sin embargo, el Theracal Lc es menos estable y MTA ángelus es el que tiene una considerable variación del color promedio ($\Delta E^*=4.385$). Para el Peróxido de hidrogeno al 35%, el material más estable fue el Theracal Lc con baja variación del color ($\Delta E^*=6.445$), el MTA ángelus fue el menos estable y el Biodentine fue el que presentó mucha variación del color promedio ($\Delta E^*=8.825$). Fajardo *et al* (2018) concluyeron que los agentes blanqueadores tienen la capacidad de producir cambios en el color de la superficie del material debido a la presencia de elementos de transición como cromo, hierro, manganeso y cobre que imparten un color fuerte al material en forma de óxido, Por otro lado, el bismuto (Componente del MTA) que es elemento más pesado, causa decoloración debido a su óxido amarillo, hecho que coincide con el presente trabajo de investigación (43).

7 CONCLUSIONES

1. De los materiales bioactivos a base de silicato de calcio, se determinó que el material MTA ángelus ofrece mejor respuesta a la capacidad de sellado marginal dado que presenta menor microfiltración representada en milímetros y grados en comparación con Biodentine y Theracal Lc.
2. Al comparar los materiales bioactivos a base de silicato de calcio, también se determinó que el Theracal Lc ofrece una menor respuesta a la capacidad de sellado marginal dado que presenta mayor microfiltración representada en milímetros y grados comparado con MTA ángelus y Biodentine.
3. Al comparar la capacidad de sellado del Biodentine, se determinó que este presenta una mayor respuesta a la capacidad de sellado marginal en comparación con Theracal Lc, pero menor capacidad de sellado marginal en comparación con el MTA ángelus.
4. Al comparar el comportamiento del color de los diferentes materiales bioactivos: con respecto al Peróxido de carbamida al 16%, se determinó que el Biodentine fue el material más estable y menor variación del color, mientras que el Theracal Lc es menos estable y MTA ángelus es el que tiene una considerable variación del color.
5. Con respecto al Peróxido de hidrogeno al 35%, el material más estable fue el Theracal Lc con baja variación del color, el MTA ángelus fue el menos estable y el Biodentine fue el que presentó mucha variación del color.

8 RECOMENDACIONES

1. El presente trabajo de investigación evidencia nuevas posibilidades de estudio, que permitan determinar entre los materiales a base de silicato de calcio comerciales, la capacidad de sellado marginal en distintos tratamientos restauradores.
2. Se recomienda realizar estudios in vitro a largo plazo, para analizar el comportamiento de la capacidad de sellado de los materiales Biodentine, MTA ángelus y Theracal Lc.
3. Se recomienda realizar investigaciones que evalúen otras propiedades de los materiales: Biodentine, MTA y Theracal Lc, así como la biocompatibilidad entre sí.
4. Se recomienda realizar investigaciones in vivo con los materiales Biodentine, MTA ángelus y Theracal Lc, considerando efectos de las fuerzas de masticación, así como la retención de estos materiales en boca en el tiempo.
5. Investigar sobre sustancias para uso odontológico oxidantes y no oxidantes que no modifiquen el color o que generen una modificación mínima.
6. Se recomienda investigar los materiales comerciales que permitan identificar, cuál o cuáles son los que generan menor variación en el color frente a agentes blanqueadores además de tener estabilidad.

9 BIBLIOGRAFIA

1. Keskin C, Demiryurek O, Ozyurek T. Color stabilities of calcium silicate-based materials in contact with different irrigation solutions. *J Endod.* marzo de 2015 [Internet];41(3):409-11 Doi: 10.1016/j.joen.2014.11.013.
2. Corral C, Fernández E, Casielles JM, Estay J, Bersezio C, Cisternas P. The current state of calcium silicate cements in restorative dentistry: A review. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia.* enero de 2016;27(2):425-41 [Internet][citado el 05 de mayo del 2020] Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-246X2016000100425&lng=en&nrm=iso&tlng=en
3. Duarte MA, Marciano M, Vivian R, Tanomaru M, Tanomaru JMG, Camilleri J, et al. Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Braz Oral Res* [Internet]. 2018 [citado 15 de abril de 2020];32. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1806-83242018000500605&lng=en&nrm=iso&tlng=en.
4. Raju VG, Venumbaka NR, Mungara J, Vijayakumar P, Rajendran S, Elangovan A. Comparative evaluation of shear bond strength and microleakage of tricalcium silicate-based restorative material and radioopaque posterior glass ionomer restorative cement in primary and permanent teeth: an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* diciembre de 2014;32(4):304-10 [Internet][citado el 20 de mayo de 2020] Doi: 10.4103/0970-4388.140952.
5. Siboni F, Taddei P, Zamparini F, Prati C, Gandolfi MG. Properties of BioRoot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and polycarboxylate. *Int Endod J.* diciembre de 2017 ;50 Suppl 2:e120-36 [Internet][citado el 21 de mayo 2020] Doi: 10.1111/iej.12856.

6. Gandolfi MG, Siboni F, Primus CM, Prati C. Ion release, porosity, solubility, and bioactivity of MTA Plus tricalcium silicate. *J Endod.* octubre de 2014;40(10):1632-7 [Internet][citado el 25 de mayo 2020] Doi: 10.1016/j.joen.2014.03.025.
7. Ozturk TY, Guneser MB, Taschieri S, Maddalone M, Dincer AN, Venino PM, et al. Do the intracanal medicaments affect the marginal adaptation of calcium silicate-based materials to dentin? *J Dent Sci.* junio de 2019;14(2):157-62[Internet][citado el 02 de junio del 2020] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6562103/>.
8. Topçuoğlu HS, Arslan H, Akçay M, Saygılı G, Çakıcı F, Topçuoğlu G. The effect of medicaments used in endodontic regeneration technique on the dislocation resistance of mineral trioxide aggregate to root canal dentin. *J Endod.* diciembre de 2014;40(12):2041-4[Internet][citado el 06 de junio del 2020] Doi: 10.1016/j.joen.2014.08.018.
9. Aguiar BA, Frota LM, Taguatinga DT, Vivan RR, Camilleri J, Duarte MA, et al. Influence of ultrasonic agitation on bond strength, marginal adaptation, and tooth discoloration provided by three coronary barrier endodontic materials. *Clin Oral Investig.* noviembre de 2019;23(11):4113-22[Internet][citado el 20 de junio del 2020] Doi: 10.1007/s00784-019-02850-y.
10. Cantekin K. Bond strength of different restorative materials to light-curable mineral trioxide aggregate. *J Clin Pediatr Dent.* 2015 [Internet][citado el 22 de junio del 2020];39(2):143-8 Doi: 10.17796/jcpd.39.2.84x57tp110k46183.
11. Cantekín K, Avcı S. Evaluation of shear bond strength of two resin-based composites and glass ionomer cement to pure tricalcium silicate-based cement (Biodentine®). *J Appl Oral Sci.* 2014;22(4):302-6[Internet][citado el 25 de junio del 2020] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4126826/>.

12. Trujillo M, Flores-E, Ventura RE, Lanton scott. Comparative Study of the Bioactivity of Two Bioceramic Materials. *Odovtos - Int J Dent Sci.* 2019;21(2):73-81[Internet][citado el 29 de junio del 2020] Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/Odontos/article/view/37061>.
13. Zafar K, Jamal S, Ghafoor R. Bio-active cements-Mineral Trioxide Aggregate based calcium silicate materials: a narrative review. *JPMA J Pak Med Assoc.* marzo de 2020;70(3):497-504 [Internet][citado el 29 de junio del 2020] Doi: 10.5455/JPMA.16942.
14. Bhavya B, Sadique M, Simon EP, Ravi SV, Lal S. Spectrophotometric analysis of coronal discoloration induced by white mineral trioxide aggregate and Biodentine: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 7 de enero de 2017;20(4):237 Disponible en: <http://www.jcd.org.in/article.asp?issn=0972-0707;year=2017;volume=20;issue=4;spage=237;epage=240;aulast=Bhavya;type=0>
15. Shah T, Banga KS. Effect of commonly used irrigants on the colour stabilities of two calcium-silicate based material. *Eur Oral Res.* septiembre de 2019;53(3):141-5 Doi: 10.26650/eor.20190085.
16. Sobhnamayan F, Adl A, Ghanbaran S. Effect of different irrigation solutions on the colour stability of three calcium silicate-based materials. *J Dent Biomater.* junio de 2017;4(2):373-8 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5608066/>.
17. Kim YK, Hong MH, Kwon TY. Dentin bonding of Theracal Lc calcium silicate containing an acidic monomer: An in vitro study. *Materials* [Internet]. 8 de enero de 2020 [citado 15 de abril de 2020];13(2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7014196/>.

18. Aksel H, Küçükkaya Eren S, Askerbeyli Örs S, Karaismailoğlu E, Aksel H, Küçükkaya Eren S, et al. Surface and vertical dimensional changes of mineral trioxide aggregate and biodentine in different environmental conditions. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2019 [citado 15 de abril de 2020];27. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1678-77572019000100410&lng=en&nrm=iso&tlng=en
19. Nocchi. *Odontología Restauradora*. Ed. Médica Panamericana; 568 p.
20. Daneshpoor N, Pischevar L. Comparative evaluation of bioactive cements on biomimetic remineralization of dentin. *J Clin Exp Dent*. 1 de marzo de 2020;12(3):e291-9 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7071542/>.
21. Martínez GE, Estelrich MJ. Bioactividad en odontología restauradora. *Rev Fac Odontol*. 12 de agosto de 2016 [Internet][citado 17 de julio de 2020];(Vol. 10, 2). Disponible en: <https://bdigital.uncu.edu.ar/10852>
22. Ferreira G, Inés M. Materiales bioactivos en la remineralización dentinaria. *Odontoestomatología*. noviembre de 2016;18(28):11-9 [Internet][citado el 15 de julio del 2020] Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1688-93392016000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
23. Núñez CC, Godoy EF, Casielles JM, Estay J, Miranda CB, Pinto PC, et al. Revisión del estado actual de cementos de silicato de calcio en odontología restauradora. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia* [Internet]. 30 de junio de 2016 [citado 17 de julio de 2020];27(2). Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/odont/article/view/22830>.
24. Shah T, Banga KS. Effect of commonly used irrigants on the colour stabilities of two calcium-silicate based material. *Eur Oral Res*. septiembre de

2019[Internet][citado el 20 de julio del 2020];53(3):141-5
Doi:10.26650/eor.20190085.

25. Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M, Sporniak-Tutak K, Lichota D, Kosierkiewicz A, et al. Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1 de junio de 2013;39(6):743-7 Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0099239913001337>.
26. Tran XV, Gorin C, Willig C, Baroukh B, Pellat B, Decup F, et al. Effect of a calcium-silicate-based restorative cement on pulp repair: *J Dent Res* [Internet]. 13 de septiembre de 2012 [citado 17 de julio de 2020]; Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0022034512460833>
27. Laurent P, Camps J, About I. Biodentine™ induces TGF-β1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int Endod J* [Internet]. 2012;45(5):439-48[citado el 29 de julio del 2020] Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2591.2011.01995.x>.
28. Arandi NZ, Rabi T. TheraCal LC: From biochemical and bioactive properties to clinical applications. Vol. 2018, *International Journal of Dentistry*. Hindawi; 2018 [Internet] [citado 17 de julio de 2020]. p. e3484653. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/ijd/2018/3484653/>
29. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching-a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1 de julio de 2003[Internet][citado el 01 de agosto del 2020];14(4):292-304. Doi:14.56621/eor.32434a.
30. Bernad T, Paul M, Dan N. *Odontologia Estetica y Restauraciones Ceramicas*. Masson, S.A.; 2000. 340 p.
31. Anusavice KJ. Phillips. *Ciencias de los materiales dentales*. Elsevier España; 2004. 866 p.

32. Lafuente D. Física del color y su utilidad en odontología. *Rev Científica Odontológica*. 2008;4(1):10-5.[Internet][citado el 04 de agosto del 2020]. Disponible en:<https://www.scielo.sa.cr/pdf/odovtos/v19n1/2215-3411-odovtos-19-01-00023>.
33. Christiani J, Devecchi J. Color: Consideración en odontología e instrumento para el registro [internet]. Corrientes, Buenos Aires: Editorial Rodyb; 2016 [citado 1 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2016/04/2-color.pdf>.
34. Gupta A, Tavane P, Gupta PK, Tejolatha B, Lakhani AA, Tiwari R, et al. Evaluation of Microleakage with Total Etch, Self Etch and Universal Adhesive Systems in Class V Restorations: An In vitro Study. *J Clin Diagn Res JCDR*. abril de 2017;11(4):ZC53-6.
35. Lee YC, Yang SF, Hwang YF, Chueh LH, Chung KH. Microleakage of endodontic temporary restorative materials. *J Endod*. 1 de octubre de 1993;19(10):516-20.
36. CIE | Comisión Internacional de Iluminación / Comisión Internacional de Eclairage / Internationale Beleuchtungskommission [Internet]. 2020 [citado 18 de julio de 2020]. Disponible en: <http://cie.co.at/>
37. Sinkar RC, Patil SS, Jogad NP, Gade VJ. Comparison of sealing ability of ProRoot MTA, RetroMTA, and Biodentine as furcation repair materials: An ultraviolet spectrophotometric analysis. *J Conserv Dent*. 11 de enero de 2015;18(6):445.[Internet][citado el 14 de julio del 2021]; 18: 445-8 disponible en: <http://www.jcd.org.in/article.asp?issn=0972->.
38. Butt N, Talwar S, Chaudhry S, Nawal RR, Yadav S, Bali A. Comparison of physical and mechanical properties of mineral trioxide aggregate and Biodentine. *Indian J Dent Res Off Publ Indian Soc Dent Res*. diciembre de 2014;25(6):692-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25728098/>.

39. Guneser MB, Akbulut MB, Eldeniz AU. Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of biodentine and conventional root perforation repair materials. *J Endod.* marzo de 2013;39(3):380-4.[internet][citado el 20 de julio del 2021] 39(3):380-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23402511>.
40. Yfuma JA, Ñaupari V, Kohatsu A, Noborikawa K , Rolando N, Gamboa M, et al. Protección pulpar: cementos a base de silicato de calcio. Relato de un caso clínico. *Rev Estomatológica Hered.* julio de 2020;30(3):196-200. Disponible en:<http://dx.doi.org/10.20453/reh.v30i3.3823>.
41. Escobar D, Aguirre-López E, Méndez-González V, Pozos-Guillén A. Cytotoxicity and Initial biocompatibility of endodontic biomaterials (MTA and Biodentine) Used as Root-End Filling Materials. *BioMed Res Int.* 2016;2016:7926961.[internet][citado el 20 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27595108>.
42. Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus Biodentine: Review of literature with a comparative analysis. *J Clin Diagn Res JCDR.* agosto de 2017;11(8):ZG01-5.[internet][citado el 25 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5620936/>.
43. Fajardo IGS, Godoy MR, Mejía ED, Rodríguez CT. Efecto de agentes blanqueadores libres de peróxido sobre el color dental. Revisión sistemática. *Univ Odontol*;37(79). [Internet]. 30 de diciembre de 2018 [citado 7 de julio del 2021]. Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revUnivOdontologica/article/view/24587>.

10 ANEXOS



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD ESCUELA PROFESIONAL DE
ODONTOLOGÍA

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TEMA: “CAPACIDAD DE SELLADO MARGINAL Y COMPORTAMIENTO DEL COLOR FRENTE A DOS AGENTES BLANQUEADORES DE TRES MATERIALES BIOACTIVOS A BASE DE SILICATO DE CALCIO, ESTUDIO IN VITRO. Tacna, 2020”

AUTOR: Arana Omar

PRUEBA DE MICROFILTRACIÓN

BIODENTINE: ✘ MTA: THERACAL LC:

BIODENTINE

Muestras	Microfiltración en mm	Grado de microfiltración
n1	1.5	2
n2	2.9	2
n3	1.7	2
n4	0	0
n5	3.3	2
n6	0	0
n7	0.2	1
n8	1	1
n9	0.5	1
n10	0	0



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD ESCUELA PROFESIONAL DE
ODONTOLOGÍA

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TEMA: “CAPACIDAD DE SELLADO MARGINAL Y COMPORTAMIENTO DEL COLOR FRENTE A DOS AGENTES BLANQUEADORES DE TRES MATERIALES BIOACTIVOS A BASE DE SILICATO DE CALCIO, ESTUDIO IN VITRO. Tacna, 2020”

AUTOR: Arana Omar

PRUEBA DE MICROFILTRACIÓN

BIODENTINE: MTA: ✘ THERACAL LC:

MTA		
<i>Muestras</i>	<i>Microfiltración en mm</i>	<i>Grado de microfiltración</i>
<i>n1</i>	0	0
<i>n2</i>	2.3	2
<i>n3</i>	0	0
<i>n4</i>	0	0
<i>n5</i>	1.1	1
<i>n6</i>	0	0
<i>n7</i>	0	0
<i>n8</i>	3.1	2
<i>n9</i>	0	0
<i>n10</i>	0	0



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD ESCUELA PROFESIONAL DE
ODONTOLOGÍA

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TEMA: “CAPACIDAD DE SELLADO MARGINAL Y COMPORTAMIENTO DEL COLOR FRENTE A DOS AGENTES BLANQUEADORES DE TRES MATERIALES BIOACTIVOS A BASE DE SILICATO DE CALCIO, ESTUDIO IN VITRO. Tacna, 2020”

AUTOR: Arana Omar

PRUEBA DE MICROFILTRACIÓN

BIODENTINE: **MTA:** **THERACAL LC: ✘**

THERACAL

Muestras	Microfiltración en mm	Grado de microfiltración
n1	3.7	3
n2	1	1
n3	3.8	3
n4	2.4	2
n5	2.9	2
n6	3.1	2
n7	3.1	2
n8	1.3	1
n9	1.8	2
n10	3	2

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **COMPORTAMIENTO DEL COLOR**

BIODENTINE	muestra 1			muestra 2		
PH	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Color inicial	30,9	4,03	13	19,03	6,83	16,6
Color final	24,5	5,6	15,7	28,8	4,3	13,6
ΔE_{ab}^*	7,12			10,53		
PC	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Color inicial	32,3	4,06	13,6	32,16	4,13	13,7
Color final	34,4	4,1	14,4	33,1	4,3	14,8
ΔE_{ab}^*	2,52			1,46		
MTA ángelus	muestra 1			muestra 2		
PH	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Color inicial	44,2	1,7	13,1	45,6	1,9	3,8
Color final	52,3	1,8	6	51,4	2	5,5
ΔE_{ab}^*	10,77			6,04		
PC	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Color inicial	48,9	0,4	5,8	47,9	2,4	4,1
Color final	51,2	2,4	4,8	52,6	0,3	6,2
ΔE_{ab}^*	3,21			5,56		
THERACAL LC	muestra 1			muestra 2		
PH	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Color inicial	32,4	2,6	12,6	35,2	1,6	11
Color final	37,9	1,2	11,9	29,1	2,1	14,2
ΔE_{ab}^*	5,72			7,17		
PC	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Color inicial	27,8	1,7	9,2	28,1	3,4	14,1
Color final	24,9	4	15,5	28,8	3,3	14,7
ΔE_{ab}^*	7,31			0,93		

PH: Peróxido de hidrogeno al 35% (Whiteness HP Maxx, FGM®, Brasil).

PC: Peróxido de carbamida al 16% (Pola Night, SDI, Australia)

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- DIFERENCIA DE LOS TRES EJES DEL COLOR

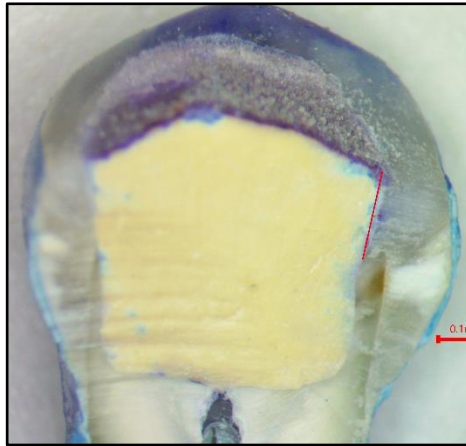
BIODENTINE				
PH	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
muestra1	-6,4	1,57	2,7	7,12
muestra2	9,77	-2,53	-3	10,53
PC	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
muestra1	2,1	0,04	1,4	2,52
muestra2	0,94	0,17	1,1	1,46
MTA ángelus				
PH	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
muestra1	8,1	0,1	-7,1	10,77
muestra2	5,8	0,1	1,7	6,04
PC	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
muestra1	2,3	2	-1	3,21
muestra2	4,7	-2,1	2,1	5,56
THERACAL LC				
PH	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
muestra1	5,5	-1,4	-0,7	5,72
muestra2	-6,4	0,5	3,2	7,17
PC	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
muestra1	-2,9	2,3	6,3	7,31
muestra2	0,7	-0,1	0,6	0,93

PH: Peróxido de hidrogeno al 35% (Whiteness HP Maxx, FGM®, Brasil).
 PC: Peróxido de carbamida al 16% (Pola Night, SDI, Australia)

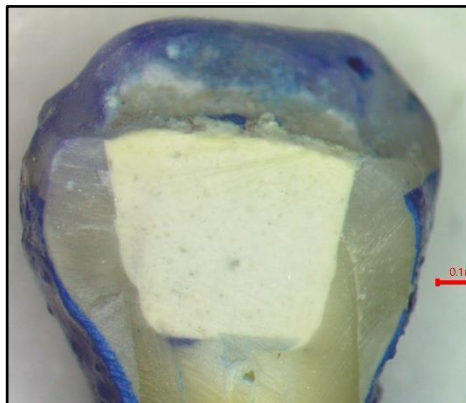
FOTOGRAFIADO CON ESTEREOMICROSCOPIO AMSCOPE

- MUESTRAS

BIODENTINE (n1)



MTA ángelus (n1)



THERACAL Lc (n1)

