

“Evaluación de la profundidad de filtración *in vitro* en la interfase entre tejido dental y los materiales de obturación y cementación temporal, (utilizados en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala), sometidos al proceso de termociclaje para simular las condiciones del ambiente bucal.”

Tesis presentada por:

Alejandra Gabriela Velásquez Orozco

Ante el Tribunal Examinador de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público, previo a optar al título de:

CIRUJANA DENTISTA

Guatemala, octubre 2019.

Evaluación de la profundidad de filtración *in vitro* en la interfase entre tejido dental y los materiales de obturación y cementación temporal, (utilizados en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala), sometidos al proceso de termociclaje para simular las condiciones del ambiente bucal.

Tesis presentada por:

Alejandra Gabriela Velásquez Orozco

Ante el Tribunal Examinador de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público, previo a optar al título de:

CIRUJANO DENTISTA

Guatemala, octubre del 2019

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Decano:	Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Vocal Primero:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños
Vocal Segundo:	Dr. Sergio Armando García Piloña
Vocal Tercero:	Dr. José Rodolfo Cáceres Grajeda
Vocal Cuarto:	Br. Diego Alejandro Argueta Berger
Vocal Quinto:	Br. Andrés Isaac Zabala Ramírez
Secretario Académico:	Dr. Edwin Ernesto Milián Rojas

TRIBUNAL QUE REALIZÓ EL EXAMEN PÚBLICO

Decano:	Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Vocal Primero:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños
Vocal Segundo:	Dr. Ricardo Antonio Sánchez Ávila
Vocal Tercero:	Dra. Lídice Marianela Hernández Palma
Secretario Académico:	Dr. Edwin Ernesto Milián Rojas

ACTO QUE DEDICO

A DIOS Y LA VIRGEN

Que me han guiado en todo momento, me han dado fortaleza, sabiduría y me han llenado de bendiciones a lo largo de la carrera para llegar a cumplir mi meta

A MI PADRE

Maximiliano Velásquez López, gracias papi porque siempre estuviste cuando necesitaba, por tu apoyo, paciencia y amor incondicional en todos los aspectos de mi vida, por todos los esfuerzos y sacrificios que has hecho por mí, sin ti no hubiera sido posible cumplir mi meta.

A MI MADRE

Jania Orozco y Orozco, te agradezco mami por todo tu amor, paciencia y por todos los sacrificios que hiciste para que yo pudiera llegar a este momento, porque me apoyaste incondicionalmente en los momentos más difíciles, dándome consejos y palabras de ánimo.

A MI HERMANA

Laura Sofía Velásquez Orozco, por ser mi compañía favorita, porque estuviste a mi lado apoyándome a lo largo de mi carrera universitaria, en mis noches de desvelos y me animabas en los momentos difíciles, eres la mejor hermanita.

A MI FAMILIA

A mi abuelita Lily, a mi abuelito Tito y abuelito Max por siempre estar pendientes de mí apoyándome. A mis tías, tíos y primos porque siempre me dieron ánimos y todo su cariño.

A MIS AMIGOS

Con quienes compartí cada alegría, tristeza y enojo, que estuvieron para apoyarme y acompañarme en clases, laboratorios y en la clínica, sin ustedes mis años en la universidad no hubieran sido lo mismo.

A MIS CATEDRÁTICOS

Por compartirme sus conocimientos y siempre exigirme más para ser una mejor profesional.

A MIS ASESORES DE TESIS

Dr. Ricardo Carrillo, Dr. Ricardo Sánchez, Msc. Brenda López y Dr. Leonel Roldán quienes constantemente nos guiaron y brindaron consejos durante el desarrollo de nuestra investigación, gracias a ellos hemos aprendido a ser mejores profesionales.

TESIS QUE DEDICO A:

A DIOS

Que me ha llenado de bendiciones y me ha guiado a lo largo de la carrera.

A MIS PADRES Y HERMANA

Por su apoyo, amor incondicional y paciencia, para ustedes es este logro.

A MI COMPAÑERO DE TESIS

Dr. Eddy Urías Johnson, por acompañarme a lo largo del desarrollo de nuestra investigación y hacer de este proceso una buena experiencia.

A MIS ASESORES DE TESIS

Dr. Sánchez, Dr. Carrillo, Msc. Brenda López por orientarnos y aconsejarnos durante la investigación.

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Por ser mi segundo hogar durante todos estos años y brindarme las herramientas y los conocimientos para ser una profesional con principios.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por ser mi casa de estudios, abrirme las puertas del conocimiento y por forjarme como profesional.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a consideración el trabajo de tesis intitulado: **“EVALUACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE FILTRACIÓN *IN VITRO* EN LA INTERFASE ENTRE TEJIDO DENTAL Y LOS MATERIALES DE OBTURACIÓN Y CEMENTACIÓN TEMPORAL, (UTILIZADOS EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA), SOMETIDOS AL PROCESO DE TERMOCICLAJE PARA SIMULAR LAS CONDICIONES DEL AMBIENTE BUCAL”**, conforme lo demandan los estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de:

CIRUJANA DENTISTA

Y ustedes distinguidos miembros del Honorable Tribunal Examinador, reciban mis más altas muestras de consideración y respeto.

Índice

1. Sumario	1
2. Introducción	2
3. Antecedentes	4
4. Planteamiento del Problema	6
5. Justificación	7
6. Marco Teórico	9
6.1 Microfiltración	9
a. Causas de la filtración marginal	10
b. Cambios de temperatura en el ambiente oral	10
6.2 Restauraciones provisionales	11
6.3 Materiales temporales	12
6.3.1 Consideraciones para la selección del material temporal	12
6.3.2 Materiales para obturación temporal	13
a. Sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®)	14
a.1 Composición del Cavit 3M®	14
a.2 Reacción de endurecimiento	14
a.3 Manipulación	14
a.4 Propiedades físicas	15
b. Óxido de zinc y eugenol mejorado (Temrex®)	15
b.1 Composición	16
b.2 Manipulación	16
b.3 Indicaciones	16
6.3.3 Materiales para cementación temporal	16

a. Óxido de zinc libre de eugenol (Temp-Bond/Kerr®)	17
a.1 Composición	18
a.2 Manipulación	18
a.3 Indicaciones	18
6.3.4 Materiales proporcionados como obturadores y cementantes en la FOUSAC	18
a. Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®)	18
a.1 Composición del ionómero de vidrio Ketac™ Cem Easymix	19
a.2 Reacción de endurecimiento	19
a.3 Manipulación	19
a.4 Propiedades	20
a.5 Indicaciones	20
b. Hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®)	21
b.1 Composición	21
b.2 Manipulación	21
b.3 Propiedades	21
b.4 Indicaciones	21
6.4 Métodos para medir la filtración marginal	22
6.4.1 Azul de metileno	23
7. Objetivos	24
a. General	24
b. Específicos	24
8. Hipótesis	25
8.1 Hipótesis de investigación	25
8.2 Hipótesis estadística	26
9. Variables	27
9.1 Variables independientes	27

9.2 Variable dependiente	28
10. Metodología	29
10.1 Procedimiento	29
10.1.1 Muestra del estudio	29
10.1.2 Distribución de la muestra	29
10.1.3 Manejo de las muestras	32
10.1.4 Preparación de las cavidades	32
10.1.5 Cambio de temperatura	32
10.1.6 Tiempo de inmersión y termociclaje	32
10.1.7 Almacenamiento de la muestra	33
10.1.8 Obtención de las secciones	33
10.1.9 Recolección de los datos	33
10.1.10 Análisis estadístico de la información	33
10.2 Recursos	34
10.3 Costos y Asesoría	36
11. Resultados	38
12. Discusión de resultados	51
13. Conclusiones	53
14. Recomendaciones	55
15. Limitaciones	56
16. Referencias Bibliográficas	57
17. Anexos	60

1. Sumario

En el estudio realizado in vitro se evaluó la capacidad del sellado marginal de los materiales cementantes y obturadores temporales proporcionados en los dispensarios de las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FOUSAC). A través de una encuesta realizada entre los estudiantes, se determinó que el Temrex® y el KetacCem EasyMix® son utilizados en las clínicas de pregrado como materiales de obturación temporal, siendo indicados para tal uso, por el fabricante, el Temrex® y el Cavit®.

Asimismo, se estableció que se utilizan para cementación temporal el Dycal® y el KetacCem EasyMix®, cuando el único material indicado para el efecto por el fabricante es el Temp-Bond®.

Con el propósito de medir la profundidad de microfiltración en la interfase entre diente y los materiales dentales temporales, se realizaron cavidades estandarizadas en las cuales se colocaron dichos materiales, posteriormente se sumergió la muestra en tubos con azul de metileno y se sometieron a baños de inmersión de 30 segundos a 50 ciclos a temperaturas de entre 5°C y 55°C, para simular las condiciones del ambiente intrabucal. Las piezas se cortaron transversalmente para medir, en milímetros, la penetración del tinte para lo cual se utilizó un microscopio estereoscópico. Después de analizar los datos obtenidos se determinó que todos los materiales dentales temporales utilizados en el presente estudio, demostraron microfiltración.

En relación a los materiales utilizados como obturadores, tanto en el subgrupo de 7 días y como en el de 15 días el material obturador que presentó menor microfiltración fue el KetacCem EasyMix® con valores de 1.431 ± 0.359 mm y 1.925 ± 0.354 mm respectivamente, mientras que el Cavit®, cemento obturador temporal, fue el que presentó más microfiltración en ambos subgrupos con valores de 2.236 ± 0.394 mm y 2.633 ± 0.224 mm. Respecto a los materiales de cementación temporal, utilizados en la FOUSAC, el Temp-Bond® permitió menor microfiltración a los 7 días con valores 1.433 ± 0.225 mm, mientras que a los 15 días el KetacCem® presentó menor microfiltración con valores de 1.677 ± 0.276 mm. El Dycal® presentó 1.933 ± 0.197 mm a los 7 días y 2.660 ± 0.184 mm a los 15 días siendo el que mayor penetración de tinte obtuvo en ambos subgrupos.

Por lo tanto, se concluyó que de los materiales indicados como temporales por el fabricante, el que presentó mejor desempeño fue el cemento TempBond® a los 7 días de permanencia en la preparación. El KetacCem® fue el que menor microfiltración tuvo en los demás subgrupos a pesar de no estar indicado.

2. Introducción

Existe variedad de materiales provisionales que tienen el propósito de sellar y aislar las preparaciones dentarias mientras se coloca la restauración final, estos poseen las características de: fácil manipulación y remoción, sellado marginal, resistencia a la abrasión y compresión, baja solubilidad, entre otras. En la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FOUSAC), se cuenta con materiales adecuados de obturación temporal (sulfato de calcio y agregados Cavit3M® y el óxido de cinc y eugenol mejorado Temrex®) y cementación temporal como el óxido de cinc libre de eugenol (Temp-Bond® /Kerr), que según el fabricante, poseen las características previamente mencionadas.

Según treinta encuestas realizadas a los odontólogos practicantes de dicha institución acerca de los materiales dentales temporales y su tiempo de uso (Ver anexo 1), se determinó, que los períodos de tiempo de permanencia de estos materiales, en preparaciones dentales, que se registraron con más frecuencia, fueron de 7 y 15 días y que se utiliza ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/3M-ESPE®) e hidróxido de calcio no híbrido (Dycal/Dentsply ®) como materiales cementantes, e ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/3M-ESPE®), óxido de zinc y eugenol mejorado (Temrex®), como obturadores temporales, a pesar que el único que está indicado para ello es el óxido de cinc y eugenol mejorado, Temrex®.

El éxito o fracaso de una restauración dental depende de las siguientes características del material temporal: sellado marginal, baja solubilidad y desintegración, coeficiente de expansión térmica cercana a la del diente, buena resistencia a la abrasión y compresión, material de fácil inserción y remoción, entre otras (Anusavice, 2012). La característica del sellado marginal se ve afectada principalmente por la microfiltración, definida como la difusión de fluidos orales, bacterias, toxinas, iones solubles y moléculas entre la interfase preparación dentaria y restauración (4).

Por ello en el presente estudio se evaluó la característica física del sellado marginal de los materiales mencionados, a través de la medición de la profundidad de penetración del tinte de azul de metileno en la interfase entre diente y diferentes materiales dentales proporcionados en las clínicas de la FOUSAC.

Para lograr el objetivo, se realizaron cavidades estandarizadas en las cuales se colocaron los materiales temporales, posteriormente se sumergió la muestra en tubos con azul de metileno al 2% y fueron sometidos a 50 ciclos de cambios temperatura al día, para simular las condiciones del ambiente oral. Lo anterior se realizó por medio de dos baños de inmersión de 30 segundos a temperaturas de 5°C y 55°C

para completar un ciclo en un minuto. Posterior a la exposición de la muestra a los ciclos de temperatura, las piezas fueron cortadas transversalmente para obtener las medidas en milímetros de la profundidad de penetración del tinte de azul de metileno.

Con los datos obtenidos se determinó si los materiales dentales temporales utilizados por los odontólogos practicantes de la FOUSAC, a pesar de que algunos no están indicados para la obturación y cementación temporal, se comportan de manera adecuada para evitar la microfiltración.

3. Antecedentes

En la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se realizan tratamientos dentales, entre los que se pueden mencionar tratamientos de conductos radiculares, prótesis fija, incrustaciones y obturaciones de resina compuesta o amalgama. Debido a que el proceso de realización de dichos tratamientos es principalmente académico, muchos de ellos no se concluyen en la primera sesión, si no que utilizan varias citas, por tal motivo la FOUSAC, proporciona materiales de obturación y cementación temporal que se utilizan para preservar la integridad de los tejidos dentales mientras se coloca la restauración final, lo anterior conlleva al odontólogo practicante a investigar más sobre dichos materiales, para utilizarlos de manera adecuada.

Las características ideales de un material temporal de obturación según Çelik (2013) son: fácil manipulación, sellado marginal, resistencia a la abrasión y compresión, apariencia estética, que no provoque decoloración de la pieza dental y estabilidad dimensional (7). Por otro lado, Zaia (2002), define la microfiltración como la difusión de fluidos orales, bacterias, toxinas, iones solubles y moléculas entre la interfase de la preparación cavitaria y la restauración (28).

La impermeabilidad dependerá de diferentes factores, entre los cuales está el tiempo de permanencia en boca y la temperatura, es por ello que dentro de los métodos para medir la filtración marginal y la disolución en el medio húmedo se incluyó el proceso de termociclaje para simular las condiciones que se encuentran en boca (5). Los materiales dentales han sido estudiados por medio de diversos métodos que incluyen tinciones, filtración de fluidos o electroquímica directa (5).

Hakimen, S. et. al. (2000) realizó una investigación para comparar el efecto del termociclado, ciclos de carga y conformación de la cavidad en la microfiltración de restauraciones clase V de compómero. El estudio concluyó que el termociclado fue el aspecto que afectó significativamente a la microfiltración de las restauraciones de compómeros de clase V, seguido de la conformación de la cavidad y por último los ciclos de carga. Debido a que los cambios de temperatura provocan microfiltración porque modifican la estabilidad dimensional de los materiales dentales temporales, se tomó en cuenta como la característica física que alteró la muestra (13).

Angel, V. (1999) menciona que existen diversos métodos para medir la filtración marginal, entre estos podemos nombrar el empleo de isótopos radioactivos acoplados a la técnica de autorradiografía, la permeabilidad de microorganismos, la histoquímica, la impedancia electroscópica, la filtración de

fluidos, la difusión de soluciones colorantes o tinciones. En su estudio se determina que el método de difusión de colorantes ha sido el más utilizado para evaluar la filtración, entre las ventajas de éste se incluye: fácil realización, fácil visualización del colorante, alta penetrabilidad de las moléculas del colorante por la interfase diente-restauración temporal y por los poros que puedan encontrarse en la masa del cemento obturador coronal (3). Para obtener valores cuantitativos de la microfiltración que se presenta en cada material dental, en el presente estudio de tesis, se utilizó el método de difusión de colorantes, sumergiendo las piezas dentales con el material temporal colocado en tinte de azul de metileno y se obtuvo una medición de la profundidad de penetración que el tinte alcanzó.

Los diferentes colorantes utilizados en investigaciones de filtración son: anilina azul , azul de metileno y nitrato de plata (5). El método de tinción con azul de metileno, ha sido utilizado en muchos trabajos de investigación debido a que se considera de mejor penetración que otras tinciones y que los radioisótopos (3). El azul de metileno posee más penetrabilidad que los radioisótopos y por su contraste es preferido frente a otras tinciones (3).

Armijos, X. (2010) en su estudio de tesis menciona que los principales equipos de diagnóstico para evaluar el sellado y la microfiltración de cementos selladores y materiales de obturación temporal endodóntica reportados en la literatura son: microscopio estereoscópico, microscopio electrónico de barrido, microscopio óptico polarizado de transmisión (5).

Fernandez, F. (2014) mide la microfiltración comparando adhesivos que utilizan diferentes solventes, lo anterior lo realizó en el Laboratorio de Microbiología de la FOUSAC utilizando un estereoscopio marca MEIJI con las siguientes características: binocular (EMZ-5) que puede girar 360°, relación de zoom 6.5:1, rango de zoom 0.7x - 4.5x, control de zoom dual, ampliación 7x – 45x, campo de visión 32mm – 5.1mm, distancia de trabajo 93 mm y evaluó utilizando la máxima ampliación (45x) si existió o no microfiltración (12). En el presente estudio de investigación se utilizaron las mismas características del estereoscopio para realizar las mediciones de la interfase entre material temporal y estructura dental.

Otro estudio acerca de microfiltración lo realizó Solares, W. (2015) que evaluó la presencia o ausencia de la filtración del colorante azul de metileno al 10% entre la interfase que puede presentarse entre la restauración de resina compuesta (universal y bulk) y pieza dental obturada donde concluyó que el 80% de las piezas restauradas con Resina Compuesta Bulk y Resina Compuesta Universal presentaron microfiltración marginal (22).

4. Planteamiento del Problema

Los estudiantes de la FOUSAC, por distintas circunstancias que se presentan durante la realización de tratamientos dentales, necesitan colocar materiales dentales entre citas, mientras se coloca la restauración final.

Por lo anterior se proporcionan materiales de obturación y cementación temporal, sin embargo, según los datos obtenidos de la encuesta resuelta por odontólogos practicantes, se determinó que se utilizan materiales que, de acuerdo con las indicaciones del fabricante, no deben ser colocados como temporales.

Para obturar cavidades provisionalmente se debe utilizar únicamente el sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®) y el óxido de zinc y eugenol mejorado (Temrex®), de los proporcionados en la FOUSAC. Es de hacer notar que entre las indicaciones del óxido de zinc y eugenol mejorado (Temrex®) la principal es de base cavitaria, en restauraciones de amalgamas dentales, puesto que, por la presencia de eugenol, interfiere en la polimerización de las resinas compuestas.

Por otro lado, el único material que está indicado para cementar provisionales de los disponibles en la FOUSAC es el óxido de zinc libre de eugenol (Temp-Bond/Kerr®). Entre los materiales cementantes que se utilizan para colocar provisionales de acrílico, a pesar de no estar indicados, se encuentra el Dycal que debe emplearse para recubrimiento pulpar indirecto y el ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/3M-ESPE®), de tipo I, indicado como material cementante definitivo de restauraciones finales. En el caso del ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/3M-ESPE®) se ha colocado como obturación temporal en las múltiples citas de piezas que se encuentran recibiendo tratamiento endodóntico.

Uno de los factores que influye en el éxito o fracaso de las restauraciones dentales es el sellado marginal de los materiales dentales temporales. Si no se logra aislar la preparación correctamente, existirá microfiltración, definida como la difusión de fluidos orales, bacterias, toxinas, iones solubles y moléculas entre la interfase del tejido dentario y material.

Según lo antes descrito, se cuestionó ¿Los materiales que proporcionan en el dispensario de las clínicas de la FOUSAC, cumplen la función de evitar la microfiltración en la interfase diente-materiales temporales de obturación y cementación a pesar de que algunos no están indicados para el efecto?

5. Justificación

Los materiales usados como cementantes y obturadores provisionales son los que se colocan entre citas desde la preparación dentaria hasta la restauración definitiva, dentro de las diferentes características físicas que poseen, se encuentra la capacidad de sellado marginal, la cual es una propiedad fundamental en el proceso de selección del material puesto que evita el ingreso de microorganismos a la preparación dentaria y protege el órgano dentino-pulpar de los cambios de temperatura del ambiente oral.

Debido a que en la FOUSAC no se han realizado estudios que evalúen in vitro la capacidad de sellado marginal de los materiales temporales en donde estén sometido a un proceso de cambios de temperatura, se consideró importante realizar una investigación que analizara de manera objetiva esta característica física.

Se realizaron encuestas a treinta odontólogos practicantes, acerca de los materiales dentales temporales que utilizan y el tiempo de permanencia en boca (Ver anexo 1). Según los resultados obtenidos, se determinó que los intervalos de tiempo más frecuentes fueron de 7 y 15 días, a su vez se identificó que además de utilizar materiales temporales indicados para obturación (sulfato de calcio y agregados, Cavit 3M®; óxido de zinc y eugenol Temrex®) y cementación (óxido de zinc libre de eugenol, Temp-Bond/Kerr®), se emplean ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®) e hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®) para cementación de provisionales e ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®) y para obturación de preparaciones a pesar de que ninguno de los anteriores está indicado para el efecto.

En concordancia con la afirmación que Ángel V. (1999) hiciera al considerar que las variaciones de temperatura afectan la adaptación y sellado de los materiales dentales temporales, en la presente investigación se sometieron las piezas dentales a ciclos de cambios de temperatura para simular el ambiente oral y se obtuvieron medidas de la profundidad de penetración del tinte por medio de un estereoscopio. Las medidas obtenidas se tomaron como indicadores de la microfiltración y por lo tanto de la característica física del sellado de cada material temporal previamente mencionado (3).

Con los resultados, se determinó cuál de los materiales proporcionados a los odontólogos practicantes, presenta menor filtración marginal para tener un mejor conocimiento de los productos que se encuentran disponibles.

Tomando en cuenta que la microfiltración que se presente en una preparación dental temporal afecta el pronóstico de una restauración final, los resultados de este estudio brindaron datos significativos para

orientar la selección de materiales temporales que presenten menor filtración marginal, además de analizar los que actualmente se proporcionan, en beneficio de los pacientes tratados y de la práctica clínica de los estudiantes de la FOUSAC.

6. Marco Teórico

Según Anusavice, (2012) un material temporal es aquel que se utiliza por un período de pocos días a varios meses para restaurar o reemplazar los dientes faltantes o la estructura del diente hasta que se pueda colocar una prótesis o restauración más duradera”, (4). El objetivo principal de una restauración temporal es evitar la contaminación con remanentes de alimentos, fluidos orales y microorganismos dentro de la preparación dental (microfiltración), es por ello que se debe aislar efectivamente hasta la colocación de la restauración final.

6.1 Microfiltración

Uno de los factores de los que depende el éxito o fracaso de una restauración es la microfiltración que se define como “la difusión de bacterias, fluidos orales, iones y moléculas dentro de la pieza dental y la interfase entre el tejido dentario y el material utilizado” o “el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre el diente y el material restaurador”. La filtración que puede ser indetectable para el operador puede provocar efectos biológicos negativos que llevan a recurrencias de patologías y tratamientos endodónticos o prostodónticos fallidos.

La Microfiltración se ha investigado ampliamente y en numerosos estudios, se ha demostrado que cuando las bacterias cariogénicas obtienen acceso a la interface superficie dental/restauración, pueden proliferar con éxito en esta área con el potencial de causar respuestas como caries recurrente y respuesta adversa del órgano pulpar.

A pesar de la gran cantidad de estudios, sigue siendo cuestionable el tamaño de la brecha alrededor de las restauraciones y la aparición de caries recurrentes. Se ha comprobado que existe más incidencia de caries con la extensión de la brecha marginal amplia. El origen de las bacterias que se encuentran en la interfase diente- material aún es incierto, y su relación con el desarrollo de la infección recurrente aún no se ha establecido. (15)

a. Causas de la filtración marginal

Se han encontrado distintas causas para la filtración marginal y se considera que están íntimamente relacionadas con las propiedades y el correcto uso de cada material dental. (5)

La microfiliación es provocada por distintas circunstancias, sin embargo, las causas principales de la microfiliación es la pobre adaptación de los materiales restauradores a la estructura dentaria, las propiedades del material temporal o a la aplicación incorrecta por parte del operador, permitiendo la difusión de los productos bacterianos. También la contracción del material por cambios físicos y químicos, la desintegración y corrosión de algunos materiales, la deformación elástica del diente por las fuerzas masticatorias que puede aumentar el espacio entre el diente y el material restaurador. (8)

Como se ha mencionado anteriormente, existen diferentes factores que provocan microfiliación en la interfase entre el diente y el material dental temporales, entre los que podemos encontrar ciclos de carga, cambios de temperatura, forma de las cavidades, entre otros.

En el estudio realizado por Hakimen, S. se compararon diferentes factores que provocan microfiliación y se llegó a la conclusión que los cambios de temperatura eran los que provocaban mayor microfiliación que los ciclos de carga o la configuración de las cavidades. (13)

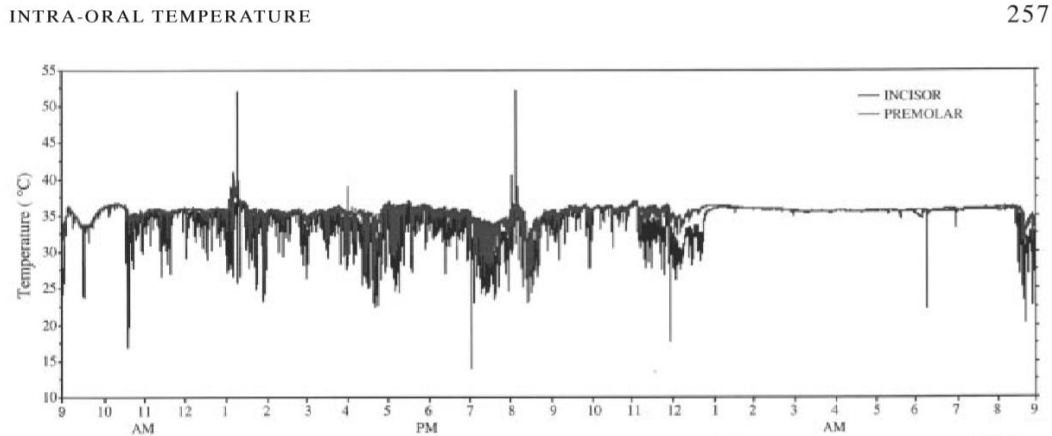
b. Cambios de temperatura en el ambiente oral

En el estudio realizado por Hakimeh, et. at. (2000) se comparó el efecto de ciclos de carga, termociclado y la diferencia en la forma de las cavidades para determinar que aspecto afecta en mayor medida el sellado de las restauraciones. Los resultados indicaron que el cambio de temperatura al que se sometió la muestra, es la condición que más afectó a la microfiliación, por lo que se tomó como una constante que modificará la muestra en el presente estudio. (13)

Según Moore (1999) los cambios de temperatura en un período de 24 horas varían de 5.6°C a 58.5°C, esto ocurre por diferentes factores como lo son: temperatura corporal, temperatura ambiental y la humedad, respiración bucal, hábitos como el tabaquismo, la ingesta de alimentos de distintas temperaturas y si la boca se mantiene abierta o cerrada (16).

Durante el día la temperatura en la cavidad oral tiene variaciones, aproximadamente 19 de las 24 horas del día, se mantiene de 35°C a 36°C y durante 5 horas al día se encuentran ciclos de cambios de temperatura que corresponden con los tiempos de comida. (16)

Gráfica de los cambios de temperatura en la cavidad bucal durante 24 horas.



Fuente: Moore (1999) (16).

6.2 Restauraciones provisionales

Las restauraciones provisionales son definidas como aquellas que se realizan y se mantienen por un período determinado de tiempo, el mismo que puede variar según las necesidades de cada paciente con el objetivo de obtener:

- Protección pulpar
- Función oclusal
- Fácil limpieza para el paciente
- Márgenes de la cavidad apropiados

Dentro del campo odontológico las restauraciones provisionales son usados en las ramas de Endodoncia, Operatoria dental, Prótesis Parcial Fija y Odontopediatria. Uno de los usos primordiales es sellar la cavidad de acceso entre sesiones y después de finalizado el tratamiento endodóntico, hasta que se coloque la restauración definitiva y evitar la filtración bacteriana a través de la saliva; en tratamientos de Operatoria y Odontopediatria se utilizan para obturar cavidades que necesitan ser evaluados posteriormente para evaluar la respuesta de la pieza dental en algunos casos o que por diferentes causas no se concluye el tratamiento en la misma sesión; en Prótesis Parcial Fija se utilizan para colocarlos mientras se concluye la confección de la restauración final. (11)

6.3 Materiales temporales

Las obturaciones provisionales son tratamientos dentales que permanecen un tiempo determinado en la cavidad oral del paciente. Se utilizan en la mayoría de las especialidades odontológicas, requeridas más a menudo en Odontopediatría, Prótesis fija, Operatoria dental y Endodoncia.

Para poder realizar los tratamientos se utilizan materiales temporales los cuales debe poseer características tales como: poca porosidad, resistencia a los cambios dimensionales, fácil colocación y remoción, buen sellado marginal, resistencia a la compresión, resistencia a altas temperaturas y a la abrasión, excelente estética y compatibilidad con medicamentos que sea necesario utilizar. (6, 20)

6.3.1 Consideraciones para la selección del material temporal

Según Nocchi (2008), en el proceso de selección del material temporal es importante considerar los siguientes factores (6):

- Tiempo de permanencia de la restauración

La permanencia de las obturaciones temporales puede variar según las propiedades de la pieza o del tiempo que disponga el Odontólogo. Siempre debe contar con buen sellado marginal, se considera el tiempo que permanecerá en cavidad bucal, puesto que si es un tiempo prolongado (40-90 días), se debe utilizar un material con propiedades mecánicas adecuadas como la resistencia a cualquier tipo de fractura.

- Firmeza de la estructura dental remanente

Si una pieza dental se presenta con gran destrucción o pérdida dentinaria, se considera que son piezas susceptibles a la fractura, por lo cual estos exigen materiales resistentes que de preferencia tengan propiedades adhesivas. Se deben tomar en cuenta los hábitos de higiene y la oclusión del paciente.

- Forma de retención de la cavidad

Cuando las piezas presentan poca capacidad de retención o ésta sea nula se puede producir un fácil desprendimiento de la restauración y se deben utilizar materiales adhesivos o un provisional indirecto.

- Posición de la pieza en la arcada

Debido a que las fuerzas masticatorias disminuyen desde los molares hasta los incisivos, se debe considerar que todos los dientes posteriores siempre deben ser restaurados en forma provisoria con

materiales de buena resistencia mecánica, aunque no se le dé importancia a la estética al contrario de las piezas anteriores.

- Grado de dificultad para la remoción

Debido a que la remoción del material temporal puede ser difícil para el operador que realizará la restauración definitiva, se debe evitar colocar materiales adhesivos si no es necesario o materiales que tengan color muy similar a la pieza dental ya que predispone que se puede modificar la preparación dentaria al momento de remover el material.

- Estética

Es importante mencionar que a pesar de que se consideran materiales que permanecen por cortos tiempos en boca, se debe considerar la estética en caso de que se utilice en incisivos, caninos y premolares.

6.3.2 Materiales para obturación temporal

Son aquellos materiales que se utilizan para la reconstrucción parcial de las estructuras dentarias que se han perdido por distintas causas entre las cuales se encuentran: patológicas (caries, erosiones, fracturas, entre otras), protésicas (cavidades con fines protésicos) o traumáticas, con el objeto de devolver al diente sus características anatómicas, funcionales y estéticas. Cuando se utilizan como obturadores provisionales, generalmente se colocan por un periodo corto y posteriormente se utilizan como base para colocar una obturación definitiva, o se colocan durante un tiempo más largo mientras se decide realizar una obturación o incrustación definitiva. Ejemplo clásico de estos materiales son los cementos cinquenol usado como obturación (4).

Así mismo, como material de obturación provisional se utilizan productos a base de sulfato de calcio semihidratado, como el Cavit 3M®, que al estar en contacto con la saliva se endurece debido a que se transforma en sulfato de calcio dihidratado. (4)

Clasificación de tipos de materiales según tiempo de permanencia en cavidad bucal:

- Temporarios y provisionales
- Permanentes

Requisitos:

Un material ideal para obturación debe reunir una serie de requisitos a fin de resistir las condiciones del medio bucal. Dentro de ellos se pueden considerar:

- Poseer una resistencia adecuada para soportar las fuerzas masticatorias.
- Ser resistentes a la abrasión de los dientes antagonistas durante la masticación.
- Tener baja solubilidad y desintegración a los fluidos bucales.
- Dar un buen sellado a la cavidad.
- Poseer baja conductibilidad térmica (4)

a. Sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®)

Restaurador temporal de auto curado, libre de eugenol para obturaciones provisionales de reparaciones dentales de fácil remoción en bloque. Es un cemento temporal libre de eugenol en forma de pasta premezclada.

a.1 Composición del Cavit 3M®

Está compuesto de: sulfato de calcio, sulfato de zinc, óxido de zinc, glicolacetato, olivinilacetato, acetato de polivinilcloruro y trietanolamina.

Es una pasta premezclada de autopolimerización, la presentación utilizada en el presente estudio es en tarro, sin embargo, puede encontrarse en tubos condensables.

a.2 Reacción de endurecimiento

El Cavit es un cemento premezclado que endurece al contacto con la humedad. La reacción de endurecimiento se inicia al entrar en contacto con la saliva; la reacción del agua con el sulfato de calcio y con el óxido de cinc produce el endurecimiento.

El valor de pH del CAVIT es 6.9, prácticamente igual al del óxido de zinc y eugenol que es de 7.0.

a.3 Manipulación

Restauraciones temporales de cavidades que se encuentran en áreas de contacto oclusal. Se debe colocar en la cavidad húmeda utilizando un aplicador y atacador de cemento, insertarse de forma incremental, una vez colocado dentro de la cavidad de acceso, se condensa vertical y lateralmente para el adaptado a las paredes de la cavidad, seguido de una firme y vertical condensación con una torunda de algodón humedecida en agua. Con un espesor no menor de 3,5 mm. (6)

a.4 Propiedades físicas

- **Biocompatibilidad:** Widerman et al. realizaron un estudio para evaluar la respuesta de la pulpa al Cavit® y señalaron que al colocar el material dentro de una cavidad seca causaba aspiración de los odontoblastos, acompañado de dolor. Sin embargo, no observaron que ocurrieran condiciones patológicas permanentes después de 34 días de observación. Aunque al igual que el óxido de cinc eugenol, es higroscópico, tiene un factor de absorción de agua 6 veces mayor que el óxido de cinc eugenol. El dolor al insertarlo se debe al desplazamiento de líquido en los túbulos dentinarios. Por lo que debe ser colocado en una cavidad húmeda.
- **Adhesividad:** Cavit® es un material higroscópico que posee una alta expansión lineal resultado de la absorción de agua durante su endurecimiento. Esta expansión mejora el contacto entre el material y la cavidad lo cual podría mejorar el sellado.
- **Solubilidad:** el Cavit® presenta alta solubilidad y desintegración (9,73%), parece ser 30 veces mayor que el óxido de cinc eugenol (0,34%), lo que ocasiona un rápido deterioro de la superficie de la obturación.
- **Resistencia:** la resistencia compresiva obtenida para Cavit® (1.973 psi) fue aproximadamente la mitad que la del óxido de cinc eugenol (4.000 psi), por lo que presenta baja resistencia. La baja resistencia compresiva y el desgaste oclusal rápido limita su uso a sellador de corto plazo para cavidades de acceso simple. En cavidades extensas con cúspides sin soporte el Cavit® no tiene resistencia y es necesario utilizar un material de obturación más fuerte como IRM®, TERM® o cemento de vidrio ionomérico.
- **Estabilidad dimensional:** Gilles et al. observaron que la estabilidad dimensional se afecta significativamente por el contenido de agua. Widerman et al. señalan que el coeficiente de expansión lineal fue del doble para el Cavit® (14,20%) comparado con el óxido de cinc eugenol (8,40%).
- **Capacidad antimicrobiana:** Krakow et al. refieren que Cavit® tiene capacidad antimicrobiana, pero es inferior que la del óxido de cinc eugenol. (5)

b. Óxido de zinc y eugenol mejorado (Temrex®)

El óxido de zinc es un compuesto químico de color blanco, su fórmula es ZnO y es poco soluble en agua, pero muy soluble en ácidos. El eugenol es un miembro de los compuestos de la clase de alilbencenos, es un líquido oleoso de color amarillo pálido extraído de ciertos aceites esenciales.

Se le han dado diferentes usos entre los que se pueden mencionar: base colocándolo debajo de amalgama, silicato e incrustaciones de oro; sedación de cavidades sensibles profundas y preparaciones de coronas; cementación temporal de puentes permanentes de largo alcance; sobre pilar preparaciones con forma de retención corta o inadecuada. (8)

b.1 Composición

El óxido de zinc y eugenol mejorado (Temrex®), tiene presentación de polvo y líquido con la siguiente composición

- Polvo: óxido de zinc con 10 a 40% de resinas divididas naturales o sintéticas y acetato de zinc como acelerador.
- Líquido: eugenol con aditamentos como el ácido acético con función de acelerador.

b.2 Manipulación

- El polvo se mezcla en el líquido en pequeñas porciones con espátulación vigorosa hasta que se haya incorporado la cantidad correcta.
- La almohadilla de mezcla o losa debe estar completamente seca.
- Se debe permitir el tiempo adecuado para el fraguado sin alterar el cemento.
- Los recipientes de polvo y líquidos deben mantenerse cerrados y almacenados en condiciones secas.

b.3 Indicaciones

- Cementar restauraciones
- Base para restauraciones
- Obturación temporal

6.3.3 Materiales para cementación temporal

Son materiales utilizados para retener una restauración provisional o definitiva durante un tiempo específico, y permitir remover la restauración sin tener que ejercer una presión indebida sobre el diente. Son cementos usados en el periodo comprendido entre la preparación y la colocación definitiva de la restauración y para cementación provisional de restauraciones permanentes. El uso más común es en el periodo de tiempo entre la preparación y la cementación definitiva de una corona. También se utilizan como provisionales a largo plazo, aunque algunos profesionales consideran que es preferible utilizar un cemento de policarboxilato como provisional por tiempo prolongado. (4)

Requisitos:

- c. Buena retención
- d. No irritante a la pulpa, baja sensibilidad
- e. Facilidad de remoción de la restauración
- f. Que no se pigmente
- g. Que se pueda remover los excesos y limpiar con facilidad después que endurece
- h. Que pueda retirarse con facilidad de las paredes internas de la restauración cuando se va a cementar
- i. Que no afecte la adhesión de la restauración definitiva
- j. Tiempo de fraguado razonablemente rápido
- k. Bajo costo (4, 9)

Propiedades:

La resistencia compresiva de un cemento temporario impacta directamente en la retención de la restauración provisional. Mientras que los factores como hilo dental, alimentos pegajosos o coronas cortas pueden aumentar el riesgo de desalojo de la restauración. la resistencia del cemento temporario juega un papel significativo. Al seleccionar el cemento temporal que será utilizado, se debe considerar el período de tiempo que el provisional permanecerá en la preparación dentaria y la resistencia compresiva (MPa) del material. (9)

La resistencia compresiva sugerida de acuerdo con el tiempo de retención será:

- Retención a largo plazo >15MPa
- Varias semanas meses >7MPa
- Varios días >2MPa

a. Óxido de zinc libre de eugenol (Temp-Bond/Kerr®)

El cemento temporal de óxido de zinc sin eugenol TempBond™ NE es una opción para los pacientes alérgicos al eugenol. No inhibe la polimerización de los cementos de resina permanentes ni la de los cementos de acrílicos temporales, y tiene las mismas propiedades de fluidez y retención que TempBond™.

a.1 Composición

La presentación del óxido de zinc libre de eugenol (Temp-Bond/Kerr®) consiste en dos pastas con la siguiente composición: (27)

- Base: Óxido de zinc, aceite mineral, fécula de maíz
- Acelerador: Resina, ácido ortoetoxibenzoico, cera de carnauba, ácido octanoico

a.2 Manipulación

- Se dispensa la misma longitud de pasta base y aceleradora en la losera de mezcla.
- Se realiza una mezcla exhaustiva de unos 30 segundos.

a.3 Indicaciones

- Para cementación de provisionales de acrílico
- Pruebas de restauraciones indirectas permanentes.

6.3.4 Materiales proporcionados como obturadores y cementantes en la FOUSAC

a. Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®)

Los ionómeros vítreos, están basados en ácidos polialquénicos (ácido poliacrílico, maleico, tartárico, itacónico, etc.) y la mezcla de éstos con sus sales, por ello es que un ionómero convencional se presenta en forma de un líquido (ácido) y un polvo (base), que al ser mezclados forman un cemento de ionómero de vidrio. Según su uso, el ionómero de vidrio se clasifica en cinco grupos, los cuales son:

Tipo I: cementación

Tipo II: material restaurador/obturador

Tipo III: Sellante de fosas y fisuras

Tipo IV: Aislamiento y protección pulpar

Tipo V: Reforzado con partículas metálicas

Debido a que el ionómero de vidrio KetacCem Easymix, es de tipo I, se describirá específicamente ese material.

a.1 Composición del ionómero de vidrio Ketac™ Cem Easymix

El cemento definitivo de ionómero de vidrio KetacCem posee componentes polvo/líquido.

Cuadro No. 1: Composición de ionómero de vidrio Ketac™ Cem Easymix (9, 4).

Polvo	Líquido
Polvo de vidrio	Agua
Ácido policarboxílico	Ácido tartárico
Pigmentos	Agentes de conservación

a.2 Reacción de endurecimiento

La reacción de fraguado de los ionómeros de vidrio consiste en un ciclo complejo de reacciones químicas en las que el agua juega un papel central debido a que es el medio de reacción y es necesaria para la hidratación de los carboxilatos metálicos que se forman.

El mecanismo de fraguado puede ser dividido en varias fases de reacción, durante las cuales se forman uniones covalentes, iónicas, metálicas y puentes de hidrógeno. En una fase inicial, los grupos de ácido carboxílico se presentan en el ácido policarboxílico y se disocian en iones de carboxilato negativamente cargados RCOO^- y en iones de hidrógeno H^+ cargados positivamente. La estructura de vidrio se descompone y los iones metálicos formadores de cemento Al^{3+} y Ca^{2+} se liberan. En la matriz preformada, se forman los iones Al^{3+} y se forma un gel de carboxilato de aluminio cálcico tridimensional y soluble en agua.

Algunos factores, tales como la temperatura, el tamaño de las partículas de la relación polvo/líquido aceleran o disminuyen la velocidad de las reacciones, ciertas influencias químicas tienen un mayor efecto y juegan un papel predominante en la modificación de las mismas reacciones.

a.3 Manipulación

Para el material de cementación KetecCemEasyMix las proporciones corresponden a 1 cucharada completa de polvo y dos gotas de líquido.

Se debe agitar la botella para soltar el polvo, para retirarlo se debe limpiar la cuchara al ras del inserto de plástico, sin comprimir el polvo.

Para dispensar el líquido, se debe mantener la botella de manera vertical. Verificando que no tenga burbujas de aire ni residuos secos del líquido.

Cuadro No. 2: Tiempo de manipulación del ionómero de vidrio KetacCem™ Cem Easymix (9).

	Min:seg
Mezcla	00:30
Tiempo de trabajo desde el inicio de la mezcla	03:10
Fraguado desde el inicio de la mezcla	07:00

a.4 Propiedades

En cuanto a la conducta clínica a largo plazo del ionómero de vidrio como material cementante, destacan las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: 141 MPa
- Resistencia a la flexión. 15 MPa
- Adhesión al esmalte 4.2 MPa y la dentina 3.1MPa.

a.5 Indicaciones

- Cementación de inlays, onlays coronas, y puentes hechos de metal o metal-cerámica o con recubrimiento tipo veneer de resina.
- Cementación de inlays, onlays, coronas y puentes hechos de resina o cerámica con la condición de que estos son adecuados para una cementación convencional.
- Cementación de pines y tornillos con la condición de que estos son adecuados para una cementación convencional.
- Cemento definitivo para uso con bandas ortodónticas.
- Revestimiento.

b. Hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®)

Dycal de Dentsply es un compuesto de hidróxido de calcio. Es un material de autocurado y fraguado rígido que se utiliza principalmente para el recubrimiento pulpar directo e indirecto y como recubrimiento protector en adhesivos dentales, barnices, materiales de relleno, cementos y otros materiales de base. (10).

b.1 Composición

La presentación del Dycal/Dentsply ® consiste en dos pastas, una pasta base y una es catalizador. (23)

Cuadro No. 3: Composición química del hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®) (23)

Pasta base	Catalizador
1,3-Butilenglicol disalicilato 40.85%	Hidróxido de calcio 63%
Óxido de cinc	Sulfonamida de N-etil-o/p-tolueno 37%
Fosfato de calcio	Óxido de cinc
Tungsteno de calcio 16%	Dióxido de titanio
Pigmentos de óxido de hierro	Esterarato de cinc
	Pigmentos de óxido de hierro

b.2 Manipulación

Las proporciones que se deben utilizar son de 1:1. Se mezclan cantidades iguales de pasta base y catalizador. Lo anterior produce un fraguado rápido del cemento.

b.3 Propiedades

- Es radiopaco con gran eficiencia clínica probada.
- Rápida cristalización
- Baja solubilidad en agua
- Excelentes características de manipulación.
- Acción bactericida y antifúngica que se debe a su PH básico. (23)

b.4 Indicaciones

Dycal® de la marca Dentsply está indicado utilizarse en los siguientes casos (23):

- Recubrimiento pulpar directo e indirecto, ya que, debido a su pH básico de 11, provoca una reacción en la pulpa que permite que se genere dentina terciaria.
- Base protectora bajo el material de restauración, cementos y otros materiales se coloca debajo de materiales restauradores, cementos y otros materiales ya que no inhibe la polimerización de resinas de auto o de fotopolimerización y presenta una coloración final semejante a la dentina, lo que impide la influencia de coloración en las restauraciones finales con resinas composite.
- Se utiliza como medicamento en caso de infección de conductos radiculares.

Es importante mencionar que a pesar de que no está indicado como cemento temporal, el Dycal® es proporcionado a los estudiantes de la FOUSAC.

6.4 Métodos para medir la filtración marginal

Para la detección de microfiltración, se han utilizado diferentes métodos, entre los cuales se encuentran:

- Penetración del tinte
- Filtración de fluidos
- Método de extracción del tinte o método de disolución
- Método de disolución o extracción de tinte.
- Método de infiltración de bacterias y toxinas.
- Método de aire a presión.
- Método electroquímico
- Método de activación de neuronas
- Método de radioisótopos
- Método de difusión reversa
- Caries artificial
- Método tridimensional

En el presente trabajo de investigación, se evaluará a microfiltración utilizando el método de penetración de tinte en la interfase que se forma entre el material temporal y la estructura dental. (5)

6.4.1 Azul de metileno

Los estudios de tinción, en su mayoría, se han realizado con este material por las características que presenta.

El azul de metileno está compuesto por cristales trihidratados color verde oscuro, incoloros con polvo de cristal.

Un gramo se disuelve en 25ml de agua o en 65 ml de alcohol; aunque para lograr la concentración deseada para este estudio, al 2%, se utilizan 0.20 gramos de azul de metileno, 20 mililitros de alcohol etílico al 95% y 120 mililitros de agua destilada.

Jacobsen et. Al. encontró que una exposición de 72 horas es suficiente para adquirir pigmentación de los materiales dentales. Debido a su peso molecular, que es de 373, y al reducido tamaño de sus partículas, el azul de metileno es más utilizado para estudios in vitro que los radioisótopos. Aunado a estas características, no se absorbe en la matriz dental o en los cristales de apatita, evitando así, falsos resultados.

Algunos estudios sugieren que la acidez del azul de metileno podría causar la desmineralización de las piezas a estudiar, permitiendo así una mayor filtración de la tinción; pero se ha demostrado que dicha acidez es mínima en una concentración al 2%, por lo que es el porcentaje más recomendado cuando se utiliza esta tinción (5).

7. Objetivos

a. General

Determinar la profundidad de filtración del tinte de azul de metileno en la interfase entre diente y los materiales de obturación y cementación temporales, proporcionados en la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos, sometidos al proceso de termociclado para simular las condiciones del ambiente oral.

b. Específicos

- Establecer si los materiales temporales tanto de cementación como de obturación aíslan de manera adecuada las superficies internas del diente durante un periodo de tiempo de 7 y 15 días.
- Establecer la profundidad en milímetros de penetración del tinte de azul de metileno, entre la interfase del material y tejido dentario, que presentan los materiales temporales, para ser utilizados como restauración temporal en boca.
- Determinar cuál material de obturación y cementación temporal, utilizados en la FOUSAC es el más adecuado para evitar microfiltraciones en las preparaciones dentales.
- Comparar la capacidad de sellado marginal entre los materiales indicados por el fabricante y los que se utilizan en la FOUSAC.

8. Hipótesis

8.1 Hipótesis de investigación

- Según el fabricante el sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®) y el óxido de zinc mejorado (Temrex®) están indicados para ser utilizados como obturadores temporales por lo tanto presentarán menos microfiltración que el ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®).
- El óxido de zinc sin eugenol (Temp-Bond/Kerr®) según la especificación ANSI/ADA No. 30 es el material cementante temporal indicado, por lo tanto, presentará menos microfiltración que el ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®) y el hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®).
- Según el fabricante el sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®) y el óxido de zinc mejorado (Temrex®) son indicados como materiales obturadores temporales de los que se les proporciona a los odontólogos practicantes en la FOUSAC, luego de los 7 y 15 días de exposición al termociclaje de la muestra, presentarán menos profundidad de microfiltración de tinte de azul de metileno que el ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®).
- El óxido de zinc sin eugenol (Temp-Bond/Kerr®) es el material indicado como material cementante temporal según la especificación ANSI/ADA No. 30 de los que se les proporciona a los odontólogos practicantes en la FOUSAC, luego de los 7 y 15 días de exposición al termociclaje de la muestra, presentará menos profundidad de filtración de tinte de azul de metileno que el ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®) y el hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®).

8.2 Hipótesis estadística

Grupo A Materiales obturadores temporales

- Hipótesis de nulidad: la media aritmética de la profundidad de penetración en milímetros tinte de azul de metileno en el sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®) es igual a la media del ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®) y del óxido de zinc mejorado (Temrex®).

$$H_0 = \bar{X}_{\text{Cavit}} = \bar{X}_{\text{Ketac}} = \bar{X}_{\text{Temrex}}$$

- Hipótesis alterna: la media aritmética de la profundidad de penetración en milímetros de tinte de azul de metileno en el sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®) es distinta a la media para ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®) y la del óxido de zinc mejorado (Temrex®).

$$H_1 = \bar{X}_{\text{Cavit}} \neq \bar{X}_{\text{Ketac}} \neq \bar{X}_{\text{Temrex}}$$

Grupo B Materiales cementantes temporales

- Hipótesis de nulidad: la media aritmética de profundidad de penetración en milímetros de tinte de azul de metileno en el óxido de zinc libre de eugenol (Temp-Bond/Kerr®) es igual a la media del ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®) e hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply®).

$$H_0 = \bar{X}_{\text{TempBond}} = \bar{X}_{\text{Ketac}} = \bar{X}_{\text{Dycal}}$$

- Hipótesis alterna: la media aritmética de la profundidad de penetración de tinte de azul de metileno en el óxido de zinc libre de eugenol (Temp-Bond/Kerr®) es menor que la media para ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®) e hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply®).

$$H_1 = \bar{X}_{\text{TempBond}} \neq \bar{X}_{\text{Ketac}} \neq \bar{X}_{\text{Dycal}}$$

9. Variables

9.1 Variables independientes

- Tipo de material temporal:
- ✓ Obturadores temporales

Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®): Los ionómeros vítreos, están basados en ácidos polialquénicos (ácido poliacrílico, maléico, tartárico, itacónico, etc.) y la mezcla de éstos con sus sales, por ello es que un ionómero convencional se presenta en forma de un líquido (ácido) y un polvo (base), que al ser mezclados forman un cemento de ionómero de vidrio. Está indicado según el fabricante para ser utilizado como cementante definitivo por ser de tipo I.

Óxido de zinc mejorado (Temrex®): El óxido de zinc es un compuesto químico de color blanco, su fórmula es ZnO y es poco soluble en agua, pero muy soluble en ácidos. El eugenol es un miembro de los compuestos de la clase de alilbencenos, es un líquido oleoso de color amarillo pálido extraído de ciertos aceites esenciales. Según las indicaciones del fabricante, debe ser utilizado para obturación temporal y base de preparaciones profundas.

Sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®): Restaurador temporal de auto curado, libre de eugenol para obturaciones provisionales de reparaciones dentales de fácil remoción en bloque. Es el material temporal indicado para ser utilizado en obturaciones provisionales.

- ✓ Cementación temporal

Hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®): Es un material compuesto de hidróxido de calcio de autocurado y fraguado rígido que está indicado para el recubrimiento pulpar directo e indirecto.

Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/3M-ESPE®): Los ionómeros vítreos, están basados en ácidos polialquénicos (ácido poliacrílico, maléico, tartárico, itacónico, etc.) y la mezcla de éstos con sus sales, por ello es que un ionómero convencional se presenta en forma de un líquido (ácido) y un polvo (base), que al ser mezclados forman un cemento de ionómero de vidrio. Su uso adecuado es como cementación de restauraciones definitivas, tipo I.

Óxido de zinc sin eugenol (Temp-Bond/Kerr®): Es un cemento temporal según las indicaciones del fabricante. Se debe utilizar en pacientes alérgicos al eugenol. No inhibe la polimerización de los cementos de resina permanentes ni la de los cementos de acrílicos temporales.

- Tiempo: se tomarán en cuenta dos subgrupos, el primero de 7 días y el segundo que tendrá duración de 15 días.

9.2 Variable dependiente

Microfiltración: se define como la difusión de bacterias, fluidos orales, iones y moléculas dentro de la pieza dental y la interfase entre el tejido dentario y el material temporal utilizado. En el presente estudio se utilizará como variable indirecta la profundidad de filtración del tinte azul de metileno medida en milímetros, por lo que se tomará como variable cuantitativa.

10. Metodología

La presente metodología fue evaluada por medio de una prueba piloto la cual se realizó en las Facultades de Odontología y de Ciencias Químicas y Farmacia, tomando 5 piezas para el grupo de materiales cementantes y 5 piezas para el grupo de materiales obturadores. La muestra de 10 piezas fue sometida a todos los procedimientos que se enumeran a continuación, con el objetivo de verificar que el trabajo de campo del estudio fuera viable. Por lo tanto, se evaluaron los materiales y el equipo, obteniendo un resultado favorable para el desarrollo del trabajo de campo.

10.1 Procedimiento

10.1.1 Muestra del estudio

Se recolectaron 120 terceros molares sin lesión de caries, extraídos por distintas indicaciones de tratamiento; se sumergieron en formalina al 10%, (Araya, 2012) para su adecuada desinfección y mantenimiento de la humedad, hasta el inicio del estudio.

10.1.2 Distribución de la muestra

Para la realización del presente estudio, se dividieron aleatoriamente las piezas en dos grupos, el Grupo A correspondiente a materiales obturadores temporales y el Grupo B de cementos temporales utilizados en la FOUSAC.

El grupo A estuvo integrado por 60 molares para lo cual se realizó en cada uno una cavidad clase V bucal y una cavidad clase V lingual, sumando un total de 120 cavidades. En este grupo se utilizaron los siguientes materiales: ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®), óxido de zinc mejorado (Temrex®) y sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®); la manipulación de los materiales se realizó de acuerdo a las indicaciones del fabricante e inmediatamente después se obturaron 40 cavidades con cada material.

De la misma manera, en el grupo B fueron utilizados 60 molares para lo cual se realizó en cada uno una cavidad clase V bucal y una cavidad clase V lingual, sumando un total de 120 cavidades. En este grupo se utilizaron los siguientes materiales: hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®), ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/3M-ESPE®), y óxido de zinc libre de eugenol (Temp-Bond/Kerr®).

Con el propósito de analizar el desempeño de los materiales del grupo B, se realizaron las cavidades clase V estandarizadas, luego se realizaron provisionales indirectos con acrílico autopolimerizable ALIKE®.

Utilizando un dappen de vidrio con una espátula metálica para mezclar cementos, con las proporciones indicadas por el fabricante (1 parte de líquido y 3 partes de polvo en volumen), se mezcló el material. Se adaptó el provisional dentro de la cavidad colocándolo con la misma espátula. Se aguardó el tiempo de polimerización indicado por el fabricante (5-6 minutos) para posteriormente cementar con los materiales del estudio.

Tabla No. 10.1: Distribución de la muestra para el grupo A.

Grupo A Materiales obturadores temporales utilizados en la FOUSAC		
	7 días	15 días
Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®)	20 cavidades	20 cavidades
Sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®),	20 cavidades	20 cavidades
Óxido de zinc y eugenol mejorado (Temrex®)	20 cavidades	20 cavidades

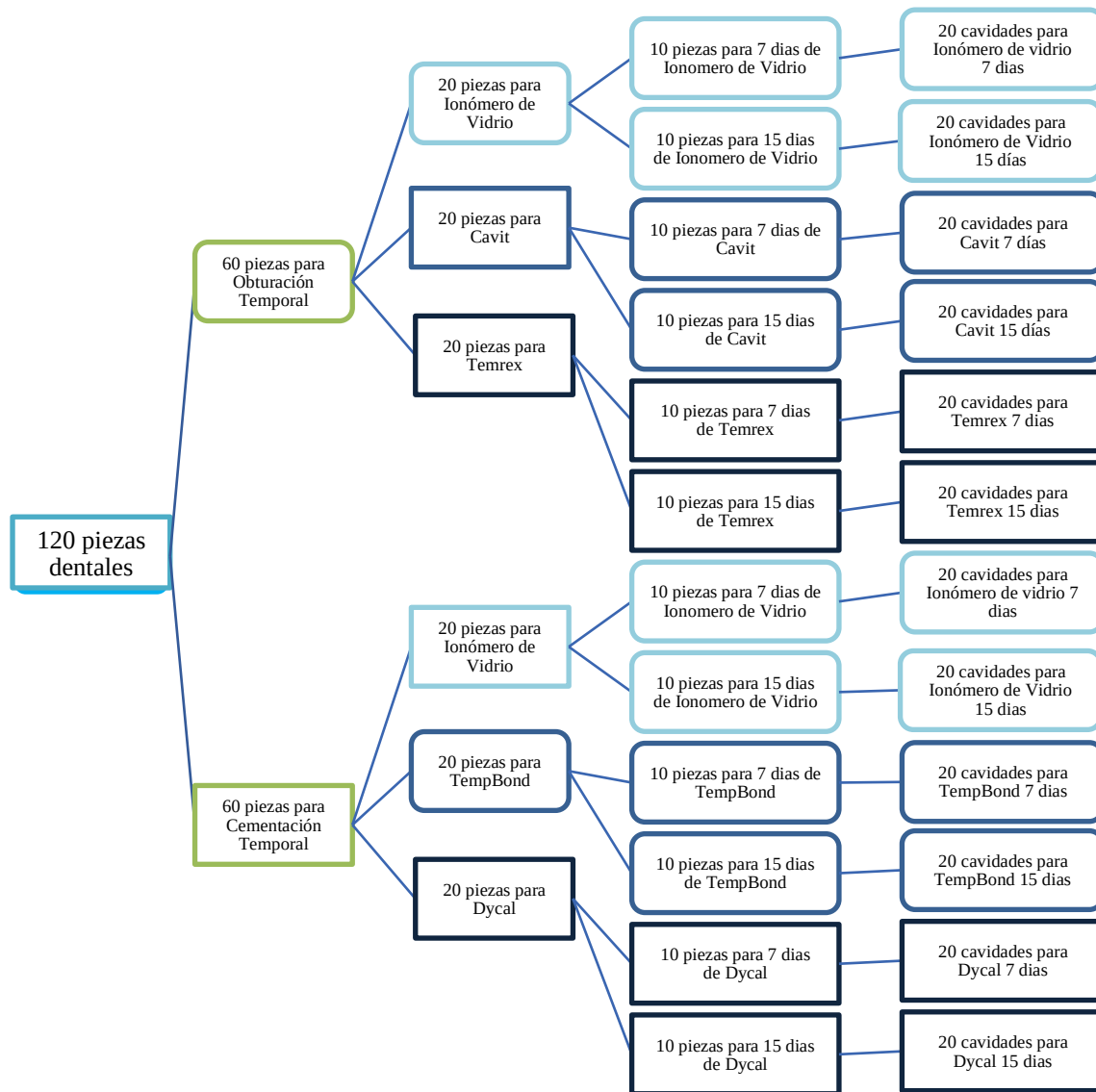
Fuente: Datos del manejo de la muestra según la metodología.

Tabla No. 10.2: Distribución de la muestra para el grupo B.

Grupo B Materiales cementantes temporales utilizados en la FOUSAC		
	7 días	15 días
Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®)	20 cavidades	20 cavidades
Hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply®)	20 cavidades	20 cavidades
Óxido de zinc libre de eugenol (Temp-Bond/Kerr®)	20 cavidades	20 cavidades

Fuente: Datos del manejo de la muestra según la metodología.

Diagrama No. 1.Distribución de las piezas dentales para cada grupo de estudio



Fuente: Elaboración propia

10.1.3 Manejo de las muestras

Luego de extraer las piezas de la formalina, se sellaron los ápices con Resina Fluida SDI® utilizando el debido protocolo de adhesión. Posteriormente se colocaron plantillas circulares de papel adhesivo (papel contact) con diámetro externo de 7mm, la circunferencia interna de la plantilla está dividida de la siguiente manera: 3.5 mm cubrían el esmalte para que permaneciera intacto y en los 3.5mm correspondientes al diámetro interno, se realizó la cavidad. (Ver Anexo 2).

Alrededor de la plantilla, las piezas se pintaron utilizando esmalte de uñas (Marca Colors) de distintos colores dejando aproximadamente 2mm de estructura dental descubierta. Se usó esmalte de uñas porque tiene función de barniz o sellador y se ha utilizado en múltiples estudios para evitar la filtración no deseada en piezas dentales (5).

10.1.4 Preparación de las cavidades

Se prepararon las cavidades de 3.5mm de diámetro y 3mm de profundidad, esta última dimensión se midió utilizando una sonda periodontal Williams Hu-Friedy®. Las preparaciones cavitarias se realizaron con fresas de carburo #556 (Jota®) a las cuales se les adaptó un tope que midió los 3mm de profundidad y refrigeración, habiendo utilizado una pieza de mano de alta velocidad (NSK®); cada 10 cavidades se cambió la fresa de carburo (Spranley 2011). (33)

10.1.5 Cambio de temperatura

Según Moore (1999) la temperatura bucal durante 24 horas varía de 5.6°C a 58.5°C; en el 79% de este tiempo la temperatura se mantiene entre 35°C a 36°C, por lo que se realizaron 50 ciclos de cambios de temperatura al día a temperaturas de 5°C y a 55°C, las piezas dentales fueron sumergidas 30 segundos en cada baño para completar un ciclo en 1 minuto (Ver Anexo 3). Ambos grupos de materiales cementantes y obturadores, se sometieron a cambios de temperatura.

10.1.6 Tiempo de inmersión y termociclaje

Según Moore (1999), la temperatura bucal durante 24 horas varía de 5.6°C a 58.5°C, durante los tiempos de comida se sufren aproximadamente de 14 a 16 ciclos de cambios de temperatura mayores a 10°C al día. Respecto al período de duración del estudio, se utilizó como parámetro la media de tiempo que los estudiantes suelen dejar los materiales temporales dentro de la boca del paciente que fue de 7 y 15 días, durante los cuales una persona sufre aproximadamente de 98-105 ciclos y 210-220 ciclos respectivamente.

Para tal propósito se procedió de la siguiente manera:

Para los subgrupos de los 7 días, 30 muestras de materiales obturadores y 30 piezas de materiales cementantes temporales se sometieron a 50 ciclos por día, durante 2 días. Mientras que para los subgrupos de los 15 días 30 especímenes de materiales obturadores y 30 piezas de materiales cementantes temporales se sometieron a 50 ciclos por día, durante 4 días.

10.1.7 Almacenamiento de la muestra

Para realizar los ciclos de variaciones de temperatura, los especímenes se sumergieron en azul de metileno contenido en tubos de ensayo herméticos con capacidad de 20ml, luego de ser sometidos a los cambios de temperatura se almacenaron a 36-37°C en una incubadora marca Memmert modelo INE 400, con capacidad de 53 litros.(Ver Anexo 4).

10.1.8 Obtención de las secciones

Una vez sometidos al cambio de temperatura y a la inmersión en el tinte de azul de metileno las piezas se cortaron transversalmente en sentido buco-lingual, por medio de discos de carburo finos (Jota®) con pieza de mano de baja velocidad (NSK®) y abundante irrigación. Posteriormente, se midieron ambas secciones de cada pieza para establecer la capacidad de penetración del tinte en la interfase formada entre el material temporal y el tejido dental en milímetros.

10.1.9 Recolección de los datos

Las medidas en milímetros se obtuvieron por medio de un microscopio estereoscópico proporcionado por el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala de marca MEIJI con las siguientes características: binocular (EMZ-5) que puede girar 360°, relación de zoom 6.5:1, rango de zoom 0.7x - 4.5x, control de zoom dual, ampliación 7x – 45x, campo de visión 32mm – 5.1mm, distancia de trabajo 93 mm, utilizando la máxima ampliación (45x) y un calibrador digital Marca Tactix® para determinar en milímetros la microfiltración. (34)

10.1.10 Análisis estadístico de la información

Los datos obtenidos de las mediciones se ingresaron en el programa Microsoft Office Excel 2010 en el Laboratorio de Estadística (Edificio M4) de la FOUSAC) con asesoría del Dr. Leonel Roldán. La profundidad de penetración del tinte se tomó como variable cuantitativa continua. El tipo de material y los períodos de exposición de la muestra se consideraron variables cualitativas. Las pruebas estadísticas

utilizadas fueron: Análisis de Varianza, T de student y Tukey. La representación de la variación de las medias fue por medio de diagramas de cajas y bigotes.

10.2 Recursos

Piezas Dentales

120 terceras molares, extraídos por distintas indicaciones de tratamiento.

Materiales Dentales

- Resina Fluida Marca SDI®
- Acrílico Alike GC®
- Acido grabador y adhesivo
- Microaplicadores
- Vaselina

Materiales obturadores utilizados como temporales

- Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®)
- Óxido de zinc mejorado (Temrex®)
- Sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®)

Materiales cementantes utilizados como temporales

- Hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®)
- Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/3M-ESPE®)
- Óxido de zinc libre de eugenol (Temp-Bond/Kerr®)

Instrumental

- Fresas #556 Jota®
- Topes endodónticos
- Sonda periodontal Williams Hu-Friedy®
- Portaplastico
- Dappen de vidrio
- Gotero de vidrio
- Espátulas planas
- Fresones de carburo
- Discos de diamante

Equipo

- Lámpara de fotocurado marca Coltolux®
- Pieza de mano de baja velocidad NSK®
- Pieza de mano de alta velocidad NSK®
- 2 Baños de María calibrados a 5°C y 55°C (Ver Anexo 3)

Soluciones

- Formalina 10%
- Azul de metileno 2%
- Agua desmineralizada

Cristalería

- 24 tubos de ensayo con capacidad de 20ml y gradilla

Otros

- Papel Adhesivo
- Sacabocados calibrado Tactix®
- Esmalte de uñas Colors®
- Jeringas
- Pincel
- Fósforos

10.3 Costos y Asesoría

Producto	Precio en Quetzales
Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®)	196.00
Óxido de zinc mejorado (Temrex®)	130.00
Sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®)	95.00
Hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®)	120.00
Óxido de zinc libre de eugenol (Temp-Bond/Kerr®)	234.00
Resina Fluida Marca SDI®	75.00
Sacabocados calibrado Tactix®	39.00
Papel Adhesivo	15.90
Agua desmineralizada	70.00
Acrílico Alike GC®	250.00
Fresas #556 Jota®	240.00
Formalina 10%	346.00
Azul de metileno 2%	80.00
Esmalte de uñas Colors®	132.00
TOTAL	2,022.9

Fuente: Datos obtenidos de las facturas.

Las piezas dentales fueron recolectadas en el Hospital I.G.S.S. de accidentes. Los instrumentos y cristalería fueron prestados por la FOUSAC y la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Asesoría:

- Dr. Ricardo Alfredo Carrillo Cotto
- Dr. Ricardo Antonio Sánchez Ávila

Orientación en el laboratorio: Msc. Brenda López; principalmente en la metodología, además, facilitó el uso de las instalaciones y equipo del Laboratorio de Alimentos de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el edificio T-11.

10.4 Cronograma de Actividades

	Septiembre 2018	Octubre 2018 – Febrero 2019	Marzo 2019	Abril 2019	Mayo 2019	Junio – Sept. 2019
Revisión de literatura	X	X	X	X	X	X
Aprobación Punto de Tesis	X					
Recolección de la muestra	X	X	X	X		
Aprobación del protocolo			X	X		
Trabajo de Campo					X	
Recolección de datos					X	
Tabulación de datos					X	
Entrega Informe Final					X	X

Fuente: Elaboración propia

11. Resultados

Los resultados obtenidos que corresponden tanto a las mediciones en milímetros de profundidad de penetración de tinte de azul de metileno en cada material temporal (obturador y cementante) tomado en cuenta en el estudio, así como las pruebas de hipótesis, se presentarán de la siguiente manera:

Se detallan los resultados de las mediciones en milímetros de las 120 cavidades correspondientes a cada grupo de materiales, indicando la media y la desviación estándar obtenida en cada uno de los grupos.

Se utilizó la prueba de hipótesis de Análisis de varianza, ANOVA, los resultados de dichas pruebas, se presentan en dos tablas, que corresponden a los subgrupos de 7 y 15 días respectivamente para cada uno de los materiales tomados en cuenta en el presente estudio.

Seguidamente se realizó la prueba estadística de Tukey, con el objetivo de especificar los resultados obtenidos con la prueba de hipótesis y se utilizaron diagramas de cajas y bigotes para visualizar el comportamiento de cada material.

Por último, utilizando la prueba estadística de T de student, se compararon los periodos de tiempo de exposición correspondientes a cada material.

Para facilidad de lectura en el primer apartado se detallan los resultados del grupo A, materiales obturadores temporales, para los cuales se utilizarán las siguientes abreviaciones: KetacCem®, Temrex® y Cavit®.

En el segundo apartado se presentarán los resultados obtenidos correspondientes al grupo B, materiales cementantes temporales, para los cuales se utilizarán las siguientes abreviaciones: Dycal®, KetacCem®, y TempBond®.

Las mediciones obtenidas por medio del microscopio estereoscópico y el calibrador digital se ingresaron en el programa Microsoft Office Excel 2010. A continuación, se exponen los datos de la medición de la penetración de tinte en milímetros de las 120 cavidades que formaron parte de la muestra de materiales del grupo A. Para presentar los datos en las siguientes tablas se agruparon por material y por período de tiempo (7 y 15 días), a pesar de que, ninguna medición está relacionada entre sí, porque se manejaron como grupos distintos.

Tabla No. 11.1: Resultados de mediciones en milímetros de los materiales del grupo A. Materiales obturadores temporales utilizados en la FOUSAC.

Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®)			Sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®)			Óxido de zinc y eugenol mejorado (Temrex®)		
Cavidad	7 días	15 días	Cavidad	7 días	15 días	Cavidad	7 días	15 días
1	1.19	1.43	1	2.49	2.42	1	1.83	3.00
2	1.05	1.67	2	2.70	2.46	2	1.54	3.00
3	1.01	2.73	3	2.57	2.62	3	1.68	2.97
4	1.40	2.28	4	2.80	2.71	4	1.44	2.64
5	1.28	2.35	5	2.51	2.88	5	1.77	2.69
6	1.30	2.03	6	2.47	2.34	6	1.30	2.71
7	1.54	2.12	7	2.29	2.51	7	1.93	2.60
8	1.62	1.64	8	2.54	2.56	8	1.34	2.61
9	1.03	2.00	9	2.86	2.14	9	1.44	2.57
10	1.11	2.35	10	2.67	2.82	10	2.15	2.67
11	2.19	1.89	11	1.92	2.70	11	1.88	2.06
12	1.17	1.85	12	1.83	2.92	12	1.80	2.09
13	1.82	1.36	13	1.98	2.25	13	1.67	1.95
14	1.06	1.75	14	1.99	2.67	14	2.02	2.54
15	1.97	2.01	15	1.64	2.92	15	1.59	2.26
16	1.65	2.03	16	1.84	2.68	16	1.88	2.16
17	1.24	1.43	17	2.11	2.86	17	1.80	2.33
18	2.01	1.59	18	1.70	2.83	18	1.64	2.45
19	1.66	2.17	19	1.93	2.60	19	1.48	2.22
20	1.31	1.82	20	1.88	2.77	20	1.94	2.49
$\bar{X}$	1.431	1.925	$\bar{X}$	2.236	2.633	$\bar{X}$	1.706	2.501
S	0.359	0.354	s	0.394	0.224	S	0.235	0.310

Fuente: Mediciones obtenidas de la prueba in vitro.

Análisis estadístico de resultado del Grupo A (Materiales obturadores temporales)

Al medir y analizar las piezas luego de realizar el corte transversal se digitaron los resultados y se realizó el análisis agrupando las medidas por tiempo, es decir, se realizó una prueba de Análisis de varianza (ANOVA) para comparar la media aritmética de la profundidad de penetración de tinte de los tres materiales obturadores temporales a los 7 días y la segunda prueba de ANOVA para comparar las medias de los mismos materiales a los 15 días, con el propósito de determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre grupos.

El nivel de significación utilizado para todas las pruebas estadísticas realizadas fue de 0.05 con una muestra de 20 mediciones por subgrupo.

En la primera prueba estadística (Tabla No. 4) se compararon las medias del subgrupo de los 7 días de los siguientes materiales: KetacCem®, Temrex® y Cavit®.

Tabla No. 11.2: Resultado de la comparación de las profundidades de penetración de tinte los materiales obturadores a los 7 días. Facultad de Odontología, USAC, 2019.

Tiempo	Materiales Obturadores Temporales			
	Ionómero de			P valor
	vidrio	Sulfato de calcio	Óxido de zinc y	
	(KetacCem EasyMix/ 3M- ESPE®) n (20)	y agregados (Cavit 3M®) n (20)	eugenol mejorado (Temrex®) n (20)	
7 días ($\bar{X} \pm s$)	1.431 $\pm$ 0.359	2.236 $\pm$ 0.394	1.706 $\pm$ 0.235	<0.001

Fuente: Datos obtenidos de la tabla 11.1.

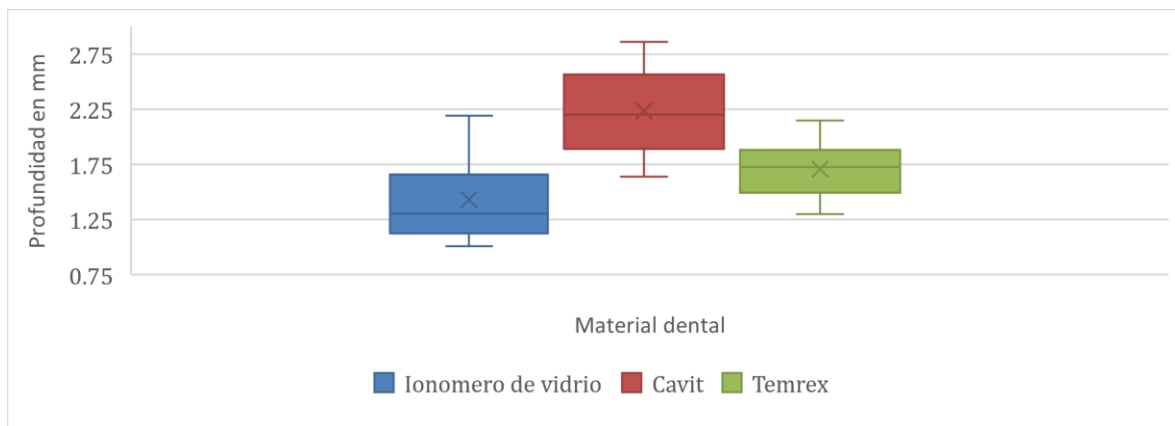
Según los resultados del análisis de varianza realizado se aceptó la hipótesis alterna que indica que al menos una media aritmética de la microfiltración de dichos materiales obturadores a los 7 días es distinta.

Para determinar cuáles subgrupos se comportan diferente se utilizó la prueba de Tukey que consiste en realizar comparaciones múltiples por medio de la diferencia honestamente significativa, manteniendo bajo el error tipo I.

La diferencia honestamente significativa para el Grupo A de materiales obturadores temporales a los 7 días fue de 0.255. Luego de realizar las comparaciones se determinó que sí existe diferencia estadísticamente significativa al comparar las medias aritméticas, entre todos los materiales tomados en cuenta para el estudio a los 7 días (Grafica No.1).

A continuación, se presentan las gráficas de los resultados obtenidos para visualizar la distribución de los datos y su dispersión.

Gráfica No. 11.1: Diagrama de cajas y bigotes de las profundidades de penetración de tinte de los materiales obturadores a los 7 días. Facultad de Odontología, USAC, 2019.



Fuente: Datos obtenidos de la tabla 11.2.

Podemos observar que el Cavit® presentó mayor dispersión y mayor profundidad de penetración de tinte. Mientras que el Temrex® mostró menos dispersión y el KetacCem® exhibió menor profundidad de penetración de tinte. (Gráfica No.1).

Al realizar la segunda prueba estadística de ANOVA se compararon las medias del subgrupo de los 15 días de los mismos materiales (Tabla No.5). Según los resultados obtenidos se aceptó la hipótesis alterna que indica que al menos una media aritmética de las mediciones en milímetros de dichos materiales obturadores es distinta.

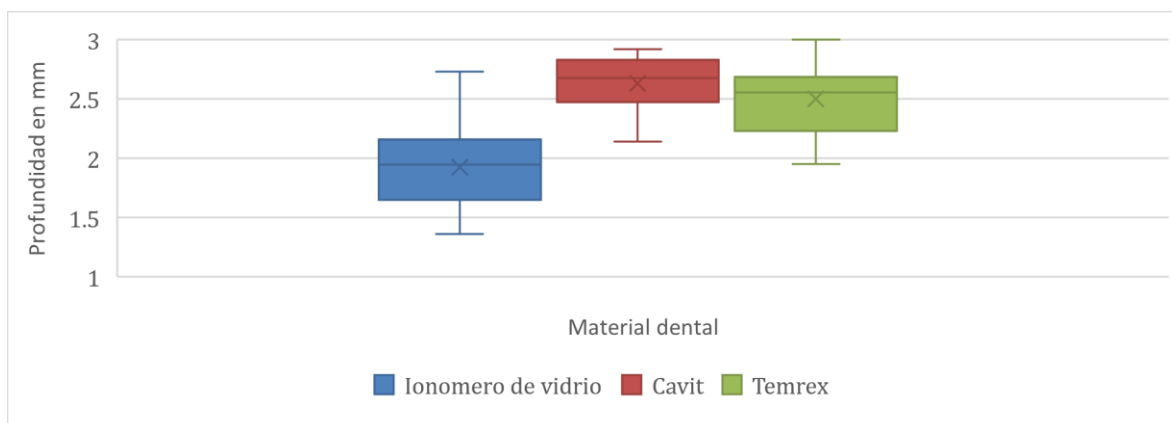
Tabla No. 11.3.: Resultado de la comparación de las profundidades de penetración de tinte los materiales obturadores a los 15 días. Facultad de Odontología, USAC, 2019.

Tiempo	Materiales Obturadores Temporales			P valor
	Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M- ESPE®) n (20)	Sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®) n (20)	Óxido de zinc y eugenol mejorado (Temrex®) n (20)	
15 días ($\bar{X} \pm s$)	1.925 $\pm$ 0.354	2.633 $\pm$ 0.224	2.501 $\pm$ 0.310	<0.001

Fuente: Datos obtenidos de la tabla 11.1.

La diferencia honestamente significativa para el Grupo A de materiales obturadores temporales a los 15 días fue de 0.229. Luego de realizar las comparaciones no se encontró diferencia estadísticamente significativa únicamente entre el Cavit® y el Temrex® en el subgrupo de los 15 días en la penetración de tinte. En los demás subgrupos de parejas comparadas si hubo diferencia estadísticamente significativa (Gráfica No.2).

Gráfica No. 11.2: Diagrama de cajas y bigotes de las comparaciones de las profundidades de penetración de tinte los materiales obturadores a los 15 días. Facultad de Odontología, USAC, 2019.



Fuente: Datos obtenidos de la tabla 11.3.

El material que tuvo menos dispersión y mayor profundidad de penetración fue Cavit® mientras que el KetacCem® tuvo mayor dispersión y menor profundidad de penetración de tinte.

Posteriormente se realizó prueba de T de student para comparar la media de dos muestras emparejadas, correspondientes a los 7 y 15 días de cada material obturador (Tabla No. 6), con el propósito de determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los intervalos de tiempo de cada material.

Tabla No. 11.4: Resultado de las comparaciones de las profundidades de penetración de tinte los materiales obturadores a los 7 y a los 15 días. Facultad de Odontología, USAC, 2019.

Material	N	Períodos de tiempo de exposición		P valor
		7 días	15 días	
		$\bar{X} \pm s$		
Ionómero de vidrio				
(KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®)	20	1.431 ± 0.359	1.925 ± 0.354	<0.001
Sulfato de calcio y agregados				
(Cavit 3M®)	20	2.2360 ± 0.393	2.6330 ± 0.224	0.004
Óxido de zinc y eugenol mejorado (Temrex®)				
	20	1.706 ± 0.235	2.501 ± 0.31	<0.001

Fuente: Datos obtenidos de la tabla 11.1.

En la primera prueba estadística se compararon las medias de los subgrupos de 7 y 15 días del KetacCem®. Según el análisis estadístico se aceptó la hipótesis alterna que indica que, si existe diferencia estadísticamente significativa entre 7 y 15 días, de dicho material.

En la segunda prueba estadística de t de student se compararon las medias de los subgrupos de 7 y 15 días del Cavit®. Según el análisis estadístico se aceptó la hipótesis alterna que indica que, si existe diferencia estadísticamente significativa entre 7 y 15 días, de dicho material.

En la tercera prueba estadística de t de student se compararon las medias de los subgrupos de 7 y 15 días del Temrex®. Según el análisis estadístico se aceptó la hipótesis alterna que indica que, si existe diferencia estadísticamente significativa entre 7 y 15 días, de dicho material.

A continuación, se presentan los datos de la medición de la penetración de tinte en milímetros de las 120 cavidades que formaron parte de la muestra de materiales del grupo B (Tabla No.7), para presentar los datos en las siguientes tablas se agruparon por material y por período de tiempo (7 y 15 días), a pesar de que, ninguna medición está relacionada entre sí, porque se manejaron como grupos aislados.

Tabla No. 11.5: Resultados de mediciones en milímetros de los materiales del grupo B. Materiales cementantes temporales utilizados en la FOUSAC.

Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®)			Hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®)			Óxido de zinc libre de eugenol (Temp- Bond/Kerr®)		
Cavidad	7 días	15 días	Cavidad	7 días	15 días	Cavidad	7 días	15 días
1	2.26	1.35	1	1.75	2.84	1	1.41	1.58
2	1.79	1.26	2	1.83	2.59	2	1.07	1.43
3	1.77	1.60	3	1.98	2.75	3	1.43	1.43
4	1.34	1.43	4	1.92	2.47	4	2.26	1.76
5	1.39	1.64	5	2.38	2.51	5	1.47	1.75
6	2.07	1.49	6	1.96	2.67	6	1.43	1.79
7	1.72	1.20	7	1.56	2.65	7	1.32	1.81
8	1.89	1.62	8	1.98	2.94	8	1.34	1.68
9	1.27	1.67	9	2.11	2.44	9	1.29	1.75
10	1.83	1.51	10	1.52	2.59	10	1.43	1.74
11	1.74	1.36	11	2.19	2.79	11	1.25	1.84
12	1.47	1.41	12	1.85	2.87	12	1.55	1.59
13	1.38	1.49	13	2.06	2.65	13	1.42	1.79
14	1.96	1.57	14	1.92	2.24	14	1.55	1.85
15	1.46	1.15	15	1.91	2.90	15	1.46	1.69
16	1.97	1.41	16	1.85	2.56	16	1.43	1.89
17	1.36	1.55	17	1.83	2.79	17	1.24	1.54
18	1.48	1.55	18	1.99	2.85	18	1.45	1.56
19	1.63	1.57	19	2.12	2.65	19	1.40	1.72
20	1.76	1.68	20	1.95	2.44	20	1.46	1.83
$\bar{X}$	1.476	1.677	$\bar{X}$	1.933	2.660	$\bar{X}$	1.433	1.701
S	0.152	0.276	S	0.197	0.184	s	0.225	0.136

Fuente: Mediciones obtenidas de la prueba in vitro.

Análisis estadístico de resultado del Grupo B (Materiales cementantes temporales)

Luego de realizar las mediciones de los cortes transversales se digitaron los resultados y se realizó el análisis agrupando las medidas por tiempo, es decir, se realizó una prueba de Análisis de varianza (ANOVA) para comparar la media de los tres materiales cementantes temporales a los 7 días y la segunda prueba de ANOVA para comparar las medias de los mismos materiales a los 15 días, con el propósito de determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre subgrupos.

El nivel de significación utilizado para todas las pruebas estadísticas realizadas fue de 0.05 con una muestra de 20 mediciones por subgrupo.

En la primera prueba estadística se compararon las medias del subgrupo de los 7 días de los materiales previamente mencionados (Tabla No. 8). Según los resultados del análisis de varianza realizado se aceptó la hipótesis alterna que indica que al menos una media aritmética de las mediciones en milímetros de la profundidad de penetración de dichos materiales obturadores es distinta.

Tabla No. 11.6: Resultado de las comparaciones de las profundidades de penetración de tinte de los materiales cementantes a los 7 días. Facultad de Odontología, USAC, 2019.

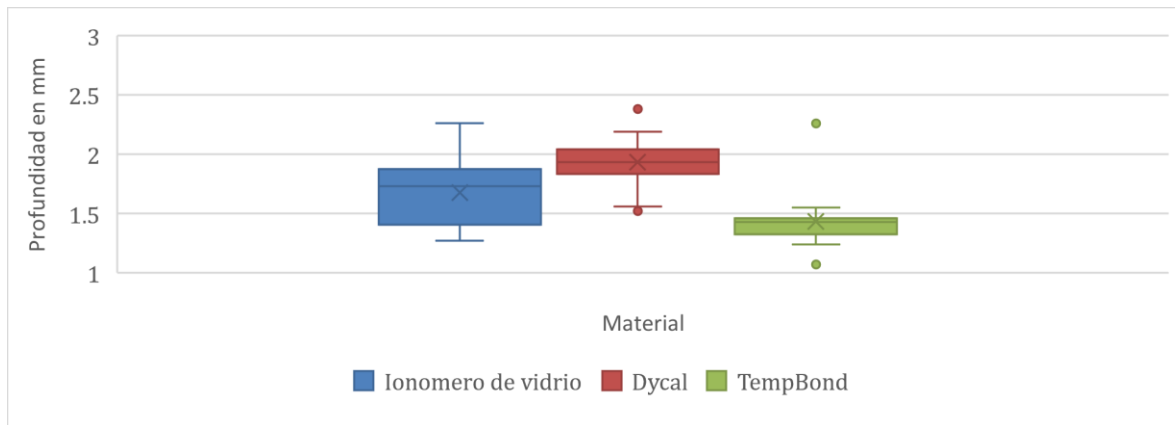
Tiempo	Materiales Cementantes Temporales			P valor
	Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M- ESPE®) n (20)	Hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®) n (20)	Óxido de zinc libre de eugenol (Temp- Bond/Kerr®) n (20)	
7 días ($\bar{X} \pm S$)	1.476 $\pm$ 0.152	1.933 $\pm$ 0.197	1.433 $\pm$ 0.225	<0.001 ^a

Fuente: Datos obtenidos de la tabla 11.5.

Para determinar cuáles subgrupos se comportan diferente de igual manera que en el grupo A, se utilizó la prueba de Tukey, la cual consiste en comparar la diferencia de medias de cada subgrupo con el valor honestamente significativo y especifica la discrepancia entre cada uno de los subgrupos. La diferencia honestamente significativa para el Grupo B de materiales cementantes temporales a los 7 días fue de 0.178. Al realizar las comparaciones si existió diferencia estadísticamente significativa entre todos los materiales.

A continuación, se presentan las gráficas de los resultados obtenidos para visualizar la distribución de los datos y su dispersión.

Gráfica No. 11.3: Diagrama de cajas y bigotes de las comparaciones de las profundidades de penetración de tinte de los materiales cementantes a los 7 días. Facultad de Odontología, USAC, 2019.



Fuente: Datos obtenidos de la tabla 11.6.

A los 7 días de exposición el material que tuvo menos dispersión fue el KetacCem® mientras que el TempBond® tuvo mayor dispersión y menor profundidad de penetración de tinte. El material que obtuvo mayor profundidad de penetración de tinte fue el Dycal® (Gráfica No. 3).

Al realizar la segunda prueba estadística de ANOVA se compararon las medias del subgrupo de los 15 días de los siguientes materiales: Dycal®, KetacCem® y TempBond®. Según los resultados del análisis de varianza realizado se aceptó la hipótesis alterna que indica que al menos una media aritmética de las mediciones en milímetros de la profundidad de penetración de dichos materiales obturadores es distinta.

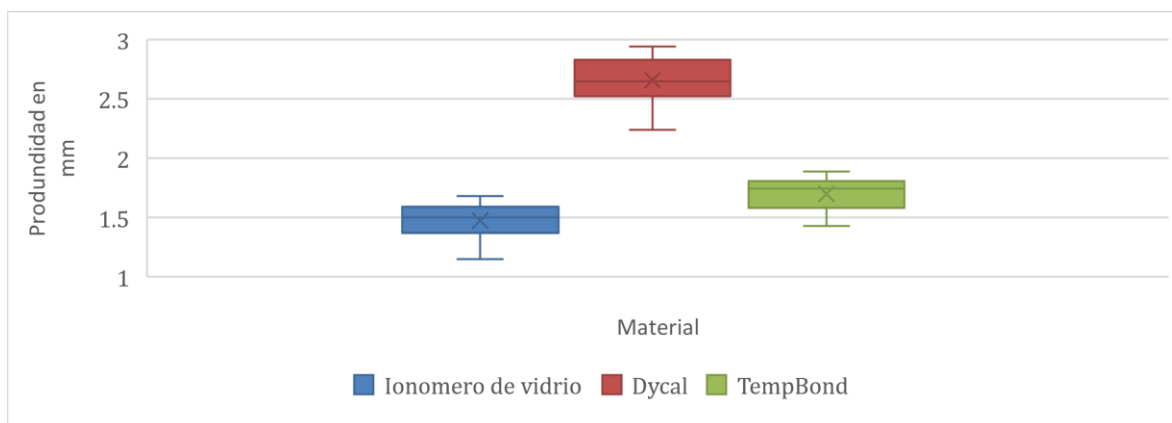
Tabla No. 11.7: Resultado de las comparaciones de las profundidades de penetración de tinte de los materiales cementantes a los 7 días. Facultad de Odontología, USAC, 2019.

Tiempo	Materiales Cementantes Temporales			P valor
	Ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M- ESPE®) <i>n</i> (20)	Hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®) <i>n</i> (20)	Óxido de zinc libre de eugenol (Temp- Bond/Kerr®) <i>n</i> (20)	
15 días ($\bar{X} \pm S$)	1.677 $\pm$ 0.276	2.660 $\pm$ 0.184	1.701 $\pm$ 0.136	<0.001

Fuente: Datos obtenidos de la tabla 11.5.

La diferencia honestamente significativa para el Grupo B de materiales cementantes temporales a los 15 días fue de 0.121. En los subgrupos de parejas comparadas existió diferencia estadísticamente significativa entre todos los materiales (Gráfica No.4).

Gráfica No. 11.4: Diagrama de cajas y bigotes de las comparaciones de las profundidades de penetración de tinte de los materiales cementantes a los 15 días. Facultad de Odontología, USAC, 2019.



Fuente: Datos obtenidos de la tabla 11.7.

El material que tuvo menos dispersión fue el TempBond® mientras que el KetacCem® tuvo mayor dispersión. El material con menos profundidad fue el KetacCem® mientras que el Dycal® presentó mayor profundidad de penetración de tinte (Gráfica No. 4).

Posteriormente se realizó prueba de T de student para comparar la media de dos muestras emparejadas, que corresponden a los periodos de tiempo (7 y 15 días) de cada material cementante, con el propósito de determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los intervalos de tiempo de cada material (Tabla No. 10).

Tabla No. 11.8: Resultado de las comparaciones de las profundidades de penetración de tinte de los materiales cementantes a los 7 y a los 15 días. Facultad de Odontología, USAC, 2019.

Material	n	Períodos de tiempo de exposición		P valor
		7 días	15 días	
		$\bar{X} \pm s$		
Ionómero de vidrio				
(KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®)	20	1.476 ± 0.152	1.677 ± 0.276	0.014
Hidróxido de calcio				
(Dycal/Dentsply ®)	20	1.933 ± 0.197	2.660 ± 0.184	<0.001
Óxido de zinc libre de				
eugenol (Temp-	20	1.433 ± 0.226	1.701 ± 0.138	<0.001
Bond/Kerr®)				

Fuente: Datos obtenidos de la tabla 11.5.

En la primera prueba estadística se compararon las medias de los subgrupos de 7 y 15 días del KetacCem®. Según el análisis estadístico se aceptó la hipótesis nula que indica que, no existe diferencia estadísticamente significativa entre 7 y 15 días, de dicho material.

En la segunda prueba estadística de t de student se compararon las medias de los subgrupos de 7 y 15 días del Dycal®. Según el análisis estadístico se aceptó la hipótesis alterna que indica que, si existe diferencia estadísticamente significativa entre 7 y 15 días, de dicho material.

En la tercera prueba estadística de t de student se compararon las medias de los subgrupos de 7 y 15 días del TempBond®. Según el análisis estadístico se aceptó la hipótesis alterna que indica que, si existe diferencia estadísticamente significativa entre 7 y 15 días, de dicho material.

12. Discusión de resultados

Respecto al grupo A (materiales obturadores temporales) los resultados obtenidos demuestran que existe diferencia estadísticamente significativa al comparar la media aritmética de penetración del tinte de azul de metileno en todos los subgrupos excepto entre el subgrupo de Cavit® y Temrex® a los 15 días de exposición.

En el subgrupo de los 7 días de exposición, el material que presentó menor microfiltración fue el KetacCem® con una media aritmética y desviación estándar de 1.431 ± 0.359 mm, por lo que se considera que tiene mejor capacidad de sellado marginal, lo anterior podría deberse a que está indicado para ser un material cementante definitivo para restauraciones finales y es el único que posee adhesión al tejido dentario por medio del ácido poliacrílico, sin embargo, existe un tipo de ionómero de vidrio tipo II (KetacMolar® 3M) indicado para ser utilizado como restaurador, que podría tener mejor desempeño que el proporcionado en los dispensarios de las clínicas de la FOUSAC (16).

Seguido del KetacCem® el Temrex® presentó valores de 1.706 ± 0.235 mm y por último se encuentra el Cavit® con valores de 2.236 ± 0.394 mm, presentando mayor microfiltración que los materiales previamente mencionados. Lo anterior podría deberse a que el Cavit® es un material higroscópico, lo que indica que el sellado depende de la expansión lineal por la absorción de agua, que afecta directamente a la resistencia compresiva, la solubilidad y la desintegración (6).

Por otro lado, a los 15 días el KetacCem® a pesar de no estar indicado como material obturador temporal, con valores de 1.925 ± 0.354 presentó menor microfiltración, debido a las características previamente mencionadas. Mientras que entre el Cavit® con valores de 2.6330 ± 0.224 y el Temrex® 2.501 ± 0.31 no se encontró diferencia estadísticamente significativa.

En cuanto al tiempo de exposición, el subgrupo de los 7 días presentó menor penetración de tinte en todos los materiales que se tomaron en cuenta para la realización del estudio, en comparación con el subgrupo de los 15 días.

Respecto al grupo B (materiales cementantes temporales) los resultados obtenidos demuestran que existe diferencia estadísticamente significativa al comparar la media aritmética de la penetración del tinte de azul de metileno en todos los subgrupos.

En el subgrupo de los 7 días de exposición el material que presentó menor microfiltración fue el TempBond® con una media aritmética y desviación estándar de 1.433 ± 0.225 mm, siendo el único que posee la indicación por parte del fabricante para cementación de restauraciones provisionales, se

confirmó que cumple de manera adecuada su función como material cementante temporal a los 7 días de exposición (25).

El KetacCem® obtuvo una media aritmética y desviación estándar de 1.476 ± 0.152 mm. Por último, el Dycal® con valores de 1.933 ± 0.197 mm, fue el que presentó la mayor profundidad de penetración de tinte, por lo tanto, mayor microfiltración, lo que podría deberse a que es un material de autocurado y fraguado rígido cuya principal indicación es el recubrimiento pulpar directo e indirecto (26).

Por otro lado, a los 15 días el KetacCem® a pesar de no estar indicado para ser utilizado como cementante temporal, presentó menor microfiltración con valores de 1.677 ± 0.276 mm, debido a que es el único material que posee adhesión al tejido dentario por medio del ácido poliacrílico (16). Seguidamente se encuentra TempBond® 1.701 ± 0.136 mm, que a pesar de ser el que presentó menor microfiltración a los 7 días, luego de 15 días de permanecer en la preparación disminuye su capacidad de sellado marginal. Por último, se encuentra el Dycal® con valores de 2.660 ± 0.184 mm, siendo el material con menor capacidad de sellado marginal del grupo B, tanto a los 7 como a los 15 días.

En cuanto al tiempo de exposición, el subgrupo de los 7 días presentó menor penetración en todos los materiales que se tomaron en cuenta para la realización del estudio, en comparación con el subgrupo de los 15 días.

Los tratamientos realizados por los odontólogos practicantes en los dispensarios de las clínicas del M-1 de la FOUSAC que son puramente académicos y tienden a ser prolongados, por lo tanto, se requiere realizar obturaciones y cementaciones provisionales, los cuales son tratamientos dentales que permanecen un tiempo determinado en la cavidad oral del paciente. Se utilizan en la mayoría de las especialidades odontológicas, requeridas más a menudo en Odontopediatría, Prótesis fija, Operatoria dental y Endodoncia.

Mientras se realiza la restauración definitiva se utilizan materiales dentales temporales los cuales, deben poseer características tales como: poca porosidad, resistencia a los cambios dimensionales, fácil colocación y remoción, buen sellado marginal, resistencia a la compresión, resistencia a altas temperaturas y a la abrasión, excelente estética y compatibilidad con medicamentos que sea necesario utilizar (6, 20). Lamentablemente no existe material temporal ideal, que cumpla con todas las características previamente mencionadas, sin embargo, las casas comerciales ofrecen materiales dentales temporales que cumplen con ciertos requerimientos y se utilizan entre citas mientras se coloca la restauración definitiva.

13. Conclusiones

- Todos los materiales dentales empleados como temporales utilizados en el presente estudio presentaron microfiltración, ninguno de ellos mantiene las preparaciones dentarias aisladas herméticamente.
- A pesar de que el sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®) está indicado por el fabricante para ser utilizado para obturaciones temporales, fue el material que presentó mayor penetración de tinte, tanto a los 7 como a los 15 días.
- Para la obturación temporal de cavidades, el material que menor microfiltración presentó fue el ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®), tanto a los 7 como a los 15 días, siendo menor en el primer subgrupo correspondiente a los 7 días. A pesar de que según el fabricante es un ionómero de vidrio tipo I, indicado como cemento para restauraciones definitivas.
- El óxido de zinc libre de eugenol (Temp-Bond/Kerr®) que es el material indicado por el fabricante para cementación temporal, efectivamente tuvo menor penetración de tinte a los 7 días de exposición.
- A los 15 días de exposición el ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®) tuvo menor penetración de tinte, a pesar de ser ionómero de vidrio tipo I indicado como cemento para restauraciones definitivas.
- El material que presentó mayor microfiltración fue el hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®), tanto para los 7 como para los 15 días de exposición.
- De acuerdo al presente estudio los materiales que proporcionan en el dispensario de las clínicas de la FOUSAC, no cumplen la función de evitar la microfiltración en la interfase diente-materiales temporales de obturación y cementación, debido a que todos presentaron penetración de tinte tanto a los 7 como a los 15 días.
- El ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®) es el único que, a pesar de no estar indicado por el fabricante para ser utilizado como material temporal, presentó mejores características de sellado marginal para obturar cavidades tanto a los 7 como a los 15 días, de igual manera presentó menor microfiltración como cementante a los 15 días de exposición.

- Es importante mencionar que no existe un material dental temporal que posea todas las características ideales y que a su vez satisfaga las expectativas del profesional. Sin embargo, el éxito de la restauración final dependerá de los criterios de selección de acuerdo a las especificaciones de cada caso clínico.

14. Recomendaciones

- Elaboración de un protocolo de selección de materiales de obturación y cementación temporal que esté disponible en las clínicas del Edificio M-1 tanto para odontólogos practicantes como para los profesores que brindan instructoría, debido a que, si no se logra aislar la preparación correctamente, existirá microfiltración, la cual afecta el pronóstico de las restauraciones definitivas.
- Tomar en cuenta los resultados del presente estudio en la práctica clínica de las clínicas de la FOUSAC al seleccionar materiales dentales temporales, tanto de cementación como de obturación, según los períodos de tiempo que se dejará el material en las preparaciones dentarias.
- Debido a los resultados obtenidos en este estudio se recomienda evitar el uso de sulfato de calcio y agregados (Cavit 3M®) como obturador temporal debido a su pobre capacidad de sellado marginal y a los largos periodos de tiempo entre citas de los pacientes tratados en FOUSAC.
- En relación con los resultados obtenidos en este estudio se recomienda evitar el uso de hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply ®) como cementante temporal debido a su pobre capacidad de sellado marginal y a los largos periodos de tiempo entre citas de los pacientes tratados en FOUSAC.
- Los tratamientos realizados por los odontólogos practicantes en las clínicas del M-1 de la FOUSAC son puramente académicos y tienden a ser prolongados, por lo anterior debería utilizarse el ionómero de vidrio tipo II para obturaciones temporales de 7 días o más.
- De los materiales disponibles en los dispensarios de la FOUSAC para cementar restauraciones indirectas temporalmente, se debería utilizar óxido de zinc libre de eugenol (Temp-Bond/Kerr®) si el periodo de tiempo no excede los 7 días, sin embargo, si el tiempo entre citas es de 15 días o más, se debería utilizar ionómero de vidrio (KetacCem EasyMix/ 3M-ESPE®) porque posee menos microfiltración.
- Brindar a los odontólogos practicantes el tipo de ionómero de vidrio adecuado para cada caso clínico, debido a que se encuentran disponibles únicamente el ionómero de tipo I (cementación) y el tipo IV (protección dentinopulpar); para la obturación de cavidades se debería utilizar el ionómero de vidrio tipo II, que no está disponible.
- Realizar el estudio exponiendo las piezas dentales a cargas oclusales para tomar en cuenta una variable distinta que según diferentes estudios podría afectar el sellado marginal de los materiales dentales temporales de forma negativa.

15. Limitaciones

- Mantener constante la temperatura de los baños María a la hora de exponer la muestra a los ciclos de temperatura.
- Disponibilidad de horario en el Laboratorio de Alimentos del T-11 Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y el Laboratorio de Microbiología del M-1 de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Dificultad para encontrar disponibilidad de agua desmineralizada debido a que la empresa donde se cotizó tuvo irregularidades en la producción y no había en existencia, por lo que se tuvo que contactar otra empresa para adquirirla.

16. Referencias Bibliográficas

1. Alani A. H. and Toh, C. G. (1997). **Detection of microleakage around dental restorations: A review.** Oper. Dent. 22(4):173-185.
2. Álvarez, V. (2014). **Estudio comparativo in vitro del grado de filtración coronal entre tres materiales de obturación provisional.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista) Chile: Universidad de las Américas, Facultad de Ciencias de la Salud. pp. 4-15
3. Ángel, V. (1999). **Comparación entre la filtración marginal y la disolución del IRM, RID Y Coltosol.** CES Odont. 12(1):29-37.
4. Anusavice, K.; Shen C. and Rawls, R. (2012) **Phillips' science of dental materials.** 12 Ed. Estados Unidos: Elsevier. pp. 3.
5. Armijos, X. S. (2010). **Evaluación del grado de microfiltración coronal de tres materiales de obturación temporal (cavit, coltosol y cemento de ionómero de vidrio) por penetración de colorante y microscopia electrónica. Estudio in vitro.** Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. pp. 31-32.
6. Camejo, M. V. (2009). **Capacidad de sellado marginal de los cementos provisionales IRM®, Cavit® y vidrio ionomérico, en dientes tratados endodóncicamente.** (en línea). Venezuela: Consultado el 4 de mayo de 2018. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652009000200022
7. Çelik, D. et. al. (2013). **Coronal microleakage of various temporary fillings in standardized endodontic access cavities.** Clinical Dentistry and Research 37(2):23-28.
8. Chang, M. (2003). **Sellado coronal endodóntico: materiales intermedios.** (en línea). Venezuela: Consultado el 4 de mayo de 2018. Disponible en: http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_31.htm
9. Cova, J. L. (2010). **Biomateriales dentales.** Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, C.A. 2 Ed. pp. 151-166.
10. Dittel-balma, A. et. al. (2006). **Grado de sellado marginal de materiales de obturación temporal en molares primarios con pulpotomía. Estudio "in vitro".** Revista Odontológica Mexicana 10(2):83-87.
11. Hakimen, S. et. al. (2000). **Microleakage of compomer class V restorations: effect of load cycling, thermal cycling, and cavity shape differences.** Prosthet Dent. 83(2):194-203.



Vo. Bo.
Haroldo C. Molina
10-09-2019.

12. Hemsem, K. P. and Ludlow, M. O. (1990). **An in vitro investigation comparing the marginal study of new endodontic restorative materials.** Gen. Dent. 37(16):523-527.
13. Marloff, I. R. et. al. (1982). **A comparison of methods used in root canal sealability studies.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. no.53:203-208.
14. Moore, R. et. al. (1999). **Intra-oral temperature variation over 24 hours.** European Journal of Orthodontics no.21:249-261.
15. Muliya, S. et. al. (2014). **Microleakage in endodontics.** J. Int. Oral Health 6(6):99-104.
16. Ochoa, C. A.; Muñoz, H. R. y Meneses, J.P. (2006). **Materiales de obturación coronal temporal: cavit.** (en línea). Colombia: Consultado el 4 de mayo de 2018. Disponible en: <http://www.3msalud.cl/odontologia/soluciones-productos/cavit-g-restaurador-temporal/>
17. Oppenheimer, S. and Rosenberg P. A. (1979). **Effect on temperature change on the sealing properties of cavit and cavit G.** Oral surg. no.48:250-253.
18. Parris, L. et. al. (1960). **The effect of temperature changes on the sealing properties of temporary filling materials.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. no.13:82-88.
19. Soares, J. y Goldberg, F. (2002). **Endodoncia: técnica y fundamentos.** Argentina: Médica Panamericana. pp. 45-57.
20. Solares Vásquez, W. J. (2015). **Medición de la microfiltración presente en restauraciones clase II mesio-oclusales en piezas dentales posteriores extraídas; obturadas con resina compuesta universal y resina compuesta bulk.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. pp. 12-33.
21. Tamse, A.; Ben-Amar, A. and Gover, A. (1982). **Sealing properties of temporary filling materials.** J. Endod. no.8:322-325.
22. Veríssimo, D.M. and Do Vale, M. S. (2006). **Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: A critical review.** J. Oral Sci. 48(3):93-8.
23. Webber, R. T. et. al. (1978). **Sealing quality of a temporary filling material.** Oral surg. no.46:123-126.
24. Zaia, A. et al. (2002). **An in vitro evaluation of four materials as barriers to coronal microleakage in root-filled teeth.** Int. Endod. J. no.35:729-734.
25. Won, H.R. Palamara, E.J. Wilson P.R. Reynolds, E. Burrow, M. (2010). **Effect of CPP-ACP addition on physical properties of zinc oxide non-eugenol temporary cements.** Dental materials. 27 (2011) 329–338.



Vo. Pro.
[Handwritten Signature]
 10-09-2019

26. **Recubrimiento de Hidróxido de Calcio de Dentsply.** Dental Cost. Consultado el 29 de agosto de 2018. (En línea) Disponible en: <https://www.dentalcost.es/hidroxido-calcio/986-dycal-cemento-hidroxido-de-calcio-2-tubos-13gr11gr-dentsply.html>
27. Stanley, H.R. Gainesville, F. Lundy, T. (1972) **Dycal therapy for pulp exposures.** Consultado el 26 de julio del 2018 (en línea). Disponible en: <http://sci-hub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0030422072903003>



17. Anexos

Anexo 1. Encuesta realizada a los estudiantes al inicio del estudio.



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Odontología



Encuesta para Tesis "Evaluación de la microfiltración in vitro de los materiales de restauración y cementación temporal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala"

1. ¿Ha realizado tratamientos que requieran más de una cita y el uso de algún material temporal?

☐ Sí

☐ No

2. ¿Qué tratamiento estaba realizando?

☐ TCR

☐ Incrustaciones

☐ Prótesis Fija

☐ Operatoria

3. ¿Qué tipo de restauración provisional ha dejado? (Puede seleccionar varias opciones)

☐ Provisional de acrílico /Protem

☐ Material obturador temporal

4. ¿Qué material temporal obturador ha utilizado? (Puede seleccionar varias opciones)

☐ Ionómero de Vidrio (Ketac Cem EasyMix/ 3M-ESPE®)

☐ Óxido de zinc y resinas sintéticas (Cavit 3M®)

☐ Óxido de zinc mejorado (Temrex®)

5. ¿Qué material temporal cementante ha utilizado? (Puede seleccionar varias opciones)

☐ Hidróxido de calcio (Dycal/Dentsply®),

☐ Ionómero de vidrio (Ketac Cem EasyMix/3M-ESPE®), y

☐ Óxido de zinc sin eugenol (Temp-Bond/Kerr®) (Freegenol)

6. ¿Por cuánto tiempo ha dejado el material temporal? (Puede seleccionar varias opciones)

☐ 24 horas

☐ 7 días

☐ 30 días

☐ 3 días

☐ 15 días

☐ Más de 30 días

7. ¿Motivo más frecuente por el cual cambió o removió la restauración temporal?

☐ Fractura del material de restauración

☐ Pérdida total o parcial de la restauración

☐ Provisional descimentado

☐ Continuar el tratamiento

☐ Restauración final

Anexo 2: Fotografía de la plantilla para la realización de las cavidades.



Fotografía 1 y 2: plantilla utilizada para calibrar las cavidades de las piezas del estudio.

Anexo 3: Fotografía de baño María utilizado para someter la muestra a los ciclos de cambios de temperatura.



Fotografía 3: Baño de María para la temperatura de 55°C.



Fotografía 4: Baño de María para la temperatura de 5°C.

Anexo 4: Fotografías de la incubadora.



Fotografía 5: Incubadora en la cual se almacenó la muestra con una temperatura de 36°C.



Fotografía 6: Interior de la incubadora en la cual se almacenó la muestra con una temperatura de 36°C.

Anexo 5: Fotografía del microscopio estereoscópico.



Fotografía 7: Microscopio estereoscópico utilizado para realizar las mediciones de la muestra.

Anexo 6: Fotografías del corte transversal de pieza dentaria



Fotografía 8: Pieza dental del grupo B cortada transversalmente.



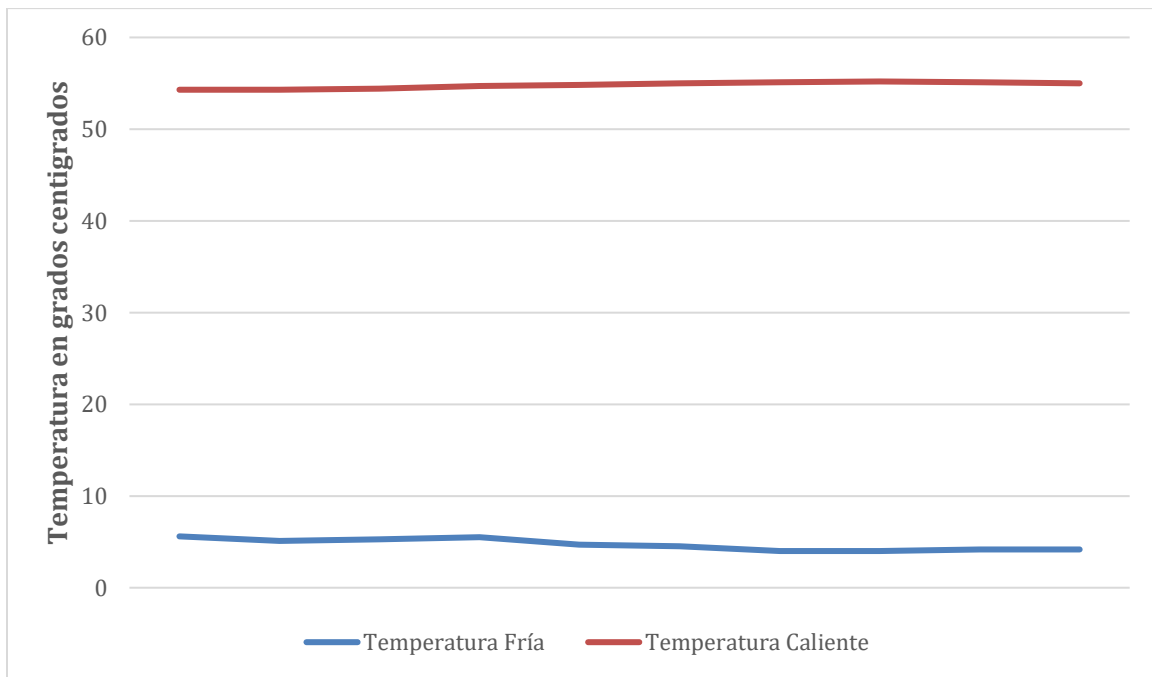
Fotografía 9: Colocación del calibrador digital para la toma de medidas.

Anexo 7: Fotografía de la muestra identificada del estudio.



Fotografía 10: Piezas dentales con las cavidades realizadas, identificadas por colores.

Anexo 10: Gráfica del comportamiento de la temperatura en grados Celsius durante los ciclos de exposición de la muestra, en un periodo de una hora de exposición a los ciclos de cambios de temperatura.



En la prueba piloto realizada se estuvo monitoreando la temperatura de los “Baños de inmersión” por medio de un dispositivo “5-Gun Infrared thermometer” que determinaba la temperatura por medio de un láser infrarrojo. El comportamiento de la temperatura se demuestra en la gráfica No.1 y los resultados de las medias de temperatura fueron:

Media de temperatura fría 5.482°C

Media de temperatura caliente 54.927°C

El contenido de esta tesis es única y exclusiva responsabilidad de la autora:



A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Alejandra Velásquez Orozco'.

Alejandra Gabriela Velásquez Orozco

FIRMAS DE TESIS DE GRADO

(f)



Alejandra Gabriela Velasquez Orozco

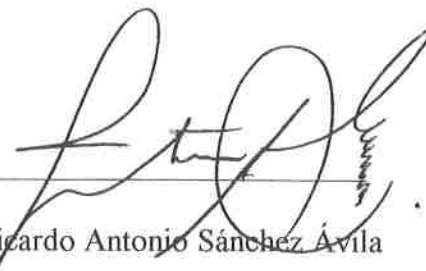
(f)



Dr. Ricardo Alfredo Carrillo Cotto

ASESOR

(f)



Dr. Ricardo Antonio Sánchez Ávila

ASESOR

(f)



Dra. Lidice Marianela Hernández Palma

PRIMERA REVISORA

Comisión de Tesis

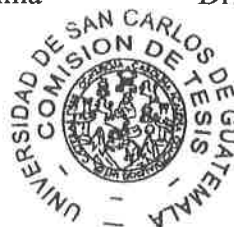
(f)



Dr. Oscar Anibal Taracena Monzón

SEGUNDO REVISOR

Comisión de Tesis



Imprimase:

Vo. Bo.



Dr. Edwin Ernesto Milán Rojas

Secretario(a) General

Facultad de Odontología

Universidad de San Carlos de Guatemala

