

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Posgrados

Estudio descriptivo comparativo de microfiltración marginal en resinas convencionales frente a resinas tipo Bulk Fill en cavidades clase I de 4MM de profundidad en dientes bovinos frente a resinas convencionales.

Proyecto de investigación y desarrollo

Iván Antonio De la Torre Espín

Dra. Yolanda Román

Especialista en Rehabilitación Oral

Directora de Tesis

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito para la obtención del título de Especialista en Rehabilitación Oral

Quito, 15 de diciembre 2022

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Estudio descriptivo de microfiltración de resinas tipo Bulk Fill en cavidades clase I de 4MM de profundidad en dientes bovinos frente a resinas convencionales.

Iván Antonio De la Torre Espín

Firmas

Yolanda Román, Dra.

Directora del Trabajo de Titulación

Nancy Mena, Dra.

Directora del Programa de

Especialización en Rehabilitación Oral

Paulina Aliaga, Dra.

Decana de la Escuela de Odontología

Hugo Burgos, PhD.

Decano del Colegio de Posgrados

Quito, 13 de marzo 2021

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombre	del	Iván Antonio De la Torre Espín
estudiante:		
Código	de	00203653
estudiante:		
C. I.:		1721112710

Quito, 15 de diciembre 2022

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

DEDICATORIA

A mi madre Bertha que, con su amor, sacrificio y apoyo incondicional siempre me permite realizar mis sueños, a la memoria de mi padre Daniel, mi mayor referente de una vida noble como una persona de bien.

A mis hermanos José Luis, Bertha y Daniel, quienes siempre se encuentran presentes a cada paso de mi vida, con su cariño, consejos, y buenas intenciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por poner en mi camino a personas e instituciones fantásticas, sin las cuales no habría podido concluir con esta etapa de mi vida. En especial agradezco a la Dra. Yolanda Román, quien con su sabiduría me guio en la realización de este estudio, a la Dra. Nancy Mena, que me abrió las puertas de esta noble institución y a todos los docentes que contribuyeron en mi desarrollo profesional y humano.

Igualmente, a la Universidad San Francisco, por brindar las condiciones humanas y físicas, para el desarrollo de una educación de alto nivel científico técnico, en un ambiente de libertad y respecto del proyecto de vida de cada uno de quienes conformamos esta distinguida comunidad.

Asimismo, tengo que reconocer el valioso aporte para la realización de este trabajo de colegas y sobre todo grandes amigos, quienes tuvieron la nobleza de aportar de una u otra forma al enaltecimiento de la calidad de este trabajo, algunos a gran distancia como Sebastián C., otros de manera muy cercana como Tatiana, Valeria, Daniela y Sebastián S., sin quienes estoy seguro de que este trabajo no habría sido el mismo.

RESUMEN

En la actualidad resinas compuestas se han posicionado como el material de elección para la realización de restauraciones directas. Estos materiales presentan características biomecánicas y estéticas que garantizan su uso de manera segura, sin embargo, su técnica de manipulación es muy sensible y demanda considerable habilidad y tiempo clínico de trabajo. Como solución a este problema se han desarrollado un nuevo tipo de resinas conocidas como Bulk Fill, cuya principal característica es que permiten tener una profundidad de polimerización de 4mm o incluso más. Esta característica permite modificar la técnica de colocación de la resina, especialmente en cavidades profundas en el sector posterior, simplificando el manejo del material y acortando el tiempo de trabajo clínico. Sin embargo, el comportamiento de estos nuevos materiales a largo plazo no es claro, y existe falta de información al respecto. Con el fin de aportar en este campo se presenta este trabajo de investigación in vitro de la calidad del sellado marginal que ofrecen las resinas Bulk Fill frente a las convencionales luego de colocarlas mediante dos técnicas diferentes y someterlas a un proceso de envejecimiento mediante termociclado.

Palabras Clave: Resina compuesta Bulk Fill, Resina compuesta, Resina fluida, sellado marginal, incremental, monobloque.

ABSTRACT

Currently composite resins have been positioned as the material of choice for the realization of direct restorations. These materials have biomechanical and aesthetic characteristics that guarantee their safe use, however, their handling technique is very sensitive and demands considerable skill and clinical working time. As a solution to this problem, a new type of resins known as Bulk Fill has been developed, whose main feature is that they allow to have a depth of cure of 4mm or even more. This feature allows to modify the technique of placing the resin, especially in deep cavities in the posterior sector, simplifying the manipulation and shortening the clinical work time. However, the long-term behavior of these new materials is not clear, and there is a lack of information about it. To contribute to this field, this in vitro research work is presented on the quality of the marginal seal offered by Bulk Fill resins compared to conventional ones after placing them using two different techniques and subjecting them to an aging process by thermocycling.

Keywords: Composite Resin Bulk Fill, Composite Resin, Fluid Resin, Marginal Sealing, Incremental, Monoblock.

INDICE

RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
1. Introducción.....	16
1.1 Justificación.....	19
1.2 Objetivos	20
1.2.1 Objetivo General.....	20
1.2.2 Objetivos Específicos.	20
1.3 Hipótesis.....	20
1.3.1. Hipótesis nula.....	20
2. Revisión de la literatura.....	21
2.1 Restauraciones directas de resina compuesta.....	21
2.2 Ventajas de las resinas compuestas	21
2.3 Desventajas de las resinas compuestas.....	21
2.4 Composición de las resinas compuestas.....	22
2.5 Factores que afectan la longevidad de las resinas compuestas	24
2.5.1 Sellado marginal	24
2.5.2 Fallos del sellado marginal (Microfiltración marginal).....	25
2.6 Técnica de restauración cavitaria.	26
2.6.1 Técnica incremental.....	26
2.7 Recomendaciones para reducir los fallos del sellado marginal.....	26

2.8 Resinas Compuestas Bulk Fill.....	27
2.9 Características de las resinas Tipo Bulk Fill	27
2.10 Clasificación de las resinas Bulk Fill	28
2.11 Propiedades mecánicas.....	28
2.11.1 Profundidad de curado.....	28
2.11.2 Contracción de polimerización	29
2.11.3 Formación de un gap marginal	29
2.12 Propiedades físicas	29
2.13 Propiedades estéticas.....	30
2.14 Lámpara de fotocurado.....	30
2.15 Desempeño clínico	31
3. Metodología y diseño de la investigación	32
3.1 Tipo de Estudio.	32
3.2 Población y Muestra.....	32
3.3 Operacionalización de variables.....	35
3.4 Medición de la microfiltración marginal.....	39
4. Análisis de datos	42
4.1 Análisis de los resultados.	42
5. Discusión	47
6. Conclusiones	52
7. Recomendaciones	53

8. Referencias.....	54
Anexos	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Criterios de selección de los especímenes	33
Tabla 2 Resultado de la Prueba de Normalidad para la filtración marginal para cada tipo de material según, la técnica utilizada	43
Tabla 3 Resultado descriptivo de la microfiltración marginal para cada tipo de material según, la técnica utilizada	44
Tabla 4 Promedio y desviación estandar de la microfiltración marginal de los tres materiales y las dos diferentes técnicas de aplicación	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Gráfico de la filtración marginal promedio según, el material y el tipo de técnica utilizada.	45
--	-----------

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1: Recolección de dientes bovinos.....	35
Imagen 2 Guía de tallado colocada en la pieza dental.....	35
Imagen 3 Pieza dental con la cavidad preparada	35
Imagen 4 Flujoograma de conformación de grupos.....	36
Imagen 5 Adhesivo universal Tetric N bond Universal (Ivoclar Vivadent).....	36
Imagen 6 Discos de pulido sof-flex (3M)Imagen 4 Adhesivo universal Tetric N bond Universal (Ivoclar Vivadent)	¡Error! Marcador no definido.
Imagen 7 Resinas compuestas utilizadas de izquierda a derecha: resina Tetric N Ceram, Tetric N Ceram Bulk Fill, Tetric N Ceram Bulk Fill Flowable.....	37
Imagen 8 Técnica monobloque de colocación de la resina (A: Transporte de la resina B: Manipulación y colocación de la resina dentro de la cavidad. C: Fotopolimerización).....	38
Imagen 9 Técnica de colocación incremental de la resina (A: Medición del espacio de 2mm de cada incremento; B: Colocación del segundo incremento; C: Fotopolimerización).....	38
Imagen 10 Discos de pulido sof-flex (3M).....	38
Imagen 11 Fotografía de la muestra 12.a	40
Imagen 12 medición del área total de la restauración de la muestra12.ac)	41
Imagen 13 medición del área total de la restauración de la muestra12.ac)	41
Imagen 14 Visualización de la ventana del software Klonk versión 21.7.1.0 mientras se analiza la muestra 22.b.....	41

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad es muy común la realización de tratamientos con restauraciones directas de resinas compuestas fotocurables, debido a que este tipo de materiales son empleados para el tratamiento de cavidades posteriores y anteriores gracias a su buen comportamiento biomecánico y estético, también son recomendadas debido a que al unirse al sustrato dental mediante técnicas adhesivas brindan la libertad de realizar preparaciones muy conservadoras (Carneiro, 2016) (Boaro G. G., 2013).

Sin embargo, a pesar de los buenos resultados que exhiben, aún presentan ciertas desventajas que son inherentes a su composición estructural tales como su resistencia a la fractura, contracción volumétrica secundaria a su polimerización (Mantri & Mantri, 2013); y a que esto genera estrés de contracción que hace que en la interface diente resina se formen micro gaps que permitan la microfiltración bacteriana, degradación precoz de la capa adhesiva y una pérdida prematura de la restauración (Rizzante, 2018)

En vista de los desafíos que presenta este tipo de restauraciones para evitar el estrés de contracción, se ha optado por realizar una técnica clínica de colocación de resina de manera incremental para de esta manera forma minimizar la contracción volumétrica que sufre el material, disminuyendo así la probabilidad de padecer de microfiltración marginal (Ende, 2017). Sin embargo, el inconveniente que se presenta es que se prolonga el tiempo de trabajo clínico ya que estos incrementos están limitados a un espesor de capa de máximo 2mm en las resinas compuestas convencionales, y es aquí donde surge la necesidad de un material que se pueda fotopolimerizar a mayores espesores para de esta manera simplificar la técnica de colocación de resinas en la cavidad oral, para que con menos pasos clínicos se conserven o mejoren las características biomecánicas, estructurales y estéticas de las resinas compuestas convencionales (Al-Harbi, 2015) (Carneiro, 2016).

Por lo tanto, en respuesta a estos problemas el surgimiento de las resinas compuestas tipo Bulk Fill (RCBF) ha llegado como una clara posibilidad de simplificación de tratamiento y mejoramiento del desempeño de las restauraciones directas (Lima, 2018), principalmente en el sector posterior, donde en cavidades profundas nos permiten realizar grandes incrementos de 4mm e incluso 5mm de profundidad (Ende, 2017). Estas bondades son alcanzadas gracias a su mayor translucidez frente a las resinas convencionales, y a la adición de nuevos fotoactivadores más sensibles; es decir, con una menor cantidad de luz las RCBFs son capaces de alcanzar el grado de conversión por fotopolimerización similar a sus predecesores (Al-Harbi, 2015). Además, han mostrado menor contracción volumétrica, y una ansiada simplificación de manipulación, reduciendo el tiempo clínico de trabajo, y también la posibilidad del encapsulamiento de burbujas de aire por una menor cantidad de capas incrementales, disminuyendo la cantidad de espacios muertos y así mejorando la calidad de la restauración final (Ende, 2013).

Pese a las grandes ventajas que muestran las RCBFs, aún queda un escollo por resolver, para poder dar un veredicto categórico y final sobre las bondades que presentan (Munk, 2005); las resinas Bulk Fill son un material relativamente nuevo. Por lo tanto, aún hay poca evidencia que avale la efectividad clínica que se podría tener con este producto (Gerula-Szymanska, 2020). A lo largo del tiempo también se ha evidenciado que varias pruebas in vitro no tienen la suficiente relevancia clínica, debido a que no se tiene una correlación entre los resultados in vitro y los hallazgos clínicos. (Gerula-Szymanska, 2020)

Por estos motivos será muy interesante conocer los resultados de revisiones clínicas y seguimientos que seguramente están por venir (Al-Harbi, 2015). Por lo que la presente investigación se enfoca en la realización de pruebas in vitro que busquen tener una gran relevancia clínica (Peutzfeldt, 2018). Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar

la adaptación marginal de las RCBF en cavidades clase I de más de 3mm de profundidad y con terminaciones en dentina de piezas dentales de bovinos (Boaro L. C., 2019). El grupo control será restaurado con resina compuesta convencional y los bordes de las terminaciones serán sobre dentina. La hipótesis nula de este estudio es que no existe diferencia entre la adaptación marginal de la resina convencional y la RCBF en cavidades clase I (Gerula-Szymanska, 2020).

1.1 Justificación

La realización de restauraciones directas con resinas compuestas es uno de los procedimientos más comunes dentro de la práctica clínica odontológica, en el sector público y privado, motivo por el cual la simplificación de la realización de este tratamiento podría ser una valiosa herramienta para miles de odontólogos, ya que estos podrían optimizar de mejor manera su tiempo, además este beneficio alcanzaría a los pacientes atendidos con estos novedosos materiales, ya que tendrían que invertir menos tiempo en sus tratamientos y además la calidad de estos podría ser igual o superior a los tratamientos realizados con resinas compuestas convencionales.

Es por estos motivos que nace la necesidad dentro de la comunidad científico odontológica de realizar estudios como el que vamos a presentar, para tener un aval científico que garantice y presente a los odontólogos un nuevo e innovador material que va a simplificar la práctica clínica diaria sin desmedro de la calidad a la que tienen acostumbrados a sus pacientes, sino que más bien ellos serían los beneficiarios finales del desarrollo de las técnicas y materiales aplicados durante sus tratamientos.

Con base en los antecedentes antes descritos nace el presente estudio que se enfoca en determinar el grado de microfiltración de cavidades clase I, mediante el uso de resinas tipo Bulk Fill, ya que en el presente constituyen uno de los materiales más prometedores para la realización de restauraciones directas en el sector posterior por la superioridad biomecánica, y por la simplificación técnica del trabajo frente a las resinas convencionales. Por todos estos motivos esta investigación busca aportar evidencia sobre las propiedades de este nuevo tipo de resinas compuestas, y así corroborar o no lo dicho por las casas comerciales que las producen, ya que las vamos a someter a pruebas de envejecimiento para observar la microfiltración marginal de estas frente a resinas compuestas convencionales.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General.

Evaluar la microfiltración marginal de las resinas compuestas Bulk Fill en cavidades clase I, con profundidad mayor a 3mm con terminaciones en dentina, en piezas dentales de bovinos.

1.2.2 Objetivos Específicos.

Evaluar el sellado marginal de las resinas convencionales frente a resinas tipo Bulk Fill.

Evaluar si existe diferencia entre la colocación de la resina mediante una técnica incremental frente a una técnica en bloque.

1.3 Hipótesis

1.3.1. Hipótesis nula.

Las resinas Bulk Fill presentan la misma integridad marginal que las resinas compuestas convencionales.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Restauraciones directas de resina compuesta

En el presente las resinas compuestas ocupan una posición privilegiada dentro de los materiales restauradores, debido a su capacidad estética y su aceptable longevidad, a un costo mucho menor que las restauraciones equivalentes cerámicas, tanto para el sector anterior como para el posterior (Chandrasekhar, 2017). Sin embargo, estas restauraciones están lejos de ser ideales, y principalmente sufren fallos como fracturas y caries secundarias, los cuales están ligados a las propiedades del material, el cual genera estrés de contracción al ser polimerizado, por lo que el desarrollo y mejora de estos materiales aún continúa (Muhittin Ugurlu, 2022).

2.2 Ventajas de las resinas compuestas

La estética de estos materiales es destacable, tienen una transparencia y color similar al tejido dentario. Sus propiedades mecánicas son comparables a las de la dentina y se adhieren bien al tejido dentario, mediante el uso de agentes adhesivos (Beata Dejak, 2014). También por ser restauraciones adhesivas nos permiten tener un abordaje conservador de las lesiones cariosas, son un material poco costoso e inducen un menor desgaste del diente antagonista (Rubeena Abdul Azeem, 2018).

2.3 Desventajas de las resinas compuestas

Dentro de las desventajas nos encontramos con su contracción al momento de la polimerización, la cual medido de manera lineal varía entre 0.3 y 1.5%; mientras que medido de manera volumétrica se encuentra entre el 1.5 y 3.5% (Boaro G. G., 2013), siendo 2 a 6 veces mayor a la expansión térmica del esmalte y la dentina por lo que se genera mayor estrés en la interfase adhesiva que debe ser contrarrestado por el adhesivo de la restauración

(Beata Dejak, 2014). Para disminuir el nocivo efecto del estrés de polimerización de las resinas se ha indicado el uso de técnicas complejas que demandan mayor entrenamiento y tiempo de trabajo clínico (Rubeena Abdul Azeem, 2018). Otra desventaja es el desgaste oclusal que ronda entre las 12 a 50um por cada año, lo que es superior al desgaste oclusal del esmalte dental (Beata Dejak, 2014).

2.4 Composición de las resinas compuestas

Las resinas compuestas en términos generales tienen componentes de relleno, una matriz inorgánica y una matriz de resina o parte orgánica en la que se encuentran monómeros de dimetacrilato alifáticos y/o aromáticos como el Bis-GMA, entre los más utilizados, el trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA), y el dimetacrilato de uretano (UDMA), compuestos fotoiniciadores como las canforquinonas, estabilizadores UV, hidroxitolueno butilado (BHT) y pigmentosa base de distintos óxidos (Phillips, 2004) (Miroslaw Orłowski, 2015). Estos elementos se encuentran dispersos en la matriz resinosa y antes de la polimerización se encuentran apenas unidos por fuerzas de Van der Waals, pero una vez que son fotopolimerizados se forman uniones poliméricas entrecruzadas, y son estas uniones las que ocasionan una gran contracción volumétrica lo cual genera tensiones en la resina a nivel de la interfaz con el tejido dentario (Phillips, 2004) .

La matriz inorgánica está formada por las partículas de relleno las cuales se encuentran suspendidas dentro de la matriz orgánica de la resina. Estos rellenos son los encargados de conferir las cualidades mecánicas y físicas de la resinas compuestas; además contribuyen a reducir la cantidad de material de la matriz de la resina disminuyendo la contracción volumétrica al momento de la fotopolimerización, confiriéndole menor sensibilidad térmica a la resina, facilitando la manipulación del material y aumentando la viscosidad del mismo;

haciendo que la resina sea más resistente a la absorción y adsorción de agua, a pigmentarse, aumentando la radiopacidad del material (Phillips, 2004).

Los elementos que forman parte de la matriz inorgánica son vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, óxidos mezclados, dióxido de silicio, y prepolimeros (Vivadent, 2023). Adicionalmente en las resinas compuestas nos encontramos con sustancias aditivas como catalizadores, estabilizadores y pigmentos que alcanzan un porcentaje menor a un 1% del peso de la resina compuesta, en contraposición a esto el material de relleno alcanza un 76 a 77% del peso o un 53 a 54% del volumen del material restaurador, y el tamaño de estas partículas ronda entre 40nm y 3000nm con un tamaño de partícula medio de 550nm (Miroslaw Orłowski, 2015).

La composición de las resinas tipo Bulk Fill es bastante similar a la de las convencionales, estas poseen un inhibidor de sensibilidad a la luz que actúa de manera de un filtro que prolonga el tiempo de trabajo (22s en la resina Tetric N Bulk Fill); también contiene inhibidores del estrés de contracción para alcanzar un óptimo sellado marginal y un activador más reactivo que la canforquinona al que se le llama Ivocerin (Ivoclar Vivadent), que constituye el principal elemento que permite la profundidad de curado de hasta 4mm de profundidad (Miroslaw Orłowski, 2015) (Vivadent, 2023). El Ivocerin se describe como un sistema iniciador a base de germanio que es capaz de absorber una mayor cantidad de luz entre los 400 y 450nm (Nicoleta Ilie K. S., 2014). Además, en la composición de estas los monómeros utilizados tienen cambios en su composición química para modificar la viscosidad para que sea menor que en resinas convencionales, para este fin se reduce la cantidad de Bis-GMA y se incorpora di metacrilatos de uretano alifáticos (UEDMA) que son de menor viscosidad (Nicoleta Ilie R. H., 2011)

Un elemento diferencial de las resinas Bulk Fill es la modificación de la dinámica de la reacción de polimerización aumentando un grupo fotoactivo en la matriz de resina basado en metacrilato de uretano que ha mostrado reducir el estrés de contracción de polimerización en un 60-70% comparado con los metacrilatos convencionales, pero estos compuestos son patentados y su uso no es generalizado (Nicoleta Ilie R. H., 2011). En cuanto a la cantidad de matriz de relleno estas resinas presentan una menor cantidad que las resinas convencionales (55% en la resina Tetric N Bulk Fill, frente al 80% de la Tetric N Ceram y 45% de la Tetric N Flow Bulk Fill), pero con partículas más grandes de alrededor de 20um, con el fin de disminuir la refracción y dispersión de la luz pero aumentando la transmisión de luz azul a través de ella, permitiendo el proceso de fotocurado a mayor profundidad (Corral Núñez C. V., 2015) (Nicoleta Ilie K. S., 2014) (Sheikh, 2022)

2.5 Factores que afectan la longevidad de las resinas compuestas

La longevidad y la calidad del sellado de las resinas compuestas está determinado por varios factores como: el tamaño, forma, localización, factor-C, y la pieza dentaria donde se localiza la restauración debido a que de esto dependerá la fuerza oclusal que recibirá la restauración (Beata Dejak, 2014). La formación de gaps marginales o en la parte interna de la restauración van a causar molestias clínicas al paciente como sensibilidad principalmente asociada a la masticación ya que se ha teorizado que estos gaps permiten la filtración de fluidos y al ser sometidos a fuerzas oclusales el desplazamiento de esos fluidos causa cambios de presión en el sistema hidrodinámico de los túbulos dentinarios los cual causa sensibilidad post operatoria (Alan Furness, 2014).

2.5.1 Sellado marginal

La calidad del sellado depende en gran medida de composición química, de las propiedades de cada material, del sistema adhesivo utilizado y de la fuerza adhesiva que este

ofrezca en relación con los tejidos dentarios (Schneider, 2014). El desarrollo de las resinas a través del tiempo ha hecho posible que mediante modificaciones químicas a los monómeros funcionales de estas se reduzca su contracción de polimerización, el tamaño y configuración cavitarias también son fundamentales en el mantenimiento de un adecuado sellado marginal, ya que a mayor tamaño y número de superficies de una restauración mayor probabilidad de que sufra fallos del sellado marginal, y una menor longevidad de la restauración (Kopperud, 2012).

2.5.2 Fallos del sellado marginal (Microfiltración marginal)

La microfiltración marginal se definió por primera vez por Kidd en 1976 como un proceso constante, clínicamente indetectable de penetración de bacterias, metabolitos, enzimas, toxinas, iones y otros factores cariogénicos entre el material de relleno y la pared de la cavidad (Mirosław Orłowski, 2015). Si el estrés en la interfaz adhesiva diente – restauración excede la fuerza de unión de esta al tejido dental la restauración se separa y se daña el sello marginal, dando como resultado una brecha entre la restauración y el tejido dental, permitiendo el paso a la microfiltración marginal (Hooshmand, 2013). La microfiltración marginal es la permeabilidad a la invasión bacteriana, química, y molecular en la interfaz diente resina (Krishna Muppalla, 2020)

Como resultado de la microfiltración marginal podemos observar una cascada de manifestaciones clínicas que inicia con sensibilidad post operatoria, continúa con caries secundarias debido al depósito prolongado de sustancias cariogénicas que se retienen en el espacio marginal; seguido de defectos marginales como pigmentaciones, discontinuidad en el borde de la restauración, mayor probabilidad de fractura de las restauraciones o incluso de las piezas dentarias ya que esta se encuentra debilitada, por la falta de soporte que brinda el material restaurador (Kopperud SE, 2012).

2.6 Técnica de restauración cavitaria.

El proceso de restauración cavitaria resulta ser complejo debido a que busca minimizar los efectos de la contracción de polimerización (Malhotra, 2010); además se encuentran limitadas por la capacidad de los materiales: primero porque poseen una capacidad de polimerización limitada a una profundidad de hasta 2mm, y segundo que para evitar los efectos nocivos de la contracción de polimerización por lo que se sugiere realizar incrementos en sentido oblicuos, lo cual limita las superficies de contacto de cada incremento reduciendo el estrés de contracción (Corral Núñez P. V., 2015).

2.6.1 Técnica incremental

La ventaja de esta técnica es que reduce los efectos de la contracción de polimerización, mejorando la adaptación marginal y reduciendo la formación de un gap marginal, así como la microfiltración marginal (Malhotra, 2010). También genera menor cantidad de tensiones en el sustrato dental reduciendo la deformación cuspeada, volviéndolas más resistentes, menos vulnerables a fracturas y con menos probabilidad de sufrir de sensibilidad postoperatoria (Malhotra, 2010). Los autores que se encuentran contrarios a esta técnica argumentan que en las técnicas incrementales solo toman en cuenta la tensión que ejerce cada capa. No obstante, deberían realizar una sumatoria de la tensión generada por todas las capas y que estos pequeños incrementos aumenten la deformación del diente restaurado (Costa, 2016).

2.7 Recomendaciones para reducir los fallos del sellado marginal

Se han realizado varios intentos para reducir la contracción de polimerización de las resinas compuestas como la modificación de la composición del material incorporando una mayor cantidad de partículas de relleno, o modificando sus formas y tamaños para así

optimizarlos (Julian Satterthwaite, 2009). Además, en el campo clínico se ha intentado reducir este fenómeno: modificando la técnica de relleno cavitario haciéndolo por capas (Chandrasekhar, 2017), evitando usar lámparas de luz en modos de máxima intensidad, sino más bien utilizándolas en modo de inicio de baja intensidad o modo rampante (Simone De Liperid, 2002); pero lamentablemente ninguno de estos métodos ha sido capaz de acabar con la contracción de polimerización de las resinas compuestas (Beata Dejak, 2014)

2.8 Resinas Compuestas Bulk Fill

Las resinas compuestas denominadas de tipo Bulk Fill por los distintos fabricantes, constituyen una evolución de las resinas convencionales ya que nos permiten realizar incrementos de hasta 4 o 5mm de profundidad mediante una técnica monobloque, es decir en una sola capa (Park J, 2008). Estas resinas constituyen una respuesta a las dificultades que se presentan en la utilización de resinas convencionales, ya que al permitir realizar incrementos mayores disminuye la sensibilidad de la técnica de aplicación de resinas compuestas; así como también reduce el tiempo de trabajo clínico (Chesterman, 2017).

2.9 Características de las resinas Tipo Bulk Fill

Estas resinas ofrecen una mayor translucidez que las tradicionales, permitiendo que la luz atraviese con mayor facilidad para alcanzar una profundidad superior de penetración de luz (Fronza, 2015). Además, tienen una mayor cantidad de reactivos fotoiniciadores, características que le permiten tener la capacidad de ser fotocurado de manera exitosa a una mayor profundidad; además poseen monómeros que actúan como moduladores de la reacción de polimerización logrando una menor contracción de polimerización (Fronza, 2015).

2.10 Clasificación de las resinas Bulk Fill

Nos encontramos con dos tipos de resinas de denominación Bulk Fill disponibles en el mercado: Material de Bulk Fill de base y resinas de full body Bulk Fill (Sirley Mamede, 2018). Los materiales de base tipo Bulk Fill, son resinas compuestas de baja viscosidad, también se conocen con el nombre de resina fluida. Estos materiales incluyen una carga baja de relleno en relación con las resinas hibridadas o nanohibridas estándar, por lo que son usadas como materiales de base cavitaria que posteriormente se cubren con una resina full body (Van Ende, 2017) (Sirley Mamede, 2018). Por otro lado, las resinas compuestas full body Bulk Fill, conocidas como esculpible o condensable, pueden aplicarse en un solo incremento sin la necesidad de ser cubiertas permitiendo la reconstrucción de las estructuras dentales perdidas (Sirley Mamede, 2018). Además, poseen un mayor porcentaje de carga de relleno inorgánico que permite que sean utilizadas en áreas de alta carga masticatoria (Van Ende, 2017) (Sirley Mamede, 2018).

2.11 Propiedades mecánicas

2.11.1 Profundidad de curado

Es ampliamente difundido que las resinas convencionales no se pueden colocar en incrementos mayores de 2mm para permitir una adecuada polimerización. Para cambiar esta situación, se han introducido varios cambios en las resinas de tipo Bulk Fill como: la reducción del contenido del relleno, incrementando el tamaño de sus partículas; asimismo la incorporación de fotoiniciadores que son más sensibles a la luz (Ilie, 2013). La reducción del relleno y el incremento del tamaño de las partículas sirve para reducir la dispersión en la interfaz resina relleno, incrementando la cantidad de luz absorbida para activar los fotoiniciadores (Chesterman, 2017). Las resinas de la casa Ivoclar además usan diferentes fotoiniciadores altamente reactivos nombrados Ivocerin que permite la polimerización en

grandes incrementos en comparación de los activadores convencionales como las canforquinonas o la lucerina (Vivadent, 2023) (Chesterman, 2017).

2.11.2 Contracción de polimerización

Este efecto ocurre durante el proceso de curado y se da cuando la resina sin polimerizar topa más de una pared de la cavidad incrementando el factor-C (factor de contracción), este factor se configura en relación al nivel de estrés de contracción que genera una preparación cavitaria, siendo una medida de relación del número de paredes adheridas frente a las libres en una restauración; por lo tanto a mayor número de paredes adheridas en una restauración el factor – c también será mayor, y en consecuencia el estrés de contracción también será mayor (Fok, 2018).

2.11.3 Formación de un gap marginal

La información es poco conclusiva en este aspecto ya que existe una gran divergencia de criterios y existen estudios donde se muestra que no existe una diferencia significativa entre las resinas tipo Bulk Fill y las resinas convencionales en cuanto al tamaño del gap marginal (Alan Furness, 2014); otros estudios también han mostrado que debido a la viscosidad de la resina esculpible se genera un mayor gap, por lo que una considerable cantidad de estudios sugiere la colocación de resina fluida como base ya que esta al ser más elástica reduce el estrés de contracción y evita la formación de burbujas (Agarwal, 2015).

2.12 Propiedades físicas

Dentro del desarrollo de las resinas convencionales los fabricantes se han inclinado por aumentar la cantidad de relleno que estas poseen, para de esta manera disminuir su contracción volumétrica; sin embargo, en las resinas tipo Bulk Fill los fabricantes han optado por lo contrario, priorizando el paso de la luz para tener una mayor profundidad y

uniformidad de curado lo cual es deseable para no ocasionar concentraciones de estrés de polimerización en la restauración (Chesterman, 2017).

2.13 Propiedades estéticas

Las propiedades estéticas que las resinas compuestas deben cumplir son: opacidad, translucidez, fluorescencia, y opalescencia (María García Gargallo, 2011). Las resinas tipo Bulk Fill al ser más translúcidas facilitan el paso de la luz para conseguir una mayor profundidad de curado; así mismo sufren un decremento de sus propiedades ópticas frente a las resinas convencionales, por lo que se recomienda agregar una capa de resina convencional sobre estas para recubrirla y de esta manera obtener las mejores propiedades estéticas, las cuales se logran con las resinas compuestas convencionales (Rodríguez, 2018).

2.14 Lámpara de fotocurado

Es importante tener en cuenta que la lámpara de fotocurado debe ser de alta intensidad, ya que en los requerimientos de los fabricantes exigen altos estándares de intensidad, los cuales son generalmente superiores a los de la mayoría de las lámparas existentes (Chesterman, 2017). Otros factores a considerar son la intensidad de la entrega de la luz, la cual puede variar incluso por la distancia entre la punta de la lámpara y la restauración decreciendo alrededor de 10% por cada mm que esta se aleje; además en las resinas convencionales se ha observado que la intensidad de la luz al atravesar los 2mm de resina puede llegar a reducirse hasta a un 6% de la intensidad inicial, por lo tanto es importante considerar el acceso de la fuente de luz a la restauración para evitar interferencias y para que llegue la luz a la totalidad de la restauración (Soares, 2017) (Mutluay, 2014).

2.15 Desempeño clínico

La evidencia clínica sobre el desempeño a largo plazo de este tipo de resinas es muy escasa, y los estudios in vitro de buena calidad también son limitados (Vaca Altamirano, 2021). Sin embargo, la evidencia que está saliendo a la luz paulatinamente se está inclinando a favor de este tipo de resinas como una alternativa válida a las resinas compuesta convencionales y a las amalgamas. A pesar de esto es necesario obtener una mayor cantidad de datos de buena calidad para poder aseverar y validar de manera categórica su uso como tratamiento de elección para la restauración de cavidades en el sector posterior (Chesterman, 2017) (Vaca Altamirano, 2021).

3. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Estudio.

Es un estudio in vitro porque se realizó en piezas dentales extraídas de bovinos; también es un estudio experimental, ya que las variables deberán ser manipulados por el operador. Además, es de tipo descriptivo porque se analizará de forma individual cada uno de los grupos y por último también es considerado analítico porque una vez que sean procesados los resultados obtenidos en el estudio, estos podrán ser usados para su futura aplicación en la práctica clínica.

Esta investigación es aleatorizada debido a que los especímenes de prueba fueron aleatorizados de manera que se formaron grupos randomizados en el cual se comparó el sellado marginal de tres tipos de resinas compuestas en cavidades tipo I con márgenes de dentina mediante dos técnicas clínicas de colocación de la resina una vez sometidas a un proceso de envejecimiento mediante termociclado.

3.2 Población y Muestra

Muestra del estudio

Para este estudio fueron seleccionados 30 dientes bovinos que cumplieron con los criterios de inclusión y de exclusión. Se escogieron dientes de origen bovino porque presentan características físicas y químicas similares a las de los dientes de humanos. Esta similitud nos permite realizar estudios con la misma relevancia clínica que podríamos encontrar en un estudio realizado sobre dientes humanos, ya que incluso se ha demostrado que la fuerza adhesiva de la dentina permanente bovina es similar a la que se encuentra en la dentina permanente coronal de piezas dentales de humanos (Schilke R, 1999).

Los dientes de humanos se han vuelto muy difíciles de conseguir porque las regulaciones que facultan su uso de manera legal se han ido endureciendo en el país y más aún con el devenir de la reciente pandemia de coronavirus, ya que para su utilización requiere de permisos específicos como la aprobación por parte del Ministerio de Salud del Ecuador y de la SENESCYT, e incluso una prueba PCR para asegurar que no tienen rastros del SARS COV2. Estos requerimientos nos han obligado a buscar sustitutos de del substrato dental que nos permitan realizar estudios de alta relevancia científica y que no se requiera de piezas dentales de humanos (Schilke R, 1999).

Tabla 1 Criterios de selección de los especímenes

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Dientes con coronas completas	Dientes desgastados
Extraídos hace no más de un mes	Dientes deciduos
Sin fracturas	Dientes con fracturas y fisuras
Sin alteraciones estructurales	Dientes con corona clínica corta
Dientes definitivos	Dientes con cámaras pulpares de más de 5mm de ancho

Procedimiento

Obtención de la muestra del estudio

Las piezas dentales fueron recolectadas del mercado de San Sebastián ubicado en Sangolquí, cantón Rumiñahui, en una distribuidora de carne del lugar. Las extracciones de

las piezas dentarias de los maxilares bovinos se realizaron en el lugar siguiendo protocolos quirúrgicos convencionales, utilizando elevadores rectos y un fórceps # 17, y luego fueron almacenados en un recipiente con hipoclorito de sodio al 5.25% para su desinfección por un período de 48h y posteriormente almacenados en solución salina al 0.9%.

Preparación de la muestra

De las piezas dentales obtenidas se seleccionaron 30 que cumplieran con todos los criterios de inclusión y exclusión. A estos especímenes se les removió el tejido periodontal con un bisturí y una hoja #15 y con una cureta de Gracey # 5-6. Luego se colocaron en Hipoclorito de sodio por 24h para remover cualquier resto sobrante de tejido periodontal y desinfección de los especímenes, y por último fueron almacenados en solución salina al 0.9% y 37°C para mantenerlos hidratados.

Después se cortó la corona clínica por la mitad de manera horizontal en relación con el eje dental con una cortadora de precisión (IsoMet 1000; Buehler Ltd., Lake Bluff, IL) a una velocidad de 300rpm con abundante irrigación. Luego se retiró la pulpa dental con limas tipo K de 31mm de la segunda serie y con tira nervios. Para la irrigación se utilizó hipoclorito de sodio al 5.25% para lavar desinfectar y remover el tejido pulpar. Para la obturación del conducto se utilizó un cemento sellador de conductos resinoso (Adseal META Biomed) y gutapercha termo plastificada. A continuación, se almacenaron en humedad relativa a 37°C.

Para facilitar la estandarización, manipulación y tallado de las cavidades se aplanó la superficie oclusal con un disco de lija para obtener un espécimen regular que nos permitió estandarizarlo con mayor precisión mediante el uso de guías de tallado impresas en una impresora 3D. Posteriormente, se realizó preparaciones cavitarias de 6mm de largo, 5mm de ancho, y 4mm de profundidad con fresas cilíndricas de borde redondeado de alta velocidad de grano medio (cinta azul 106um) para la reducción de tejido y de grano fino y

extrafino (cinta roja 63um y cinta amarilla 40um) para su pulido. La preparación de las cavidades se realizó en la superficie oclusal de la pieza dental. Cabe señalar que no se biselaron las preparaciones a nivel del borde cabo superficial (Loguercioa, 2004) (Zarrati,



Imagen 1: Recolección de dientes bovinos



Imagen 2 Guía de tallado colocada en la pieza dental

2010).

3.3 Operacionalización de variables.

Los 30 especímenes seleccionados se dividieron en 3 grupos principales de 10 especímenes cada uno de manera aleatoria de acuerdo con el material restaurador que se les



Imagen 3 Pieza dental con la cavidad preparada

iba a colocar: resina convencional (RC), resina Bulk Fill (RB), y resina Bulk Fill fluida (RBF).

En cada grupo principal (RC, RB y RBF), se realizó una subdivisión en dos subgrupos de acuerdo con la técnica usada para la colocación de la resina si era mediante una técnica en bloque (b), o una técnica incremental (i). De esta manera se conformó un total de 6 grupos RCb, RCi, RBb, RBi, RBFb, y RBFi.

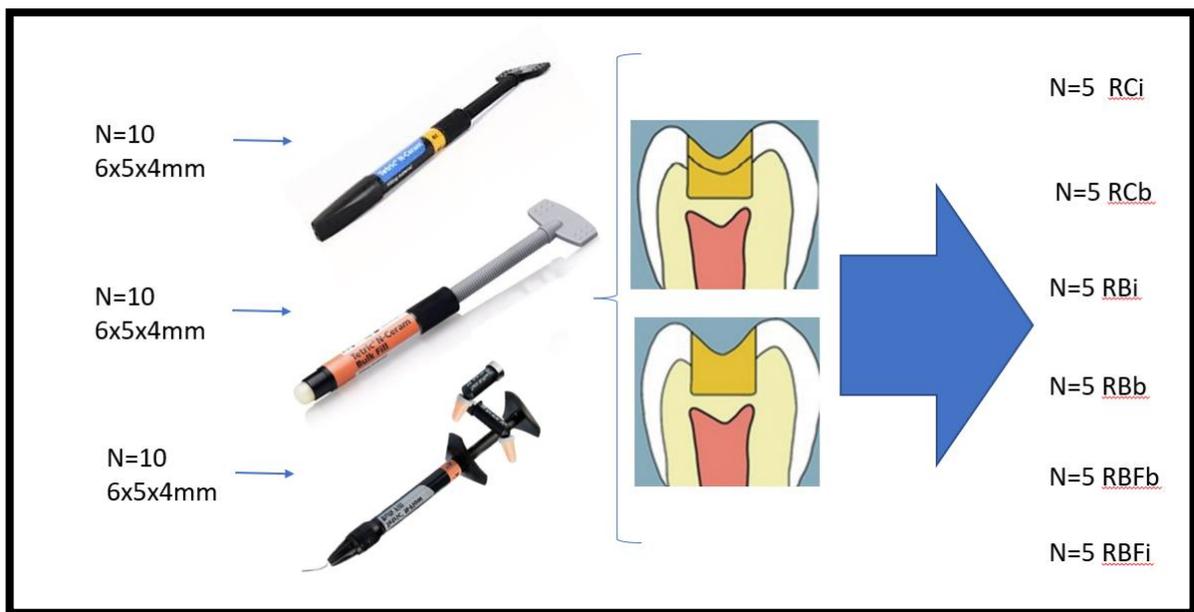


Imagen 4 Flujoograma de conformación de grupos

Proceso restaurativo

Técnica adhesiva

La estrategia adhesiva fue similar en los 30 especímenes. Esta consistió en el secado de la superficie y colocación de adhesivo universal (Tetric N Bond Universal de Ivoclar Vivadent), se frotó por 20 segundos y se polimerizó por 10 segundos (intensidad lumínica 1200mw) con lámpara de fotocurado de tercera generación



Imagen 5 Adhesivo universal Tetric N bond Universal (Ivoclar Vivadent)

(Bluephase N) y se procede a la colocación de las diferentes resinas con las respectivas técnicas en cada espécimen (Ende, 2017).

Aplicación de la resina compuesta en las cavidades



Imagen 6 Lámpara de fotocurado Blue Phase N (Ivoclar Vivadent)



Imagen 6 Resinas compuestas utilizadas de izquierda a derecha: resina Tetric N Ceram, Tetric N Ceram Bulk Fill, Tetric N Ceram Bulk Fill Flowable

Para la colocación de las diferentes resinas se emplearon 2 técnicas: incremental y en bloque. La técnica en bloque consiste en transportar en una sola intención una cantidad de resina que permita rellenar la totalidad de la cavidad. Mientras que para los grupos que se colocó la resina de manera incremental, se lo hizo mediante dos incrementos horizontales de 2mm de espesor (Corral Núñez C. V., 2015). El tiempo de polimerización de las distintas resinas está dictado por las indicaciones del fabricante. Por lo tanto, la resina convencional Tetric N Ceram fue fotopolimerizada durante 15s, mientras que la resina Tetric N Ceram Bulk Fill se fotopolimerizó por 10s, al igual que la resina Tetric N-Flow Bulk Fill que realizando la técnica incremental se polimerizaró el material por los mismos tiempos indicados anteriormente en cada capa incremental. Luego las muestras fueron almacenadas por 2 días a 37° C para completar su proceso de post-polimerización de la resina.



Imagen 7 Técnica monobloque de colocación de la resina (A: Transporte de la resina B: Manipulación y colocación de la resina dentro de la cavidad. C: Fotopolimerización).

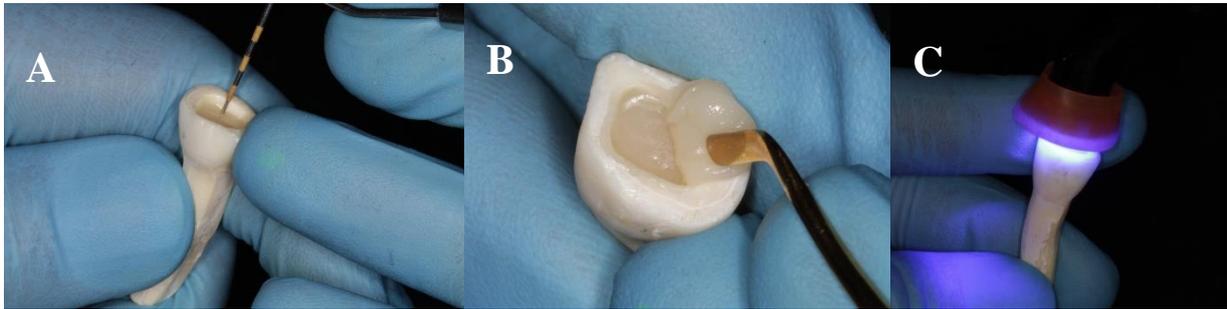


Imagen 8 Técnica de colocación incremental de la resina (A: Medición del espacio de 2mm de cada incremento; B: Colocación del segundo incremento; C: Fotopolimerización).

(Sof-Lex 3M), realizando 40 pasadas por la superficie de la restauración con cada uno de los 4 discos (grueso, medio fino y superfino), utilizando un kit para cada dos restauraciones para asegurar así un pulido uniforme y de calidad en todas las restauraciones.

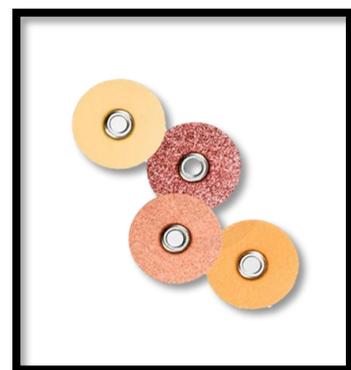


Imagen 9 Discos de pulido sof-lex (3M).

Envejecimiento y tinción de las muestras

Para realizar este estudio, los especímenes fueron sometidos a un proceso de termociclado de 25000 ciclos (OMC 300 TS, Odeme Dental Research; Luzerna city, Santa Catarina), con cambio de temperatura de entre 5 y 55°C de acuerdo con la norma ISO-

TR 11405 (Zarrati, 2010) y con tiempos de permanencia y transferencia de 20s (Nakata T, 2007). Posteriormente, los especímenes fueron barnizados a excepción de la zona oclusal a 2mm de los márgenes de las restauraciones y luego se colocaron en una solución de azul de metileno durante 72h. Seguidamente, se obtuvieron discos de 1mm de espesor con una cortadora de diamante de baja velocidad (IsoMet 1000; Buehler Ltd., Lake Bluff, IL) a una velocidad de 180rpm en sentido longitudinal, obteniendo 3 muestras de cada espécimen que posteriormente fueron fotografiados.

3.4 Medición de la microfiltración marginal

Los discos fueron fotografiados para posteriormente medir la filtración marginal en cada uno de los cortes de la restauración mediante un programa de medida de imágenes especializado (KLONK Image Measurement v. 21.7.1.0). Una vez que cada imagen fue ingresada, se midió primero las distancias que mostraban filtración marginal y luego la superficie completa de la restauración. Mediante la realización de una regla de tres se obtuvo el porcentaje de microfiltración marginal de cada muestra a un análisis estadístico (Andrade, 2007).

Aspectos éticos

El presente estudio no representa ningún riesgo de falta de ética, ya que se utilizaron materiales dentales con aprobación internacional y registro sanitario de la República del Ecuador. No se requirió de consentimiento informado ni se sacrificó a ningún animal con el propósito de realizar este estudio, y se tomaron todas las medidas de bioseguridad para la manipulación de los especímenes.

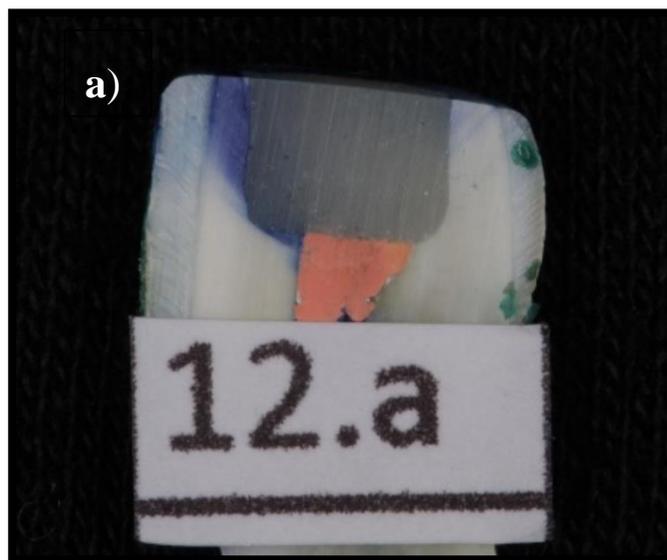


Imagen 10 Fotografía de la muestra 12.a



Imagen 12 Medición de las áreas con filtración marginal de la muestra 12.a

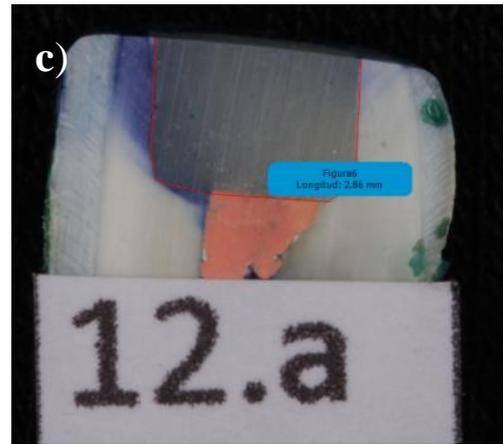


Imagen 13 Medición de las áreas con filtración marginal de la muestra 12.a

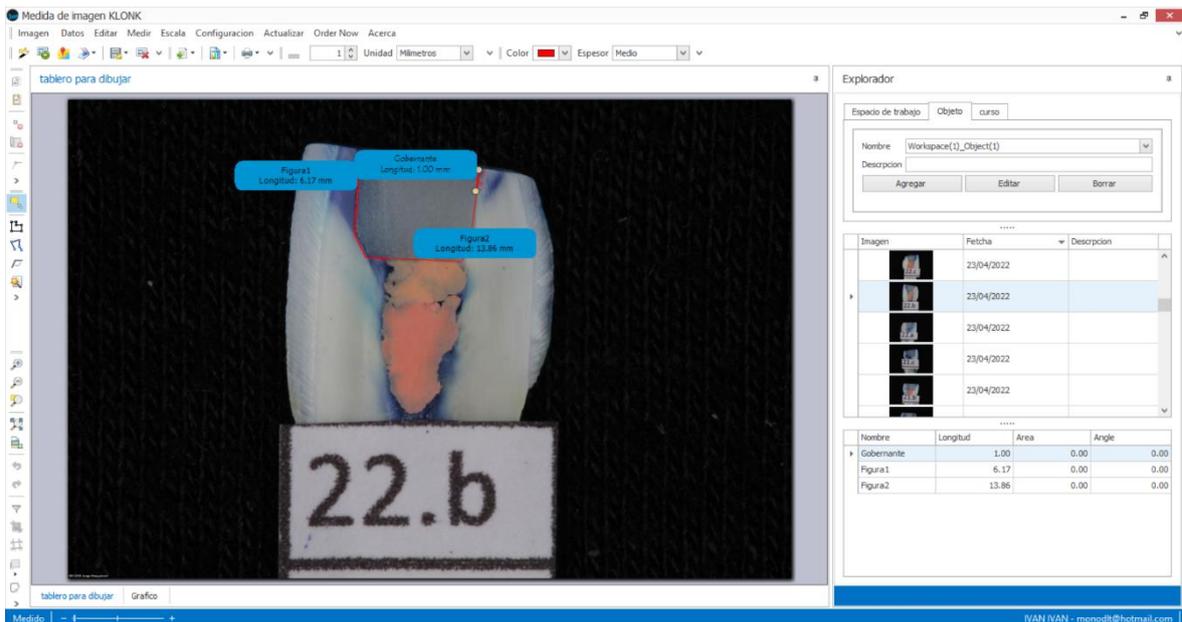


Imagen 13 Visualización de la ventana del software Klonk versión 21.7.1.0 mientras se analiza la muestra 22.b

4. ANÁLISIS DE DATOS

4.1 Análisis de los resultados.

Para la tabulación de los datos se hizo uso del programa Excel y para el procesamiento de los resultados se utilizó el programa SPSS v.26 en español. Los resultados exhiben el análisis descriptivo de cada material (Tetric N Ceram, Tetric N Bulk Fill y Tetric N Flow Bulk Fill), considerando en cada uno las dos técnicas empleadas (técnica incremental y en bloque). Se realizaron diferentes contrastes de hipótesis utilizando el estadístico T de Student y el Análisis de Varianza con el estadístico F de Fisher. Para determinar el estadístico se realizó pruebas de normalidad con el estadístico Shapiro-Wilk. El nivel de significancia utilizado para los contrastes fue de 5%. La información se presentó de forma tabular y gráfica.

Para llevar a cabo el análisis de diferencias entre técnica utilizada y tipo de material, se hizo una prueba de normalidad de los datos con el estadístico Shapiro-Wilk. El cual se muestra en la Tabla 2, donde todos los p-valores han resultado mayores que el nivel de significancia. Por tal motivo, se considera que los datos de las microfiltraciones marginales se distribuyen de forma aproximadamente normal.

Tabla 2 Resultado de la Prueba de Normalidad para la filtración marginal para cada tipo de material según, la técnica utilizada

Material	Técnica	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
RC	Bloque	0,892	15	0,072
	Capas	0,939	15	0,366
RB	Bloque	0,934	15	0,316
	Capas	0,964	15	0,765
RBF	Bloque	0,923	15	0,215
	Capas	0,916	15	0,167

Nota: nivel de significancia 5%

Con el análisis de varianza (Anova) se pudo observar en cada técnica si existen diferencias significativas entre los tres materiales. Aquí se muestran los resultados permitiendo llevar a cabo el siguiente contraste de hipótesis:

Ho: No existe diferencia entre la adaptación marginal de la resina convencional y la RCBF en cavidades clase I con la técnica incremental.

H1: Existe diferencia entre la adaptación marginal de la resina convencional y la RCBF en cavidades clase I con la técnica incremental.

(La regla de decisión es que si el p. valor > 5% no se rechaza HO, de lo contrario si p-valor < 5%

Aquí se muestra el análisis de varianza. Debido a que p. valor = 0,0012 es menor que el nivel de significancia de 0,05. Por lo que se concluye que hay una interacción significativa entre los tipos de material y la técnica. Además, el p. valor =0,0001 es menor que el nivel de significancia de 0,05, por lo que se concluye que el efecto principal del tipo de material

también es significativo y como el p. valor = 0,83 mayor que el nivel de significancia de 0,05 se concluye que el efecto principal de la técnica utilizada no es significativo.

Tabla 3 Resultado descriptivo de la microfiltración marginal para cada tipo de material según, la técnica utilizada

Material	Técnica	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
RC	Bloque	15	4,05	18,47	8,81	3,88
	Incremental	15	8,02	33,25	20,91	7,79
RB	Bloque	15	32,33	51,05	39,33	5,79
	Incremental	15	7,99	58,55	28,26	13,42
RBF	Bloque	15	27,05	92,61	52,66	20,64
	Incremental	15	36,56	78,42	50,03	11,60

La Tabla 3, refleja los valores de la cantidad de muestras en cada grupo de estudio. El valor mínimo, el valor máximo, la media y la desviación estándar para la filtración marginal. Se observó que en general el material Tetric N Ceram con la técnica en bloque, obtuvo el promedio más bajo con $8,81 \pm 3,88$ mm, con un valor mínimo de 4,05 y máximo de 18,47. El material con el promedio más elevado fue Tetric N Flow Bulk Fill con $52,66 \pm 20,64$ mm con un valor mínimo de 27,05 y máximo de 92,61 mm, aplicando la técnica bloque. Por otra parte, el material Tetric Bulk Fill mostró valores intermedios entre ambos siendo el menor $28,26 \pm 13,42$ mm para la técnica incremental.

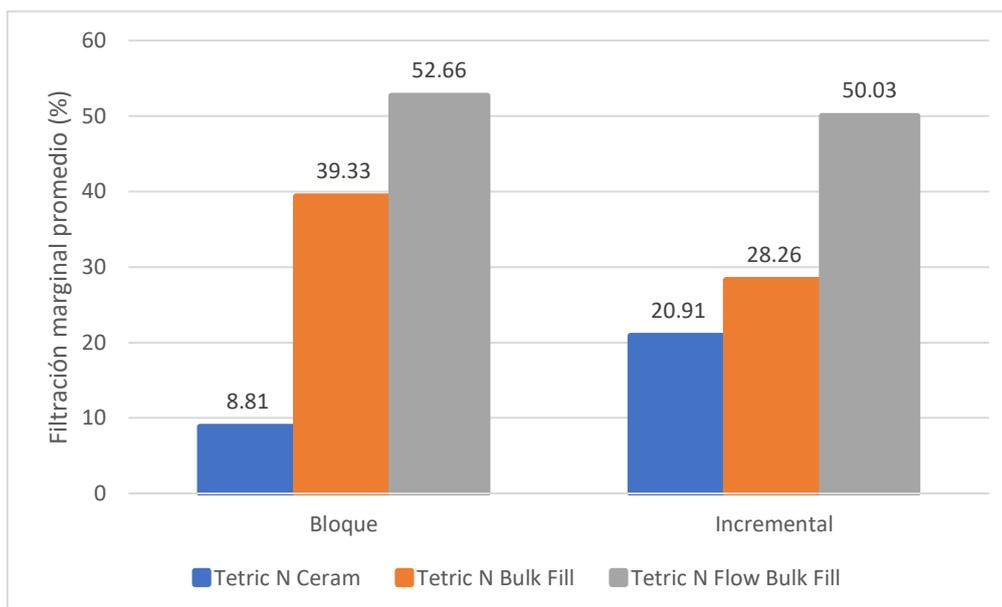


Figura 1 Gráfico de la filtración marginal promedio según, el material y el tipo de técnica utilizada.

Tabla 4 Promedio y desviación estándar de la microfiltración marginal de los tres materiales y las dos diferentes técnicas de aplicación

Material \ Técnica	RC	RB	RBF
Bloque	8.81 (± 3.88) Aa	39.33 (± 5.79) Ab	52.66 (± 20.64) Ac
Incremental	20.91 (± 7.79) Ba	28.26 (± 13.42) Ba	50.03 (± 11.60) Ab

Las medias seguidas de diferentes letras (letras mayúsculas dentro de la columna; minúscula dentro de la fila), son significativamente diferentes ($P < 0.05$). Los tres materiales presentan diferencias significativas al ser aplicados en la técnica en bloque. La RC y RB no presentaron diferencias significativas en la técnica incremental, mientras que la RBF presentó diferencias significativas frente a RB y RC en la técnica incremental. La RC y RB presentaron diferencias significativas al ser colocados en las diferentes técnicas.

Mientras que RBF no presentó diferencias significativas al ser colocado mediante la técnica incremental o en bloque.

5. DISCUSIÓN

En este estudio *in vitro* se evaluó el desempeño de tres resinas distintas, de una misma casa comercial, Ivoclar Vivadent, con el objetivo de evaluar la calidad del sellado marginal en dentina que estas ofrecen al ser preparadas y tratadas de la misma manera luego de un proceso de envejecimiento mediante termociclado de 25000 ciclos. Al analizar los resultados la hipótesis nula es rechazada ya que se presentaron diferencias significativas en la calidad del sellado marginal de cada grupo.

Se encontró también que la resina convencional obtuvo el sellado marginal de mejor calidad, estos hallazgos son concordantes con los de Miletic, en los que comprobó que las resinas convencionales mostraban menor filtración marginal que las de tipo Bulk Fill_(Vesna Miletic, 2016). Sin embargo, Benneti por su parte presentó resultados en los que no se encontraban diferencias significativas entre las resinas Bulk Fill_condensables y convencionales, pero si encontró diferencias significativas en relación con las resinas Bulk Fill fluidas que fueron las de peor sellado marginal (Benetti, 2015). Esto está de acuerdo con los hallazgos del presente estudio ya que compara la calidad del sellado marginal mediante una técnica incremental en el cual no se encontraron diferencias significativas entre la resina Bulk Fill_condensable y la convencional (Benetti, 2015). A pesar de estos hallazgos, la mayoría de los estudios apuntan en una dirección en la que se destaca el uso de resinas Bulk Fill_ya que presentan un sellado marginal similar al de las resinas convencionales independientemente de la técnica de colocación de la resina que se emplee (Van Ende, 2017) (Edson Alves Campos, 2014) (Alan Furness, 2014). Esta disparidad de resultados se explica por la gran diferencia que existe entre las distintas metodologías usadas en los estudios realizados, ya que no existe un método estándar de evaluación del sellado marginal de

los nuevos materiales, y se los somete a condiciones muy diversas lo cual incluso ocasiona resultados contradictorios (Sirley Mamede, 2018) (Zotti, 2021).

En el presente estudio al evaluar la calidad del sellado marginal de los tres materiales, tomando en cuenta únicamente los grupos en los que se aplicó una técnica monobloque, la resina compuesta convencional destaca en sus resultados sobre las otras dos, lo cual se explica porque al ser una cavidad de más de 2mm de profundidad no se produce una polimerización completa del material, reduciendo la cantidad del material polimerizado así como su grado de conversión y esto hace que también se reduzca la contracción por polimerización de la restauración, lo que a su vez reduce el estrés en la interfaz adhesiva; por lo tanto mejoraría la calidad del sellado marginal de estas restauraciones (Sartori, 2019) (Rizzante FAP, 2019) (Composites, 2008). En cuanto a la resina Bulk Fill_fluida que mostró el sellado marginal más deficiente frente a los otros dos materiales probados, se explica porque es la que presenta menor cantidad de relleno inorgánico y una mayor cantidad de monómeros en proporción a la cantidad de relleno de los distintos materiales usados; además al ser la más translúcida presenta un mayor grado de conversión, lo que a su vez genera mayor contracción inicial por un mayor grado de conversión, ya que permite mayor transmisión de luz a través de su estructura, lo que le facilita alcanzar un grado de conversión más elevado y uniforme (Van Ende, 2017) (Renally Bezerra Wanderley Lima, 2018) (Kyung-Jin Park, 2021).

Al observar los resultados obtenidos en este estudio tomando en cuenta únicamente las muestras aplicadas mediante la técnica incremental vemos que la resina convencional si bien fue la única en la que su desempeño empeoró de una manera muy significativa, sigue siendo la que mejor se comporta en este experimento, ya que su porcentaje de microfiltración marginal es significativamente menor al que muestra la resina Bulk Fill fluida y además también presenta

menor microfiltración promedio que la resina Bulk Fill compactable. Sin embargo, no es una diferencia estadísticamente significativa. El incremento de la microfiltración marginal de la resina compuesta al ser colocada en capas de 2mm, se explica si consideramos que este incremento permite asegurar un adecuado grado de polimerización del material, a diferencia de lo que ocurría al intentar polimerizarla en un bloque de 4mm de profundidad, donde el grado de conversión va a ser bastante menor superados los 2 mm de profundidad. Por ende al utilizar la técnica incremental se produce una acumulación de estrés en las paredes de la cavidad lo que hace que se reduzca la calidad del sellado marginal (Sartori, 2019) (Fok, 2018) (Laura García Marí, 2019) (Miroslaw Orłowski, 2015). Sin embargo, al comparar la resina compuesta convencional frente a la de tipo Bulk condensable colocadas mediante una técnica incremental no se encontraron diferencias significativas, lo cual es concordante con los hallazgos de otros autores como Benneti o García que en su estudio evaluaron la formación del gap marginal tanto una vez terminada la polimerización como luego de someter las muestras a un proceso de envejecimiento obteniendo diferencias significativas entre una medición con otra, con resultados que se encuentran alineados con los hallazgos del presente estudio, el cual si bien no fue con una diferencia significativa si se tuvo un menor porcentaje promedio de microfiltración marginal en la resina convencional así como también una menor dispersión de datos de los resultados, lo que se podría interpretar como una mayor predictibilidad clínica del comportamiento de la resina compuesta convencional, respecto al comportamiento a largo plazo de las resinas tipo Bulk Fill, que presentan una mayor dispersión de datos de los resultados (Benetti, 2015) (Laura García Marí, 2019) (Alan Furness, 2014) (Peutzfeldt, 2018) (Van Ende, 2017).

Por otro lado, al utilizar una técnica incremental para colocar la resina Bulk Fill esta mostró una calidad del sellado marginal significativamente mejor que con la técnica en bloque (en bloque

39.33% a 28.26% de forma incremental), este resultado difiere de lo encontrado por Furness así como por Costa, que en sus investigaciones no encontraron diferencias significativas al modificar la técnica de colocación de la resina, comparando la técnica incremental con la técnica en bloque, esto podría deberse a que en este estudio se sometieron las muestras a un proceso de envejecimiento mucho más agresivo, lo cual causa mayor fatiga al material, ocasionando una mayor filtración marginal principalmente en la técnica monobloque ya que esta, genera mayor estrés de contracción por un aumento en el volumen del material polimerizado lo cual se contrarresta parcialmente con la técnica incremental ya que se genera una deformación del material en la cara libre que permite usar una mayor cantidad de producto al colocar la capa final (Alan Furness, 2014) (Costa, 2016) (Malhotra, 2010).

En lo que concierne a la resina Bulk Fill fluida, mostró la peor calidad de sellado marginal de los tres materiales en este experimento, y aunque presentó una leve mejoría al colocarla en la cavidad mediante la técnica incremental, esta mejoría de su desempeño no fue significativa (filtración del 52% técnica monobloque, 50% técnica incremental). La magnitud de la contracción de las resinas compuestas está directamente relacionada a la concentración de relleno presente, y pese a que se incorporan monómeros de baja contracción de polimerización, al parecer no son suficientes para compensar la baja cantidad de relleno de este material comparado con las otras resinas, ya que su porcentaje es de 45% de relleno inorgánico con partículas de entre 0.1 y 30um con un tamaño promedio de partícula de 5um. (Ferracane, 2005) (Sheikh, 2022) (Vivadent, 2023).

En cuanto a las técnicas de manejo de las resinas compuestas existen varios criterios y teorías que validan el uso de una técnica monobloque o una incremental (Malhotra, 2010). De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se podría recomendar el uso de la técnica incremental para la colocación de resina convencional y la resina Bulk Fill, esto se explica debido a la

teorización de que al realizar varios incrementos se reduce el factor C, y también en la cara libre se produce una deformación del material restaurador, que permite posteriormente utilizar un mayor volumen de material para la cavidad compensando así la contracción de polimerización. Sin embargo, existe una corriente que sugiere el uso de una técnica monobloque ya que al realizar la técnica incremental no se tienen en cuenta el estrés y la deflexión cuspídea que las primeras capas generan sobre las paredes de la pieza dental lo cual es difícil de cuantificar y muchos estudios no lo toman en cuenta (Vesna Miletic, 2016). Además, la deformación del material entre capa y capa ocasiona que se tenga un mayor volumen de material, lo cual eleva el estrés de contracción; sin embargo, los estudios se muestran alineados en una tendencia hacia el uso de una técnica incremental oblicua sin realizar un excesivo número de incrementos (Vesna Miletic, 2016) (Malhotra, 2010) (Fok, 2018).

Un hecho destacable de la metodología con la que se realizó esta investigación es el extenso periodo de termociclado al que se sometieron las muestras, el cual no es comparable a ningún otro estudio encontrado previamente. Esto se realizó con el fin de causar una gran fatiga a la interfaz adhesiva, para así simular de cierta forma un periodo de uso prolongado de estos materiales en la cavidad oral. Sin embargo, si bien esto puede influir en la predictibilidad del tratamiento, por si solo es una prueba insuficiente para dar un veredicto final sobre el desempeño de estos materiales a largo plazo porque dentro de la cavidad oral influyen un gran número de factores que resultan imposibles de simular, por lo que es necesario tomar este estudio como un medio de orientación y referencia para futuras investigaciones, y no como una guía clínica sobre las aplicaciones de estos materiales.

6. CONCLUSIONES

1. La resina compuesta convencional mostró mejor calidad del sellado marginal en comparación con los otros materiales y sus resultados se muestran más predecibles.
2. Existen diferencias significativas en la calidad del sellado marginal de los distintos materiales empleados en este estudio, siendo la resina compuesta convencional la que consiguió un mejor resultado al ser comparada con las otras.
3. En la calidad del sellado marginal, la resina fluida Bulk Fill fluida es la que presentó el peor desempeño, así como la menor predictibilidad.
4. La técnica de aplicación de la resina dentro de la cavidad es un factor determinante de la calidad del sellado marginal, considerando los resultados obtenidos se podría concluir que el uso de una técnica incremental mejora la calidad del sellado marginal de las diferentes resinas compuestas.

7. RECOMENDACIONES

Existen pocos estudios clínicos sobre el desempeño clínico de las resinas Bulk Fill_a largo plazo por lo que es importante mantenernos a la expectativa de investigaciones clínicas venideras, ya que las disponibles no superan los seguimientos de más de 2 o 3 años lo cual resulta insuficiente.

En base a los resultados del presente estudio se recomienda la colocación de resinas compuestas mediante una técnica incremental, para lograr un sellado marginal de mejor calidad, porque si se aplica con una técnica en bloque se tiene una mayor filtración marginal.

La colocación de resinas compuestas mediante la técnica en bloque nos entrega resultados más predecibles que en la técnica incremental, por lo que combinar distintos materiales podría ofrecernos mayores ventajas clínicas en los tratamientos realizados.

8. REFERENCIAS

- Agarwal, R. S. (2015). Agarwal, R. S., Hiremath, Evaluation of cervical marginal and internal adaptation using newer bulk fill composites: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry*, 56-61.
- Alan Furness, M. Y. (2014). Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *Journal of dentistry*, 439-449.
- Al-Harbi, F. (2015). Marginal Integrity of Bulk Versus Incremental Fill Class II Composite Restorations. *Operative Dentistry*, 146-156.
- Andrade, M. F. (2007). Marginal adaptation and microtensile bond strength of composite indirect restorations bonded to dentin treated with adhesive and low-viscosity composite. *dental materials*, 279-287.
- Beata Dejak, A. M. (2014). A comparison of stresses in molar teeth restored with inlays and direct restorations, including polymerization shrinkage of composite resin and tooth loading during mastication. *Dental Materials*, 1-11.
- Benetti, C. H.-P. (2015). Bulk-Fill Resin Composites: Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation. *Operative Dentistry*, 1-11.
- Boaro, G. G. (2013). Sortion, Solubility, shrinkage and mechanical properties of “low-shrinkage” commercial resin composites. *Dental Materials*, 398-404.
- Boaro, L. C. (2019). Clinical performance and chemical physical properties of bulk fill composite resin: A systematic review. *Dental materials*, 249-264.

- Carneiro, D. V. (2016). Longevity of direct and indirect resin composite restorations in permanent posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 1-12.
- Chandrasekhar, R. L. (2017). Incremental techniques in direct composite restoration. *J Conserv Dent*, 386-391.
- Chesterman, J. G. (2017). Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *BRITISH DENTAL JOURNAL*, 337-344.
- Composites, E. o. (2008). L. Feng, R. Nunez, R. Carvalho, B. I. Suh. *Journal of Biomedical Materials*, 482-491.
- Corral Núñez, C. V. (2015). STATE OF THE ART OF BULK-FILL RESIN-BASED COMPOSITES: A REVIEW. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 177-196.
- Costa, R. S. (2016). Influence of Adhesive Type and Placement Technique on Postoperative Sensitivity in Posterior Composite Restorations. *Operative Dentistry*, 1-12.
- Edson Alves Campos, S. A. (2014). Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites . *Journal of dentistry*, 1-7.
- Ende, A. V. (2013). Bulk Filling of high C-factor posterior cavities: Effect on adhesion to cavity-bottom dentin. *Dental Materials*.
- Ende, A. V. (2017). Bulk Fill Composites: A Review of The Current Literature. *Quintessence*, 95-109.
- Ferracane, J. L. (2005). Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dental Materials*, 36-42.

- Fok, A. W. (2018). The two sides of the C-factor. *Dental Materials*, 649-656.
- Fronza, R. F. (2015). Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dental Materials*, 1542-1551.
- Gerula-Szymanska, A. (2020). Marginal integrity of flowable and packable bulk fill materials used for class II restorations —A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Dental Materials Journal*, 335-344.
- Hooshmand, T. N. (2013). Management of Shrinkage Stresses in Direct Restorative Light-Cured Composites: A Review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 305-313.
- Ilie, B. S. (2013). Bulk-fill Resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Operative Dentistry*, 618-625.
- Julian Satterthwaite, K. D. (2009). Effect of resin-composite filler particle size and shape on shrinkage–strain. *Dental Materials*, 1612-1615.
- Kopperud SE, T. A. (2012). Longevity of posterior dental restorations and reasons for failure. *European Journal of Oral Sciences*, 539-548.
- Krishna Muppalla, V. H. (2020). Effect of modulated photoactivation of bulkfill composite on microleakage in fluorosed and nonfluorosed teeth: A confocal laser scanning microscopy study. *Journal of Conservative Dentistry*, 180-184.
- Kyung-Jin Park, M. P. (2021). Evaluation of low-viscosity bulk-fill composites regarding marginal and internal adaptation. *Springer*, 139-148.

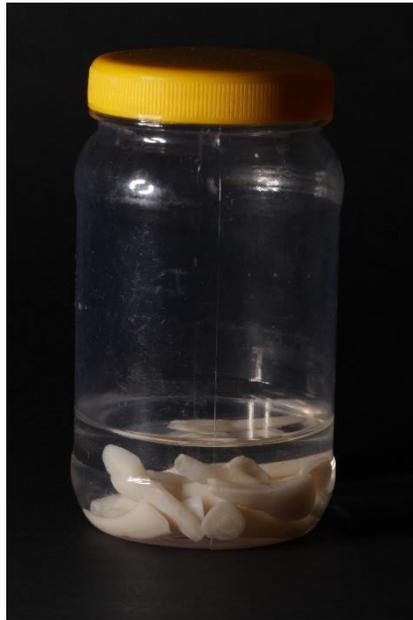
- Laura García Marí, A. C. (2019). In vitro evaluation of microleakage in Class II composite restorations: High viscosity bulk-fill vs conventional composites. *Dental Materials Journal*, 721-727.
- Lima, R. B. (2018). Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry*, 492-501.
- Loguercioa, A. R. (2004). Polymerization shrinkage: effects of boundary conditions and filling technique of resin composite restorations. *Journal of Dentistry*, 459-470.
- Malhotra, N. (2010). Strategies to Overcome Polymerization Shrinkage – Materials and Techniques. A Review. *Dental Materials*, 115-125.
- Mantri, S., & Mantri, S. (2013). Management of shrinkage stresses in direct restorative light-cured composites: a review. *J Esthet Restor Dent.*, 305-313.
- María García Gargallo, J. A. (2011). Propiedades estéticas de las resinas compuestas. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica*, 11-22.
- Mirosław Orłowski, B. T. (2015). Evaluation of Marginal Integrity of Four Bulk-Fill Dental Composite Materials: In Vitro Study. *The Scientific World Journal*, 1-8.
- Muhittin Ugurlu, F. S. (2022). A 3-year retrospective study of clinical durability of bulk-filled resin composite restorations. *Restorative dentistry and endodontics*, 1-11.
- Munk, D. (2005). A Critical Review of the Durability of Adhesion to Tooth Tissue: Methods and Results. *J Dent Res*, 118-132.
- Mutluay, R. F. (2014). Effect of using proper light-curing techniques on energy delivered to a Class 1 restoration. *Quintessence Int*, 549-556.

- Nakata T, F. M. (2007). Effect of a new thermal cycling method on bond strength of two-step self-etching adhesive systems. *Dental Materials Journal*, 635-641.
- Nicoleta Ilie, K. S. (2014). Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *Journal of dentistry*, 1-9.
- Nicoleta Ilie, R. H. (2011). Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR technology. *Dental Materials*, 348-355.
- Park J, C. J. (2008). How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk . *Dental Materials*, 1501-1505.
- Peutzfeldt, A. (2018). Marginal Gap Formation in Approximal “Bulk Fill” Resin Composite Restorations After Artificial Ageing. *Operative dentistry*.
- Phillips. (2004). *Ciencia de los materiales dentales*. Madrid: Elsevier.
- Renally Bezerra Wanderley Lima, C. C.-G. (2018). Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry*, 492-501.
- Rizzante FAP, D. J. (2019). Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dental Materials*, 403-410.
- Rizzante, F. A. (2018). Shrinkage stress and elastic modulus assessment of bulk-fill composites. *Journal of applied oral science*, 1-9.
- Rodríguez, M. d. (2018). Revisión de resinas Bulk Fill: estado actual. *RAAO*, 55-60.
- Rubeena Abdul Azeem, N. M. (2018). Clinical performance of direct versus indirect composite restorations in posterior teeth: A systematic review. *Journal of conservative dentistry*, 2-9.

- Rüttermann S, B. A. (2013). Shear bond strength and fracture analysis of human vs. bovine teeth. *PLoS One*.
- Sartori, K. A. (2019). Effects of Light Attenuation through Dental Tissues on Cure Depth of Composite Resins. *ACTA STOMATOLOGICA CROATICA*, 95-105.
- Schilke R, B. O. (1999). Bovine dentin as a substitute for human dentin in shear bond strength measurements. *Am J Dent*.
- Schneider, C. L. (2014). Shrinkage stresses generated during resin-composite applications: a review. *Dental Materials*, 1-11.
- Sheikh, A. (2022). Marginal Adaptation of Different Bulk-fill Composites: A Microcomputed Tomography Evaluation. *Oman medical journal*, 37.1.
- Simone De Liperid, D. N. (2002). An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations. *The Journal of the American Dental Association*, 1387-1398.
- Sirley Mamede, C. A. (2018). Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 1-13.
- Soares, R. M. (2017). An Evaluation of the Light Output from 22 Contemporary Light Curing Units. *Braz Dent J*, 362-371.
- Vaca Altamirano, M. S. (2021). La resina Bulk Fill como material innovador. Revisión bibliográfica. *Dilemas contemporáneos*, 1-21.

- Van Ende, D. M. (2017). Bulk-fill composites: a review of the current literature. *J Adhes Dent*, 95-110.
- Vesna Miletic, D. P. (2016). Local deformation fields and marginal integrity of sculptable bulk-fill, low-shrinkage and conventional composites. *Dental Materials*, 1-11.
- Vivadent, I. (2023). *Ivoclar Vivadent*. Obtenido de <https://downloadcenter.ivoclar.com/>
- Zarrati, F. M. (2010). Marginal Adaptation of Indirect Composite, Glass-Ceramic Inlays and Direct Composite: An In Vitro Evaluation. *Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences*, 77-83.
- Zotti, F. F. (2021). Microleakage of Direct Restorations-Comparison between Bulk-Fill and Traditional Composite Resins: Systematic Review and Meta-Analysis. *European journal of dentistry*, 755-767.

ANEXOS



Recolección y almacenamiento de las piezas dentales en hipoclorito de sodio al 5.25%

Elaboración y fuente: Autor

Recolección de la muestra



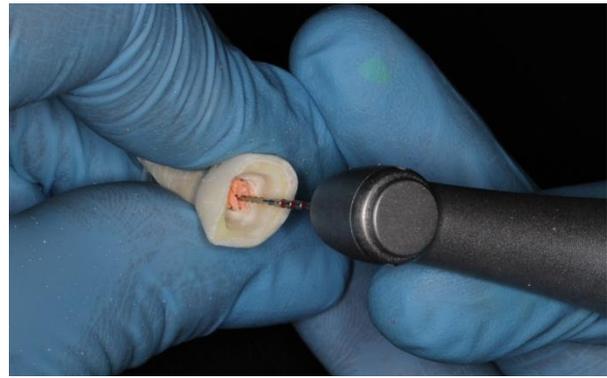
A: muestras que cumplen criterios de inclusión, y B: muestras excluidas.

Elaboración y fuente: Autor

Preparación de la muestra



Remoción de tejido pulpar con lima K.
Elaboración y fuente: Autor



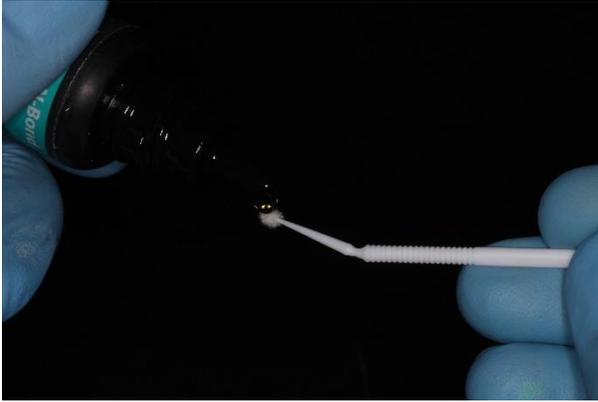
Condensación de la gutapercha.
Elaboración y fuente: Autor

Tabla de conformación de los grupos

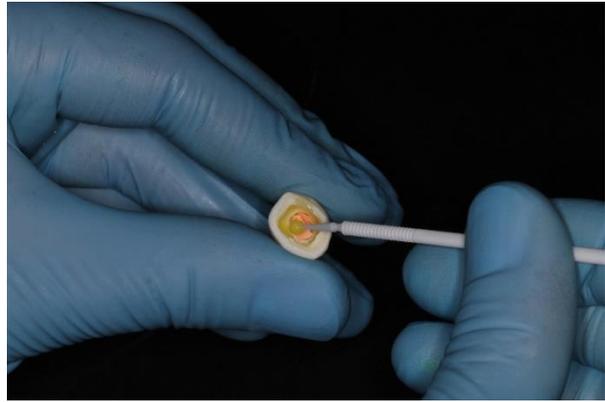
Tetric N Ceram		Tetric N Bulk Fill		Tetric N Bulk Flowable	
1--5	6--10	11--15	16--20	21--25	26--30
Bloque	Capas	Bloque	Capas	Bloque	Capas
1.a	6.a	11.a	16.a	21.a	26.a
1.b	6.b	11.b	16.b	21.b	26.b
1.c	6.c	11.c	16.c	21.c	26.c
2.a	7.a	12.a	17.a	22.a	27.a
2.b	7.b	12.b	17.b	22.b	27.b
2.c	7.c	12.c	17.c	22.c	27.c
3.a	8.a	13.a	18.a	23.a	28.a
3.b	8.b	13.b	18.b	23.b	28.b
3.c	8.c	13.c	18.c	23.c	28.c
4.a	9.a	14.a	19.a	24.a	29.a
4.b	9.b	14.b	19.b	24.b	29.b
4.c	9.c	14.c	19.c	24.c	29.c
5.a	10.a	15.a	20.a	25.a	30.a
5.b	10.b	15.b	20.b	25.b	30.b
5.c	10.c	15.c	20.c	25.c	30.c

Distribución de los grupos

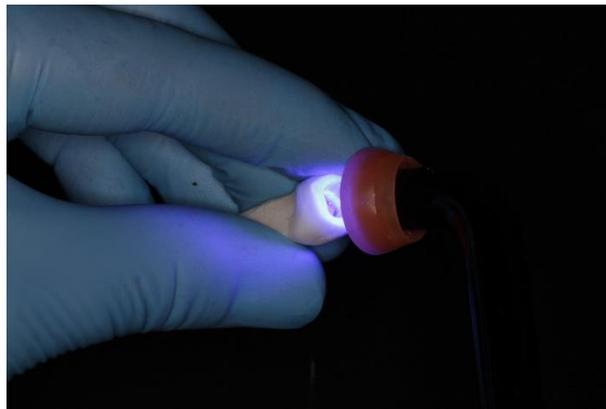
Proceso restaurativo



Adhesivo Tetric N Bond Universal
Elaboración y fuente: Autor



Colocación del adhesivo
Elaboración y fuente: Autor



Polimerización del adhesivo
Elaboración y fuente: Autor



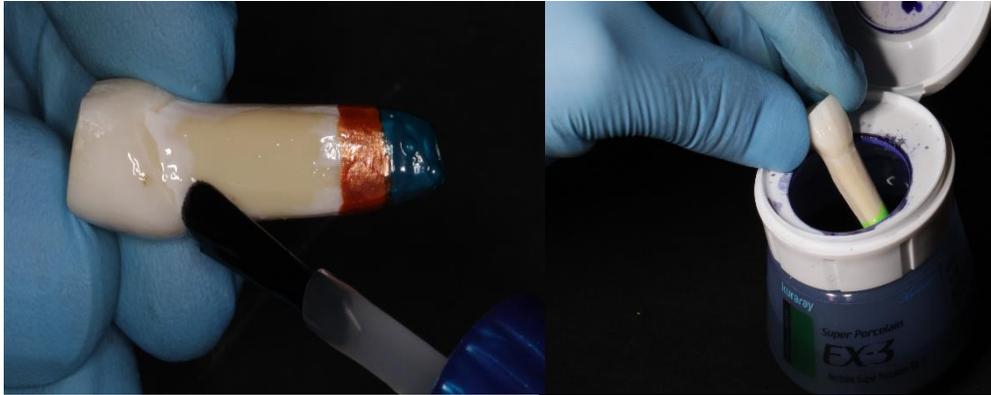
Colocación de resina mediante técnica en bloque.

Elaboración y fuente: Autor



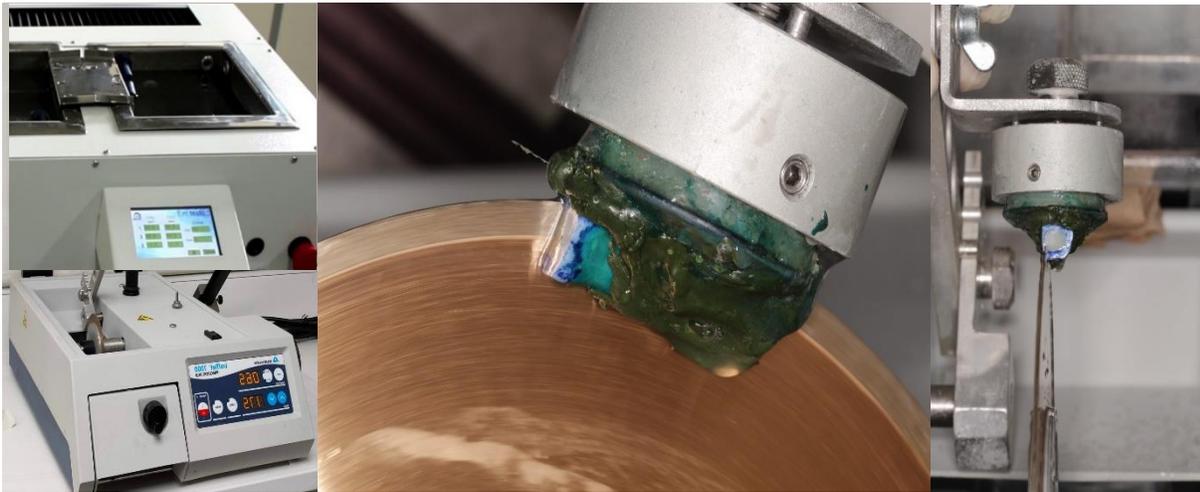
Colocación de resina mediante técnica incremental

Elaboración y fuente: Autor



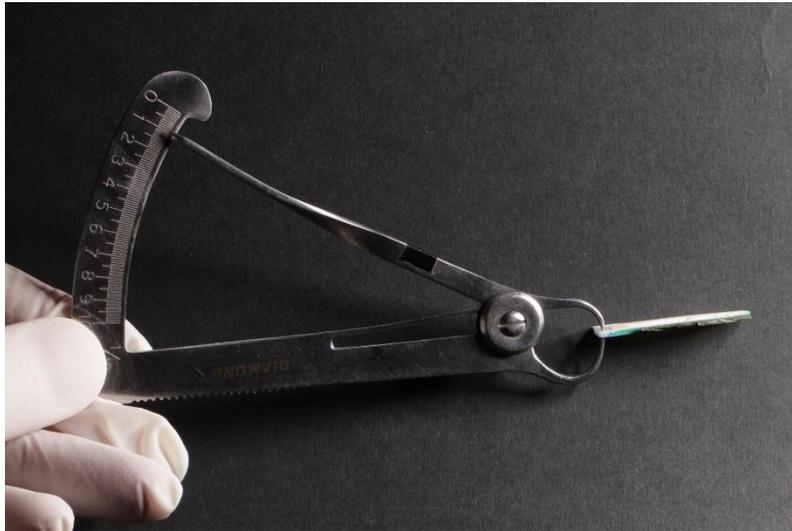
Barnizado y colocación de los especímenes en azul de metileno

Elaboración y fuente: Autor



Termociclado y corte de las muestras

Elaboración y fuente: Autor



Corte de la muestra calibrado de 1mm

Elaboración y fuente: Autor



Imágenes de las muestras

Elaboración y fuente: Autor

Tabla de recolección de datos

Muestra	Infiltración	Infiltración	Infiltración Total	Longitud total	Filtración marginal %
1.a	0.37	0.27	0.64	6.26	10.22
1.b	0.3	0.21	0.51	6.36	8.02
1.c	0.7	0.44	1.14	22.64	5.04
2.a	1	1.33	2.33	21.54	10.82
2.b	1	1.48	2.48	28.97	8.56
2.c	1	0.71	1.71	18.73	9.13
3.a	1	1.51	2.51	54.92	4.57
3.b	1.1	0.35	1.45	29.99	4.83
3.c	1	0.3	1.3	13.09	9.93
4.a	1	0.14	1.14	10.25	11.12
4.b	1	1.17	2.17	49.11	4.42
4.c	1	0.24	1.24	30.61	4.05
5.a	1	0.09	1.09	5.9	18.47
5.b	1	0.13	1.13	9.69	11.66
5.c	1	0.15	1.15	10.15	11.33
6.a	1	0.05	1.05	3.88	27.06
6.b	1	0.1	1.1	4.21	26.13
6.c	1	0.05	1.05	4.09	25.67
7.a	1	2.03	3.03	20.96	14.46
7.b	1	2.01	3.01	16	18.81
7.c	1	4.35	5.35	16.09	33.25
8.a	1	0.91	1.91	23.48	8.13
8.b	1	15.53	16.53	70.82	23.34
8.c	1	3.2	4.2	20.68	20.31
9.a	1	0.8	1.8	22.43	8.02
9.b	1	0.99	1.99	19.6	10.15
9.c	1	0.23	1.23	4.15	29.64
10.a	1	0.12	1.12	5.19	21.58
10.b	1	0.22	1.22	6	20.33
10.c	1	2.84	3.84	14.35	26.76
11.a	1	17.48	18.48	38.53	47.96
11.b	1	0.18	1.18	3.65	32.33
11.c	1	0.17	1.17	3.38	34.62
12.a	1.24	0.22	1.46	2.86	51.05
12.b	1.18	0.05	1.23	2.77	44.40
12.c	0.06	1.21	1.27	2.84	44.72

13.a	0.1	1.11	1.21	3.32	36.45
13.b	0.12	1.05	1.17	3.31	35.35
13.c	0.13	1.03	1.16	3.18	36.48
14.a	1.09	0.07	1.16	2.71	42.80
14.b	1.08	0.1	1.18	2.88	40.97
14.c	1.1	0.02	1.12	2.85	39.30
15.a	1.03	0.13	1.16	3.07	37.79
15.b	1	0.16	1.16	3.5	33.14
15.c	1	0.13	1.13	3.46	32.66
16.a	1	2.92	3.92	21.73	18.04
16.b	1	4.47	5.47	13.93	39.27
16.c	1	13.45	14.45	24.68	58.55
17.a	1	0	1	3.94	25.38
17.b	1	11.59	12.59	37.26	33.79
17.c	4.3	1	5.3	12.75	41.57
18.a	1.13	0.04	1.17	3.42	34.21
18.b	1	0.08	1.08	3.81	28.35
18.c	1.09	0.09	1.18	3.25	36.31
19.a	1	1.54	2.54	31.8	7.99
19.b	1	0.68	1.68	5.25	32.00
19.c	1	0.13	1.13	4.29	26.34
20.a	1	2.57	3.57	35.68	10.01
20.b	1	2.68	3.68	24.31	15.14
20.c	1	1.28	2.28	13.46	16.94
21.a	1.49	0.73	2.22	2.83	78.45
21.b	1.04	0.67	1.71	3.01	56.81
21.c	1.24	0.43	1.67	2.18	76.61
22.a	1.79	0.09	1.88	2.03	92.61
22.b	6.17	1	7.17	13.86	51.73
22.c	1	3.86	4.86	10.16	47.83
23.a	1.05	0	1.05	1.93	54.40
23.b	1.13	0	1.13	3.19	35.42
23.c	0.83	0	0.83	2.02	41.09
24.a	1	1.29	2.29	2.97	77.10
24.b	1.96	1	2.96	5.22	56.70
24.c	1	1.67	2.67	7.57	35.27
25.a	1	0.14	1.14	3.88	29.38
25.b	2.48	1	3.48	11.81	29.47
25.c	1	9.27	10.27	37.96	27.05
26.a	1	7.5	8.5	13.69	62.09
26.b	1	3.85	4.85	9.99	48.55
26.c	1	3.58	4.58	10.04	45.62
27.a	1	6.05	7.05	8.99	78.42

27.b	1.02	0.17	1.19	2.98	39.93
27.c	1	5.22	6.22	14.45	43.04
28.a	0.25	1.16	1.41	2.85	49.47
28.b	1	6.13	7.13	12.09	58.97
28.c	1	4.16	5.16	9.21	56.03
29.a	1	4.11	5.11	13.4	38.13
29.b	1	2.89	3.89	10.64	36.56
29.c	1	3.56	4.56	11.98	38.06
30.a	1	5.89	6.89	11.47	60.07
30.b	4.6	1	5.6	13.34	41.98
30.c	10.42	1	11.42	21.36	53.46