



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO COMPARATIVO DE PROPIEDADES FÍSICAS
EN RESINAS BULK FILL VS RESINAS COMPUESTAS
CONVENCIONALES.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

GABRIELA BENICIO SANTOS

TUTOR: Dr. GABRIEL SÁEZ ESPÍNOLA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecida con Dios por lo bueno que es en mi vida. “Por qué Jehová da la sabiduría y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia”.

Gracias a mi padre Jesús Benicio, a mi madre Rosario Santos, mis hermanos: Jesús Alberto, Vanessa y Esmeralda que con amor y paciencia me apoyaron durante todo el difícil proceso de terminar la carrera de cirujano dentista.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por ser mi segundo hogar, que sin nada a cambio me ofreció una carrera, amigos increíbles, experiencias inolvidables, conocimiento y un amor bonito Cesar David Soriano.

Gracias a todos los Doctores del laboratorio de materiales dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPEI), de la Facultad de Odontología, por compartirme su conocimiento y sabiduría.

GRACIAS.



ÍNDICE

| | |
|----------------------------------------------------|----|
| I INTRODUCCIÓN | 5 |
| II ANTECEDENTES | 6 |
| III MARCO TEORICO | 10 |
| 3.1 RESINAS COMPUESTAS | 10 |
| 3.1.1 Composición | 10 |
| 3.1.2 Clasificación | 13 |
| 3.1.3 Fotoactivación | 17 |
| 3.1.4 Indicaciones | 17 |
| 3.2 RESINAS BULKFILL | 18 |
| 3.2.1 Clasificación de las resinas Bulk Fill | 19 |
| 3.3 PROPIEDADES FÍSICAS | 20 |
| IV PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 24 |
| V JUSTIFICACIÓN | 25 |
| VI HIPÓTESIS | 26 |
| 6.1 Hipótesis alterna | 26 |
| 6.2 Hipótesis nula | 26 |
| VII OBJETIVOS | 27 |
| 7.1 Objetivo general | 27 |
| 7.2 Objetivos específicos | 27 |
| VIII METODOLOGÍA | 28 |
| 8.1 Tipo de estudio | 28 |
| 8.2 Población de estudio | 28 |
| 8.3 Criterios de inclusión | 28 |
| 8.4 Criterios de exclusión | 28 |
| 8.5 Variable independiente | 29 |
| 8.6 Variable dependiente | 29 |
| 8.7 Materiales e instrumentos | 29 |
| 8.8 Método | 31 |



| | |
|--------------------------------------|----|
| IX RESULTADOS | 42 |
| X DISCUSIÓN..... | 50 |
| XI CONCLUSIONES..... | 52 |
| XII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 53 |



I INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas han sido una parte importante para la odontología estética, ya que son los materiales más demandados en la consulta dental.

Gracias al Dr. RL Bowen en 1962 se introduce un polímero reforzado con una fase orgánica, una fase inorgánica y un agente de unión, que se conoce como resina compuesta.

Las primeras resinas compuestas creadas por el Dr. Bowen eran de curado químico pero tenían grandes desventajas; así que a partir de 1970 las resinas compuestas eran fotocurables, primero crearon un sistema iniciador por luz UV. Posteriormente crearon resinas compuestas polimerizadas por luz visible así que se necesitaba una longitud de onda de 420-460 nm para poder ser polimerizadas.

El desarrollo de las resinas ha sido constante, lo que genera una continua actualización y es por ello que las casas comerciales en 2010 introducen una resina en bloque, que promete ser polimerizada en capas de 4-5mm, en solo 10s; llamada resina Bulk Fill.

Esta resina genera una gran controversia debido a que los fabricantes dicen que la resina Bulk Fill mantiene las mismas propiedades que una resina compuesta incremental.

El objetivo de este trabajo es presentar la evaluación de algunas propiedades físicas presentes en las resinas Bulk Fill y resinas compuestas incrementales siendo comparadas y aportar información evidente al odontólogo que pueda proporcionarle los criterios a tomar en cuenta para la selección de los materiales de restauración.



II ANTECEDENTES

El desarrollo de las resinas compuestas fue durante la primera mitad del siglo XX y tuvo su origen al tratar de sustituir a las amalgamas.¹

La restauración estética se inició con los cementos de silicato, ya que era lo más parecido al color del diente aunque este material tenía grandes desventajas como el desgaste.²

En los años 40 las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato reemplazaron a los silicatos y estas resinas presentaron baja resistencia al desgaste y contracción de polimerización muy elevada, por lo que se buscó otro material con menos desventajas.¹

En Noviembre de 1962, el Dr. R.L. Bowen desarrolló las resinas modernas; la innovación que presentó el Dr. Bowen fue la matriz de resina compuesta de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato conocido como Bis-GMA y un agente de acoplamiento entre la matriz de la resina y las partículas de relleno, a partir de esta creación las resinas compuestas presentan diversos avances.^{1,2}

En los 70 se creó el sistema iniciador por luz UV, así como también la introducción de microrrellenos y resinas compuestas polimerizadas por luz visible.¹

En la década de los 90s se recrearon resinas con diferentes consistencias, como las resinas fluidas, que se utilizan como restaurador para clase V o cementación, así como también la implementación de resinas compuestas compactables para dientes posteriores, tratando de imitar la técnica de colocación de las amalgamas.¹



En la actualidad se investigan nuevos prototipos de resinas compuestas con los que se pretende superar sus principales deficiencias y la modificación de la técnica de colocación.

Dada la situación de mejorar las resinas compuestas, es que en el año 2008, se realizó un estudio in vitro, estudiando la profundidad de curado de un híbrido convencional y dos compuestos de resina translúcida evaluando la influencia de un halógeno y un LED; dando como resultado que ambos materiales translucidos lograron obtener valores de microdureza iguales al 80% en profundidades de 3,5 a 5,5 mm, según las unidades de curado utilizadas en dicho estudio.³

Debido a los resultados obtenidos de este estudio se crearon nuevas resinas translucidas; que podrían ser utilizadas en bloque para dientes posteriores y que la técnica de colocación se reduzca en tiempo. A este nuevo tipo de resinas les llamaron resinas Bulk Fill.

El termino Bulk Fill ha sido utilizado por los fabricantes para referirse a resinas compuestas que podrían ser aplicadas en incrementos de hasta 4-5mm, mediante técnica de monobloque.

En el 2010 aparece la primera resina Bulk Fill al mercado, de la marca Dentsplay; siendo de baja viscosidad e indicada para ser usada como base en cavidades clase I y II de Black, requiriendo una capa adicional de 2 mm de Resina Compuesta convencional en la cara oclusal.⁴

Seguidamente aparecieron otras resinas Bulk Fill de alta viscosidad que se pueden usar en incrementos de hasta 4 mm sin la necesidad de una capa oclusal extra realizada con otra Resina Compuesta Convencional.⁴



Existe una tercera variación, que corresponde a una Resina Bulk Fill que necesita de una pieza de mano sónica especial para su aplicación y que el fabricante dice que puede ser usado hasta en un incremento de 5mm.⁴

Sin embargo, se presentó un gran debate respecto a si es posible aplicar esta resina en grandes incrementos, manteniendo las mismas propiedades físicas, mecánicas y biológicas que las resinas convencionales de técnica incremental.

La ADA en el 2013 publicó un artículo sobre la evaluación de las resinas Bulk Fill; donde se evaluaron 12 resinas, de las cuales, 3 eran resinas Convencionales y 9 eran resinas Bulk Fill; encontrando que el rendimiento de ambos materiales restauradores a base de resina según una norma internacional (ISO 4049), eran aceptables a excepción de profundidad de curado.⁵

El autor Alrahlah en el año 2014 realizó una evaluación de profundidad de curado de las resinas Bulk Fill, donde se examinaron cinco resinas de este mismo tipo; midiendo la dureza Vickers en función de la profundidad, a intervalos de 0,03 mm; por medio de ANOVA se interpretaron los datos y en una vía de este, se mostró diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes marcas de resinas Bulk Fill; este autor concluyo que las resinas Bulk Fill tienen una profundidad de curado aceptable de acuerdo con lo que afirma el fabricante y siendo Tetric N-Ceram Bulk Fill la resina que obtuvo mayor profundidad de curado.⁶

En el año 2015 el autor Ruwaida realizó un estudio comparativo de la sorción y solubilidad a largo plazo de las resinas Bulk Fill contra resinas convencionales, utilizando agua y saliva artificial por un año. Con este estudio se demostró que las resinas Bulk Fill son estables en el



almacenamiento en agua a largo plazo; concluyendo que las resinas basadas en Bis-EMA parecían ser más hidrófobas que las resinas basadas en Bis-GMA.⁷

En ese mismo año el autor RyanJin-Young comparó la contracción de polimerización de resinas convencionales y resinas Bulk Fill, demostrando que hubo diferencias significativas; oscilando entre 2.05% y 2.22% de contracción para las resinas Bulk Fill y las resinas convencionales con un 2.09%.⁸

Las resinas Bulk Fill demostraron mediante un estudio in vitro en el 2017 que de acuerdo con la norma ISO 4049, la sorción y solubilidad en agua eran aceptables; que una fuente de luz halógena era una opción para polimerizar resinas en bloque y que su grado de conversión de las resinas Bulk Fill oscilan entre 29.42 y 15%.⁹

Y para el 2018 se realizaron pruebas para demostrar que aunque se cambiara el protocolo de colocación de las resinas Bulk Fill estas siempre iban a presentar las mismas características que una resina convencional de técnica incremental.¹⁰



III MARCO TEORICO

3.1 RESINAS COMPUESTAS

Una resina compuesta o composite se define como el producto de la mezcla de dos o más componentes químicos diferentes, logrando así propiedades elevadas.¹¹

Las resinas compuestas están regidas por normas, para la ADA la norma que rige a los materiales a base de resina es la 27 y para la norma ISO es la 4049 donde establece requisitos y métodos para los materiales a base de resina.

3.1.1 Composición

Matriz resinosa: Compuesta por un sistema de monómeros de dimetacrilato, alifáticos u aromáticos.

El monómero más utilizado es Bis-GMA, sin embargo este monómero ha presentado inconvenientes como un grado de conversión bajo. Esto se mejoró añadiéndole monómeros de baja viscosidad tales como el TEGDMA y que actualmente son el sistema más utilizado; aunque este sistema presentó relativamente mejores resultados clínicos tiene problemas con resistencia a la abrasión.¹

Para evitar mayor sorción de agua que presenta Bis-GMA, algunas nuevas resinas se les incorpora Bis-EMA, y este monómero es menos viscoso, posee mayor peso molecular y menos uniones dobles por unidad de peso lo que produce una reducción de la contracción de polimerización, ya que es una matriz más estable.



Además de los monómeros ya mencionados, actualmente se utiliza con frecuencia otro monómero que puede acompañar o no a Bis-GMA, que es UDMA, es menos viscoso y tiene mayor flexibilidad, aunque presenta ciertas desventajas, como que la profundidad de curado es menor, debido a que hay una diferencia entre el índice de refracción de luz entre el monómero y el relleno.¹

Sistema iniciador: Es el iniciador de la polimerización y es necesario que se presente la acción de los radicales libres para iniciar la reacción; para que esto se genere se necesita un estímulo externo.

Para los sistemas fotocurables, la luz visible es el estímulo que activa a las canforoquinonas, lucerinas u otras dicetonas.

La longitud de onda adecuada para iniciar la activación es entre 420 y 500 nanómetros en el espectro de luz visible.¹

Inhibidores de la polimerización: Alargan la vida de almacenamiento y aumentan el tiempo de trabajo, tal es el caso del éter monometílico de hidroquinona.

Pigmentos: Permiten obtener un color mucho más parecido al de los dientes.



Partículas de relleno: Forma la fase dispersa y es lo que le da estabilidad dimensional a la matriz resinosa.

Es la parte de la resina compuesta, que le confiere a la matriz resinosa mejores propiedades como: la reducción de la contracción de polimerización, la sorción acuosa, coeficiente de expansión termina y aumentando la resistencia a la tracción, a la compresión, a la abrasión y a al módulo de elasticidad.¹

Las partículas de relleno son de diferentes tamaños y fabricadas de distintas maneras como por pulverización, trituración o molido. Las partículas más utilizadas actualmente son de cuarzo, de vidrio de bario, sílice o zirconio.¹

Las resinas compuestas con mayor porcentaje de relleno se contraen menos, pero presentan mayor estrés de polimerización y como consecuencia mayor filtración, debido a que son más rígidas.¹

Agente de unión: La unión de la matriz orgánica con matriz inorgánica se logra con el recubrimiento de las partículas de relleno con un agente de acoplamiento que comparte características con las dos fases.

Este agente de unión es una molécula bifuncional que contiene grupos silanos en un extremo y en el otro extremo grupos metacrilatos.

Debido a que algunas resinas compuestas contienen partículas de relleno basados en sílice, el agente de unión más utilizado actualmente es el silano.¹



3.1.2 Clasificación

Una clasificación que aún es válida es la propuesta por Lutz y Phillips, la que facilita al clínico la identificación y uso terapéutico de las resinas; se basa en el tamaño y distribución de las partículas de relleno.

Resinas de Macrorrelleno: Su desempeño clínico es deficiente y el acabado superficial es pobre, es susceptible a la pigmentación, su tamaño promedio de partícula es entre 10 y 50 μ m. Los rellenos más usados fueron el cuarzo, el vidrio de estroncio o bario que se encuentran en desuso.¹

Resinas de Microrrelleno: Tiene mejor comportamiento en la región anterior, ya que en posterior muestra algunas desventajas, debido a sus inferiores propiedades mecánicas y físicas, el tamaño de partícula oscila entre 0.01 y 0.05 μ m. El relleno utilizado es sílice coloidal.^{1,2}

Resinas Híbridas: Están reforzadas por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño, con tamaños de partículas que oscilan entre 0.6 y 1 μ m, incorporando sílice coloidal con tamaño de 0.40 μ m. Tiene capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja sorción acuosa, excelentes características de pulido y texturización, desgaste, abrasión y un coeficiente de expansión térmica similar al de las estructuras dentarias. Éstas son las más utilizadas en sector anterior y posterior.^{1,2}



Híbridos Modernos: Provee una óptima resistencia al desgaste, estas resinas son difíciles de pulir y el brillo superficial se pierde con rapidez. El tamaño de partícula es reducida (desde $0.4\mu\text{m}$ a $1.0\mu\text{m}$). Tiene un alto porcentaje de relleno de partículas sub-micrométricas (vidrio, zirconio y sílice coloidal).

Resinas de Nanorrelleno: Son de reciente desarrollo, contienen partículas con tamaños menores a 10nm ($0.01\mu\text{m}$), este relleno se dispone de forma individual o agrupados (nanoclusters) o nanoagregados de aproximadamente 75nm . El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrecen alta translucidez, pulido superior, similar a las resinas de microrrelleno pero manteniendo propiedades físicas y de resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas. Estas tienen aplicaciones tanto en sector anterior como en el posterior.^{2,12}

Clasificación por su activación:

Químicamente activadas: Resinas compuestas que usan una pasta base y otra catalizadora. Este material se polimeriza tras la mezcla de ambas.¹³

Fotoactivadas: Resinas compuestas con fotoiniciadores y sólo se polimeriza en presencia de luz.¹³

Duales: Resinas compuestas con ambos sistemas de activación, químico y físico (luz).¹³



Otra clasificación es dada por su viscosidad:

Baja viscosidad o fluidas: Son resinas a las que se le ha disminuido el porcentaje de relleno inorgánico y a la matriz se le agregan sustancias o modificadores reológicos (diluyentes). Como ventaja tienen alta capacidad de humectación, puede formar espesores de capa mínimos, lo que previene el atrapamiento de burbujas de aire; tiene una alta elasticidad o bajo modulo elástico. Aunque posee una alta contracción de polimerización, la radiopacidad es insuficiente.¹³

Las indicaciones para estos materiales son: restauraciones clase V, abfracciones, restauraciones oclusales mínimas, o bien como forro cavitario, aunque no satisface el propósito de un forro cavitario.

Media viscosidad: Son las resinas compuestas convencionales, microhíbridas y microparticuladas aplicadas en las cavidades con espátulas apropiadas. Necesitan de dispositivos o de técnicas especiales para obtener un adecuado punto interproximal, especialmente para dientes posteriores.¹³

Alta viscosidad, de cuerpo pesado, compactables: Son resinas con un alto porcentaje de relleno. No se condensan ya que no disminuyen su volumen al compactarse, ofrecen una alta viscosidad que trata de imitar la técnica de colocación de las amalgamas. Su consistencia permite producir áreas de contacto más justos; para obtener esta característica se desarrolló un compuesto denominado PRIMM, formado por una resina Bis-GMA o UDMA y un alto porcentaje de relleno de partículas irregulares de cerámica.¹³



Su comportamiento físico-mecánico supera a las resinas híbridas, sin embargo su comportamiento clínico es similar a éstas. Como principales inconvenientes destacan, la difícil adaptación entre una capa de resina y otra, su dificultad de manipulación y la poca estética en los dientes anteriores.¹²



3.1.3 Fotoactivación

La fotopolimerización se lleva a cabo por medio de instrumentos que generan luz de alta intensidad.

En el año 2000 se introdujeron aparatos fotoactivadores que utilizan diodos emisores de luz (LED) para sustituir a las lámparas de halógeno. Las lámparas de LED facilitan irradiancia (mW/cm^2), que son equivalentes a las unidades que se obtienen con lámparas de halógeno.¹²

La longitud de onda necesaria para la fotoactivación de fotoiniciadores como la canforoquinona es de 420-460 nm.

3.1.4 Indicaciones

Las aplicaciones dentales para materiales compuestos a base de resina incluyen restauraciones de cavidades en anterior y posterior (clase I-V). Pero para que se obtenga éxito, es debido utilizar un sistema de adhesión.

De acuerdo al fabricante la resina compuesta debe ser colocada en incrementos de 1.5 a 2 mm; para poder evitar la mayor contracción posible.

También tiene indicación como adhesivos, selladores de fosas y fisuras, selladores endodónticos, pegamentos de carillas de cerámica y cementación para coronas, puentes y otras prótesis fijas.²



3.2 RESINAS BULKFILL

Según los fabricantes las obturaciones con resina Bulk Fill se pueden colocar en capas de hasta 4-5 mm de forma rápida y sencilla; se polimerizan en apenas diez segundos, utilizando lámparas de $> 1,000\text{mW/cm}^2$.¹⁴

La composición de este nuevo material no difiere mucho de las Resinas Compuestas Convencionales; La matriz se basa principalmente en monómeros de Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA y AUDMA. Esto equivale de 19-21% en peso.¹⁴

El contenido de relleno inorgánico es de 75 a 77% en peso o de 53 a 55% en volumen, el nanorrelleno que contienen consiste en vidrio de bario, prepolímero, trifluoruro de iterbio y mezcla de óxido. Además de contener aditivos, catalizadores, estabilizantes, pigmentos que son contenidos adicionales, aceleradores de polimerización y filtros sensibles a la luz que permiten un curado de mayor profundidad.¹⁴

La profundidad de polimerización de 4 mm es posible gracias al nuevo fotoiniciador patentado Ivocerin®. Se fotopolimeriza en un intervalo de longitud de onda de 400-500 nm (luz azul).

Esta resina se dice que se utiliza en restauraciones anteriores y posteriores de técnica directa (clase I y II), así como también tiene utilidad en base, reconstrucción de muñones, ferulización y restauraciones indirectas (inlays, onlays y carillas).¹⁴



Los estudios de la casa comercial IVOCLAR VIVADENT muestran que las resinas Bulk Fill tienen las siguientes propiedades:

De acuerdo con: ISO 4049: 2009 Odontología: materiales de restauración a base de polímeros. (tabla1) ¹⁴

| Propiedad Física | Especificación | Valor Obtenido |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Resistencia a la flexión | ≥ 80 MPa | 120 MPa |
| Sorción en agua (7 días) | ≤ 40 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ | 24.8 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ |
| Solubilidad en agua (7 días) | ≤ 7.5 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ | < 1.0 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ |
| Radiopacidad | $\geq 100\%$ | 260% |
| Módulo de flexión | | 10000 MPa |
| Dureza Vickers | | 620 MPa |

Tabla1. Resultados de las propiedades físicas en resinas Bulk Fill reportadas por Ivoclar Vivadent.

3.2.1 Clasificación de las resinas Bulk Fill

Resinas Bulk Fill de viscosidad fluida, se utiliza para base cavitaria; necesitando una última capa de resina convencional para terminar la restauración.⁴

Resinas Bulk Fill de viscosidad fluida activada sónicamente para ser usada como material de restauración directa.⁴

Resinas Bulk Fill de alta viscosidad indicada como restaurador; ya no siendo necesaria la última capa de resina convencional, pues los fabricantes prometen una excelente restauración en una sola intención.⁴



3.3 PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas importantes de las resinas compuestas son biocompatibilidad, resistencia al desgaste, contracción volumétrica, coeficiente de expansión térmica, absorción, solubilidad, modulo elástico, resistencia flexural, resistencia a la compresión y profundidad de curado.¹⁵

Biocompatibilidad: Las resinas compuestas al ser colocadas pueden liberar sustancias que en preparaciones muy profundas podrían pasar por los túbulos dentinarios hacia la pulpa, lo que causaría una reacción inflamatoria. Esto se evitaría sellando los túbulos dentinarios con adhesivos o se protegen con una base o recubrimiento.¹⁵

Las resinas compuestas bien pulidas son bien toleradas por los tejidos blandos circundantes. No causan ningún trastorno sistémico conocido.¹⁵

Resistencia al Desgaste: Es la capacidad de oponerse a la pérdida de material superficialmente, como consecuencia de la masticación u otras situaciones, como el cepillado dental.¹

Las resinas compuestas se desgastan con más rapidez que las amalgamas. Las mejoras recientes que han hecho, mejoran la resistencia al desgaste, pues el contenido de relleno tiene efecto en la velocidad al desgaste.¹⁵

Las resinas compuestas con menor cantidad de relleno se desgastan con más rapidez que los materiales con más relleno. El desgaste es resultado de la abrasión con alimentos o el cepillado, o por contacto de los dientes opuestos.¹⁵



Contracción de polimerización: La contracción de polimerización se refiere a la reducción de tamaño que ocurre cuando el compuesto se cura (polimeriza). Cuando la matriz de resina se cura, por lo general se encoge y se separa de las paredes de la cavidad.^{15,16}

La contracción volumétrica que sufren las resinas compuestas durante el curado oscila entre el 1.35 y el 7.1%.⁴

La contracción volumétrica depende solamente de la matriz orgánica y, dentro de ella, del número de reacciones que se produzcan, aumentando con el grado de conversión y disminuyendo con el incremento del peso molecular de los monómeros.⁴

Sorción: Fenómeno físico mediante el cual un líquido o un gas penetran en el interior de un cuerpo sólido, asociado a fenómenos de capilaridad.¹⁶

La matriz de la resina absorbe agua de la cavidad bucal. En tanto tenga más resina, más agua absorbe. Por lo que las microfibrillas y fluidos tienden a absorber más agua. El agua ablanda la matriz, lo que conduce a que el material se degrade gradualmente, (llamada hidrolisis). El agua también produce cierta expansión (expansión hidroscópica) del compuesto durante la primera semana siguiente de la colocación.¹⁵

La sorción en agua para todos los materiales será de $\leq 40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ de acuerdo a la norma ISO-4049.

Solubilidad: La solubilidad de todos los materiales debe ser $\leq 7,5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ de acuerdo a la norma ISO-4049.



Módulo elástico: También referido como módulo-e o módulo de Young, es la rigidez del compuesto y se determina por la cantidad de relleno. Mientras mayor sea el volumen de relleno, más rígida (mayor módulo elástico) y más resistente será la restauración. ¹⁵

Profundidad de curado: Propiedad importante de las resinas compuestas fotopolimerizables que da una medida de la eficiencia de la polimerización, aspecto decisivo en el comportamiento de las resinas compuestas.

La profundidad de curado depende de la interacción de diversos factores, como color, translucidez, contenido de fotoiniciadores.

Cuando el incremento de resina es mayor a 2mm, se compromete el grado de conversión al fondo del incremento; se debe a que la luz proveniente de la lámpara es severamente atenuada a medida que cruza el espesor del material. ¹²

De acuerdo a la norma ISO-4049 no será menor a 1,0mm.

Resistencia flexural: El valor se mide en un laboratorio a partir de una barra de dimensiones estandarizadas por la norma ISO, soportada en sus extremos y aplicando una fuerza en su parte media. Si el material posee propiedad de ductilidad se sucede una curvatura o deflexión por ductilidad. ¹⁶

Resistencia a la compresión: Se ha definido como la fuerza máxima que soporta un cuerpo o estructura antes de fracturarse. Y se calcula como fuerza dividida por la unidad de superficie. ¹⁶



Coeficiente de variación térmica: Es una ley física que nos indica cómo el calor dilata los cuerpos y el frío los contrae. Corresponde al cambio de longitud por unidad de longitud de un material al variar la temperatura en 1 grado Celsius. ¹⁶



IV PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La sociedad actualmente ha impuesto estándares más exigentes sobre estética; incluyendo una boca y una sonrisa perfecta.

Por esta razón las restauraciones estéticas son las más solicitadas en la consulta dental, pues ofrecen una apariencia más natural.

Hoy en día se promociona una nueva resina en bloque; la cual promete obturaciones en dientes anteriores y posteriores de forma rápida y sencilla, ya que se coloca en incrementos de hasta 4 mm y siendo polimerizada en 10s acortando el tiempo de trabajo.



V JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran demanda de restauraciones estéticas, la resina compuesta es uno de los materiales más utilizados hoy en día.

Por lo que es necesario evaluar las propiedades físicas que se presentan en las resinas Bulk Fill, integradas al mercado odontológico y de este modo proporcionar información evidente al odontólogo, y que le sea útil a la hora de la elección de los materiales restauradores.



VI HIPÓTESIS

6.1 Hipótesis alterna

La resina Bulk Fill cumplirá con los valores en profundidad de curado, menos porcentaje de encogimiento, sorción y solubilidad; en comparación con las resinas convencionales en técnica incremental, de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO 4049.

6.2 Hipótesis nula

Las resinas Bulk Fill no cumplirán con los valores en profundidad de curado, mayor porcentaje de encogimiento, sorción y solubilidad; en comparación con las resinas convencionales en técnica incremental, de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO4049.



VII OBJETIVOS

7.1 Objetivo general

Evaluar algunas de las propiedades físicas de las resinas Bulk Fill y comparar los resultados con las resinas convencionales de técnica incremental.

7.2 Objetivos específicos

- ◆ Determinar la profundidad de curado de resinas Bulk Fill y comparar los resultados obtenidos con los de resinas convencionales.
- ◆ Evaluar el porcentaje de encogimiento de resinas Bulk Fill y efectuar si existe diferencia con las resinas Convencionales.
- ◆ Comparar los resultados de sorción y solubilidad entre resinas Bulk Fill y resinas Convencionales.



VIII METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de Investigación de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI) perteneciente a la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

8.1 Tipo de estudio

Estudio experimental.

8.2 Población de estudio

Tetric® N-Ceram.

Tetric® N-Ceram Bulk Fill.

8.3 Criterios de inclusión

Se incluyeron resinas de la misma casa comercial Ivoclar Vivadent, una resina compuesta para restaurar convencional y otra resina Bulk Fill para restaurar.

Las jeringas nuevas, con fecha de caducidad alargada.

Resinas convencionales color A2

8.4 Criterios de exclusión

Muestras que presenten defectos; como fracturas, contaminación o con medidas y formas que no entren en la especificación de la norma ISO4049. Resinas de otras marcas así como también tonos diferentes a A2.



8.5 Variable independiente

Resina compuesta convencional y Resina compuesta Bulk Fill.

8.6 Variable dependiente

- ◆ Profundidad de polimerización
- ◆ Sorción y Solubilidad
- ◆ Porcentaje de encogimiento

8.7 Materiales e instrumentos

Profundidad de curado

- Moldes de acero inoxidable (6mm x 4 mm)
- Radiómetro (sds Kerr, No. de serie 79302364)
- Vernier metálico digital (Mitutoyo, Absolute Digmate Caliper, CD-4" CSx)
- 2 portaobjetos (1.13mm x 76.57mm x 5.88mm)
- Cinta mylar
- Aceite de silicón
- Espátulas de teflón para resinas (Hu-Friedy)
- Lámpara de fotocurado (Light Curing Device, 2018-6A 068, longitud de onda 420-480nm, intensidad 1200-1500mW/cm²)
- Lentes de protección
- Micropinceles
- Resinas Bulk Fill y Convencional (Ivoclar Vivadent)



Encogimiento de polimerización

- Equipo de medición por contracción lineal (diseño de Cash y Watts con un sistema de captura de datos Pico Log)
- Portaobjetos(1.13mm x 76.57mm x 5.88mm)
- Cubreobjetos (18.1mm x 18.1mm x 0.19mm)
- Balanza analítica (Boeco Germany, BBI-31, T5, Aprox. 0.1mg)
- Anillo de cobre (18 mm x 4mm)
- Lámpara de fotocurado(Light Curing Device, 2018-6A 068, longitud de onda 420-480nm, intensidad 1200-1500mW/cm²)
- Espátulas de teflón (Hu-Friedy)
- Resina Bulk Fill y Convencional (Ivoclar Vivadent)
- Lentes de protección
- Caja dispensadora de resina.

Sorción y Solubilidad

- Resina Bulk Fill y Convencional (Ivoclar Vivadent)
- Cinta mylar
- Sílica gel
- Aceite de silicón
- Agua desionizada
- 20 Frascos con de capacidad 10ml
- Vidrio de reloj
- Lámpara de fotocurado (Light Curing Device, 2018-6A 068, longitud de onda 420-480nm, intensidad 1200-1500mW/cm²)
- Vernier metálico digital (Mitutoyo, Absolute Digmate Caliper, CD-4" CSx)
- Molde (15±1 mm de diámetro y 1mm de espesor)
- Portaobjetos (1.13mm x 76.57mm x 5.88mm)
- Desecadores



- Balanza analítica (Boeco Germany, BBI-31, T5, Aprox. 0.1mg)
- Estufa de temperatura controlada a 37° C
- Espátula de resinas(Hu-Friedy)
- Radiómetro (sds Kerr, No. de serie 79302364)

8.8 Método

Este estudio se realizó en las instalaciones de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI) de la Facultad de Odontología UNAM.

Se utilizaron métodos de preparación de las muestras indicadas por la norma ISO4049, para preparar especímenes y determinar la sorción y solubilidad, profundidad de curado y para contracción volumétrica se utilizó el método de Watts y Cash.

La preparación de las muestras se realizó a una temperatura controlada de $22.5 \pm 2^\circ$ C y un porcentaje de humedad de 38%.

Y se verificó con un radiómetro que la lámpara tuviera la intensidad de más de 1000 mW/cm², la lámpara utilizada obtuvo una intensidad de 1390 mW/cm².

Profundidad de curado: Con un Radiómetro se verificó que la lámpara de fotopolimerizado, tuviera 1390mW/cm² de intensidad.

En uno de los portaobjetos se colocó cinta Mylar que quedaría debajo de un molde hacedor de muestras de acero inoxidable (con lo que se obtuvieron muestras de 4mm de diámetro y 5.8 de longitud).



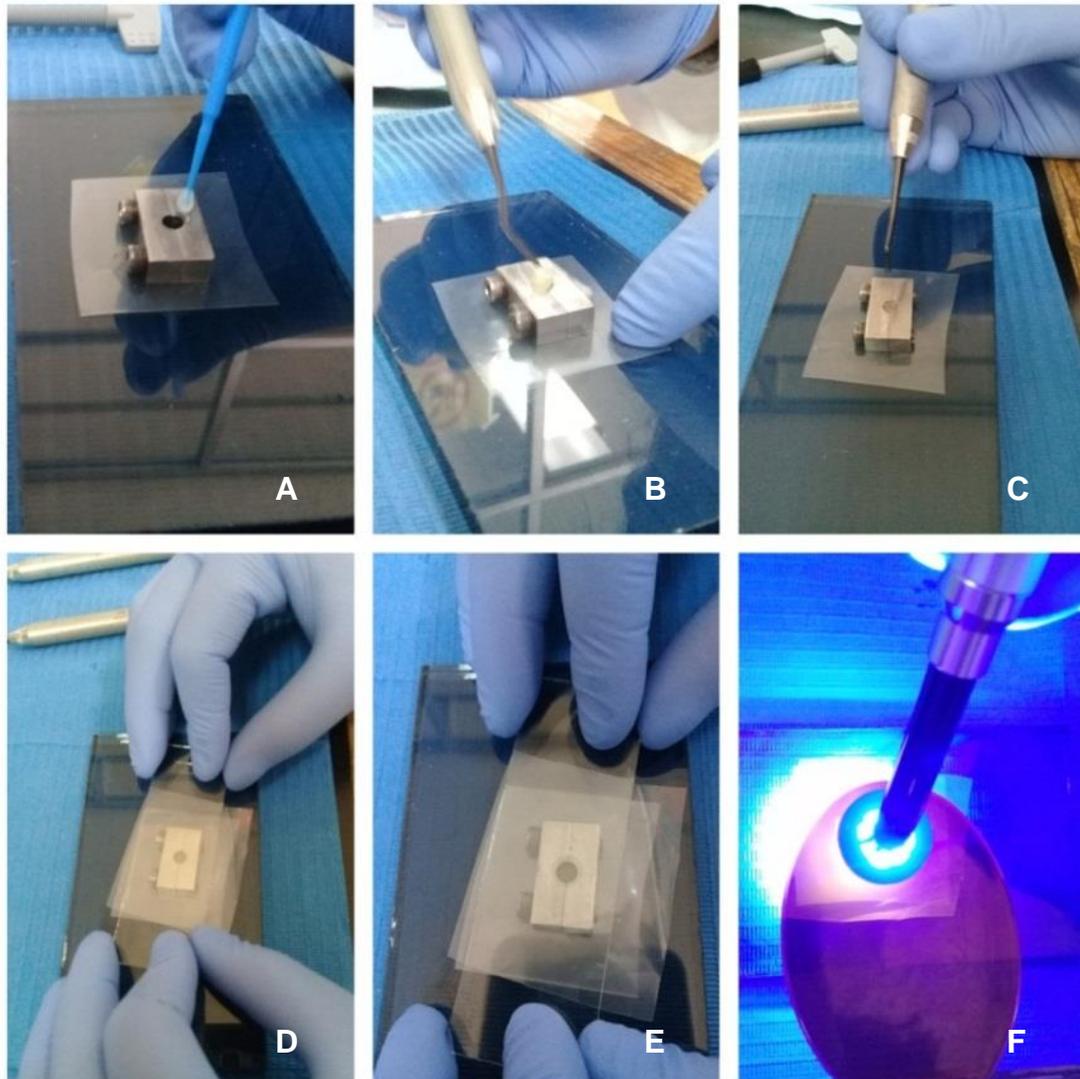
Se aplicó aceite de silicón en el interior del molde y en las cintas mylar para poder empacar la resina usando espátulas de teflón. (Fig. 1 A, B, C,)

Ya llenado el molde, se colocó otra cinta mylar y otro porta objetos con el que se hizo presión para tener una superficie plana y sin excedentes. (Fig. 1 D, E)

Se prosiguió a fotopolimerizar, colocando la fibra óptica de forma directa a 10s como lo describió el fabricante, pues la lámpara utilizada tenía una intensidad de 1390 mW/cm². (Fig. 1 F)

Terminando el proceso de irradiación, se retiró la muestra del molde y con una espátula de plástico se eliminó la resina que no se fotopolimerizó. Después de retirar el material que no polimerizo, se utilizó un vernier digital, para medir la altura del cilindro de resina fotopolimerizada. (Fig. 2)

Obtenidas todas las medidas, se dividieron entre dos cada una de las mediciones, como lo indica la norma ISO4049. Y se registraron los resultados.



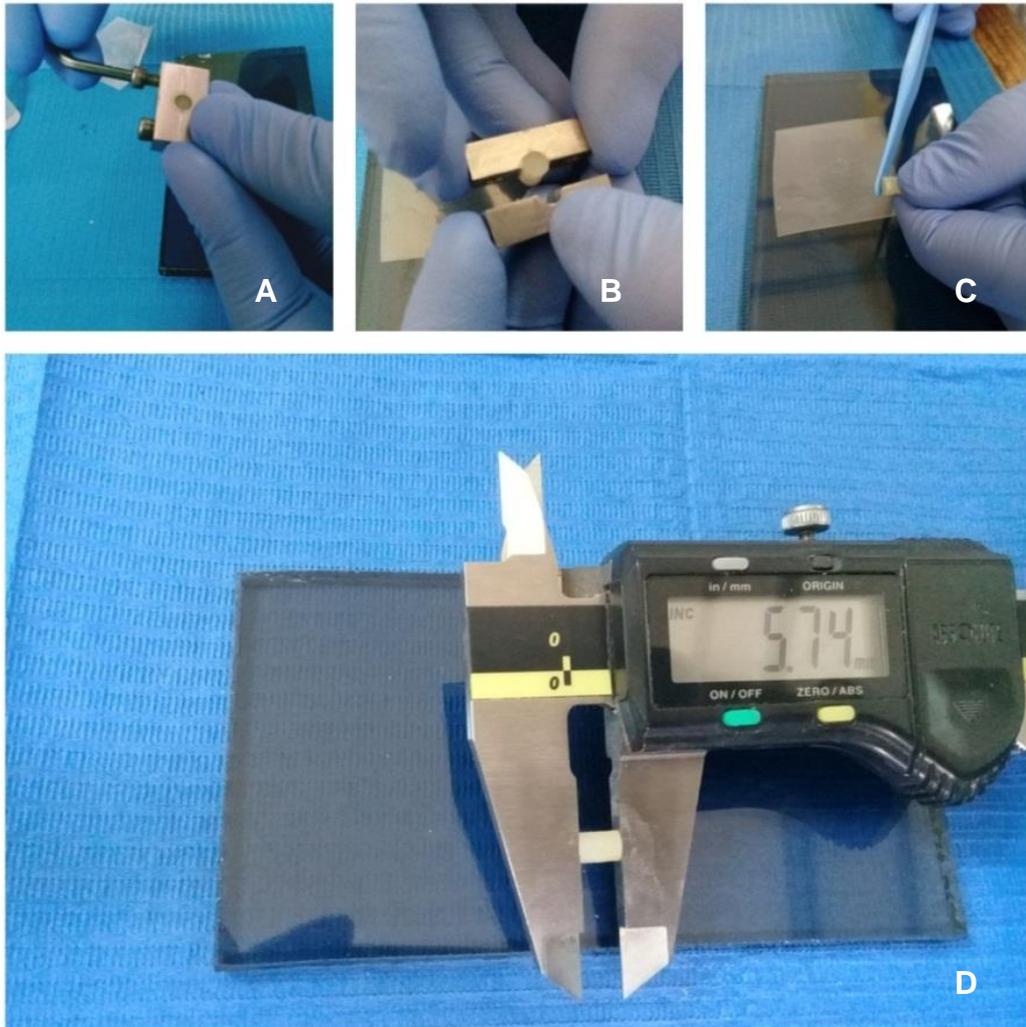


Figura 2. Obtención de resultados de profundidad de curado. A) y B) Retiro de la muestra. C) Eliminación de la resina no fotopolimerizada. D) Medición de la muestra.^{F. D.}



Encogimiento de polimerización: Se utilizó el método de Watts y Cash para determinar la contracción de polimerización.

Se colocó la lámpara de fotopolimerización perpendicularmente al transductor por medio de un orificio que tiene la platina del transductor. (Fig. 3 A, B)

Se activó el transductor junto con el programa PICO Log.

El transductor se aproximó entre 0 y 200 mV y se programó a 600 segundos.

Se limpió el portaobjetos y el cubreobjetos con acetona para evitar la contaminación de la muestra y se pudiera adherir al portaobjetos. (Fig. 3 D)

El peso de la muestra osciló entre 0.62g y 0.64g. El anillo de cobre se colocó en el centro del portaobjetos y en el centro de este se colocó la resina ya anteriormente pesada, su cubrió con un cubreobjetos y se colocó en la platina del transductor. (Fig.4 A, B, C)

Se inició el programa PICO al mismo tiempo que se activaba la lámpara con el tiempo de exposición que el fabricante recomienda. (Fig. 4 E)

Transcurridos los 600 segundos se guardaban los datos obtenidos en la computadora. (Fig. 4 F)

Este procedimiento se llevo a cabo para resinas Bulk Fill así como también para las resinas convencionales (técnica incremental).

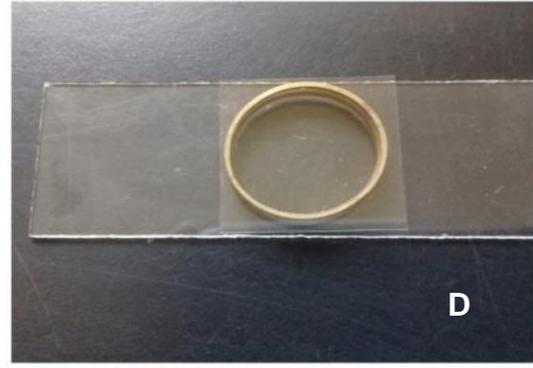
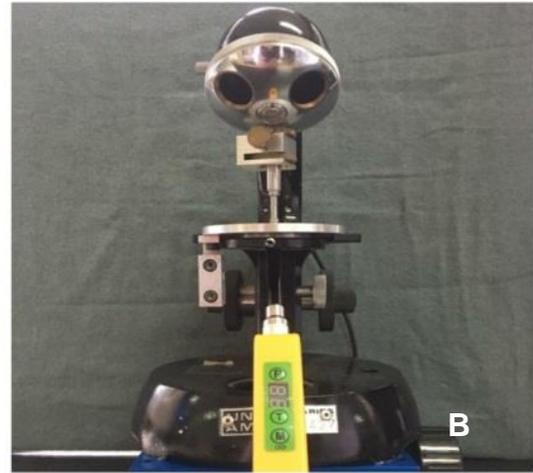
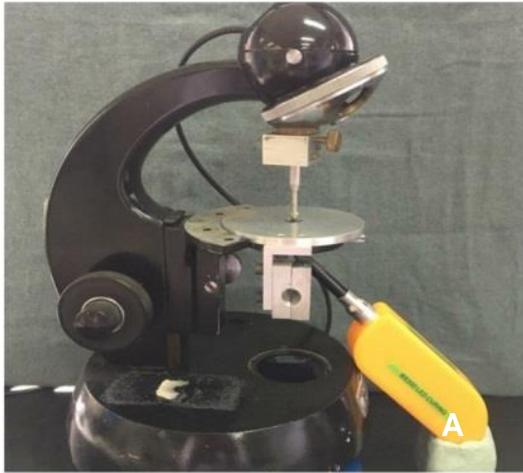


Figura 3. Preparación del equipo de contracción A) Transductor. B) Fijación de la lámpara al transductor. C) Materiales para preparar la muestra. D) Anillo de cobre, portaobjetos y cubreobjetos. *F.D.*

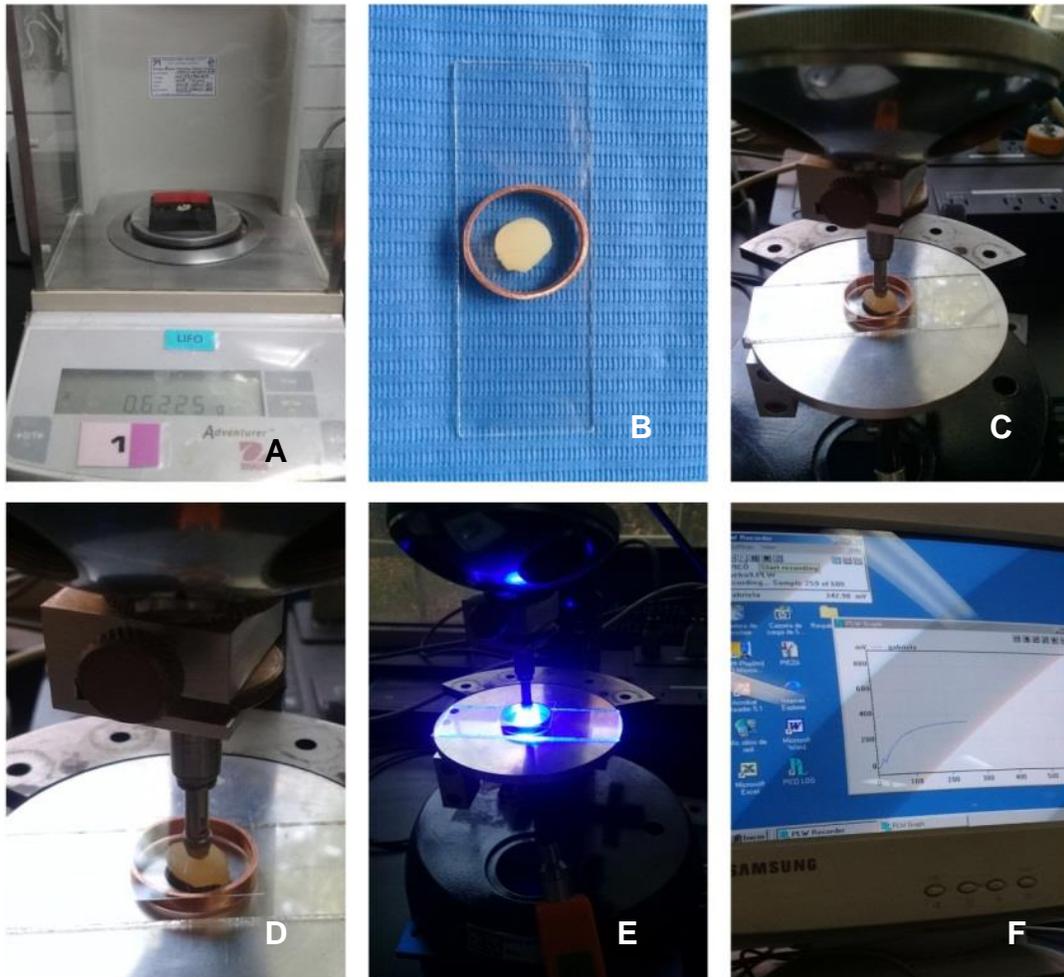


Figura 4. Muestra y obtención de resultados para contracción. A) Determinación del peso de muestra. B) Colocación de la muestra en el portaobjetos. C) y D) Colocación de la muestra en el transductor. E) Activación de la lámpara de fotopolimerizado. F) Medición de contracción. ^{F.D.}



Sorción y solubilidad: Se verificó que la lámpara de fotocurado estuviera en una intensidad de 1390 mW/cm². (Fig. 5)

Con el vernier digital se estableció el espesor de la muestra a 1mm y se fijó esta medida con el tornillo del molde de acero inoxidable.

Con un micropincel se aplicó una ligera capa de aceite de silicón como separador. Se llenó el molde con resina Bulk Fill y resina Convencional, sobrellenando ligeramente el molde. (Fig. 6 B)

Se colocó la cinta mylar en la superficie y con el portaobjetos se hizo presión para eliminar excedentes. (Fig. 6 C)

Se irradió con la lámpara de fotocurado en 5 puntos de la muestra, iniciando por el centro de esta e irradiando en los 4 puntos a 90°, usando el tiempo de exposición indicado por el fabricante (10s).

La muestra se retiró con cuidado del molde para evitar fracturas; se prepararon 20 muestras de cada resina. (Fig. 6 D)

Obtenidas las muestras se transfirieron al primer desecador a 37±1° C durante 22 h como lo indica la norma ISO4049. (Fig. 7 B)

Transcurrido el tiempo en el primer desecador, se retiraron las muestras y se almacenaron en el segundo desecador a una temperatura de 22.5±1° C durante 2 horas. (Fig. 7C)

Después de las 2 horas en el segundo desecador se pesaron con una precisión de ±0.1mg. Repitiendo este ciclo hasta que se obtuvo una masa constante; es decir hasta que la masa perdida de cada muestra no fuera mayor de 0.1mg en un periodo de 24h. (Fig. 7 D)

Obtenida la masa constante en todas las muestras se registró como M1. Con el vernier se midió el diámetro y el espesor de cada muestra para calcular el volumen en milímetros cúbicos. (Vmm³)



Se sumergieron las muestras en agua desionizada y se mantuvieron a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 7 días. (Fig. 7 E, F)

Después de transcurrido el tiempo, se retiraron las muestras del agua y se agitaron por 15 s, para quedar libres de humedad.

Después de 1min de haberlas extraído del agua se pesaron y se registró como M2.

Obtenido M2 se colocaron las muestras en los desecadores para que se obtuviera de nuevo una masa constante, usando el ciclo de M1.

Después de obtener la masa constante por segunda vez, se registra como M3. Cuando se obtuvo M1, M2, M3 y el volumen se realizaron los cálculos matemáticos adecuados para sorción y solubilidad. Se registraron los resultados.



Figura.5. Verificación de la intensidad de la lámpara de fotocurado. F.D.

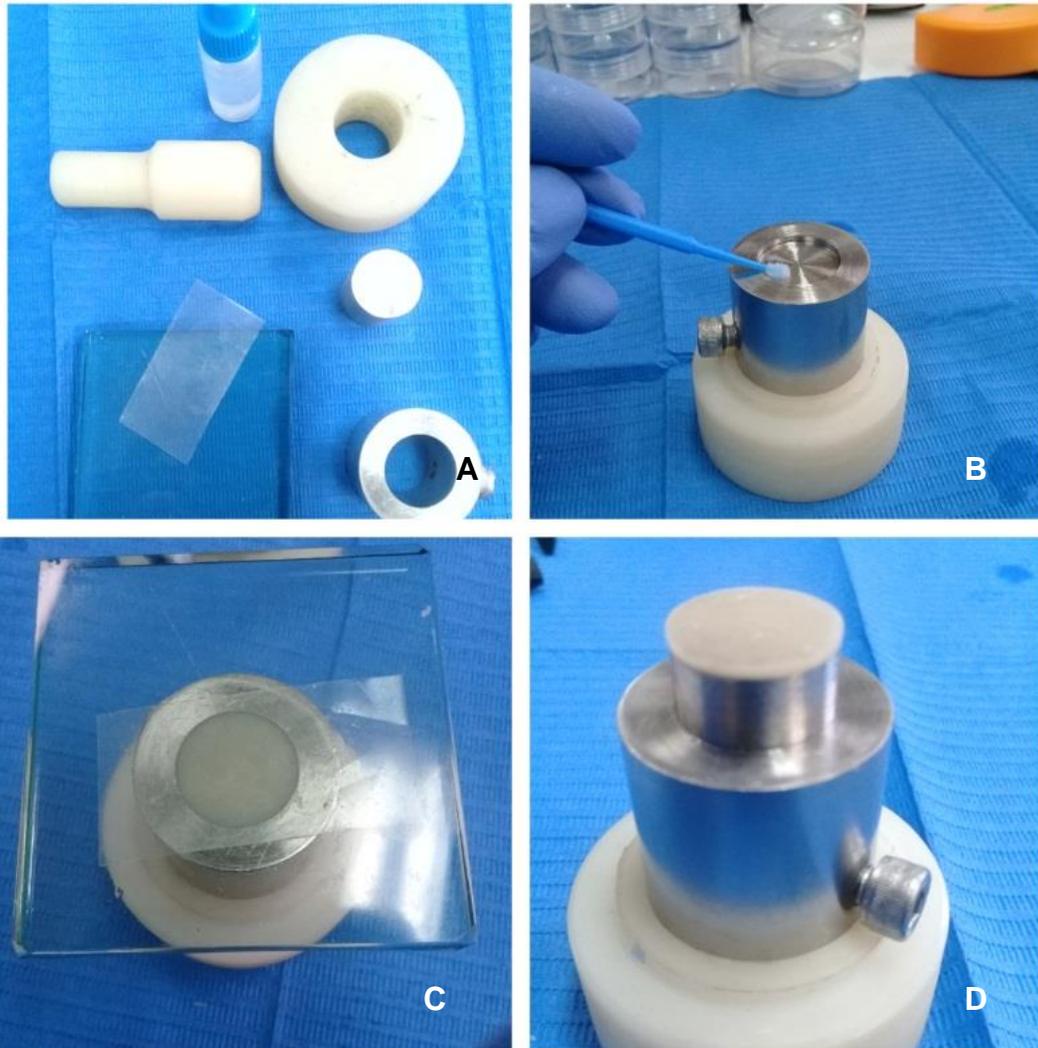


Figura 6. Preparación de muestras para sorción y solubilidad. A) Materiales. B) Aplicación de aceite de silicón. C) Eliminación de excedentes. D) Obtención de la muestra. ^{F.D.}

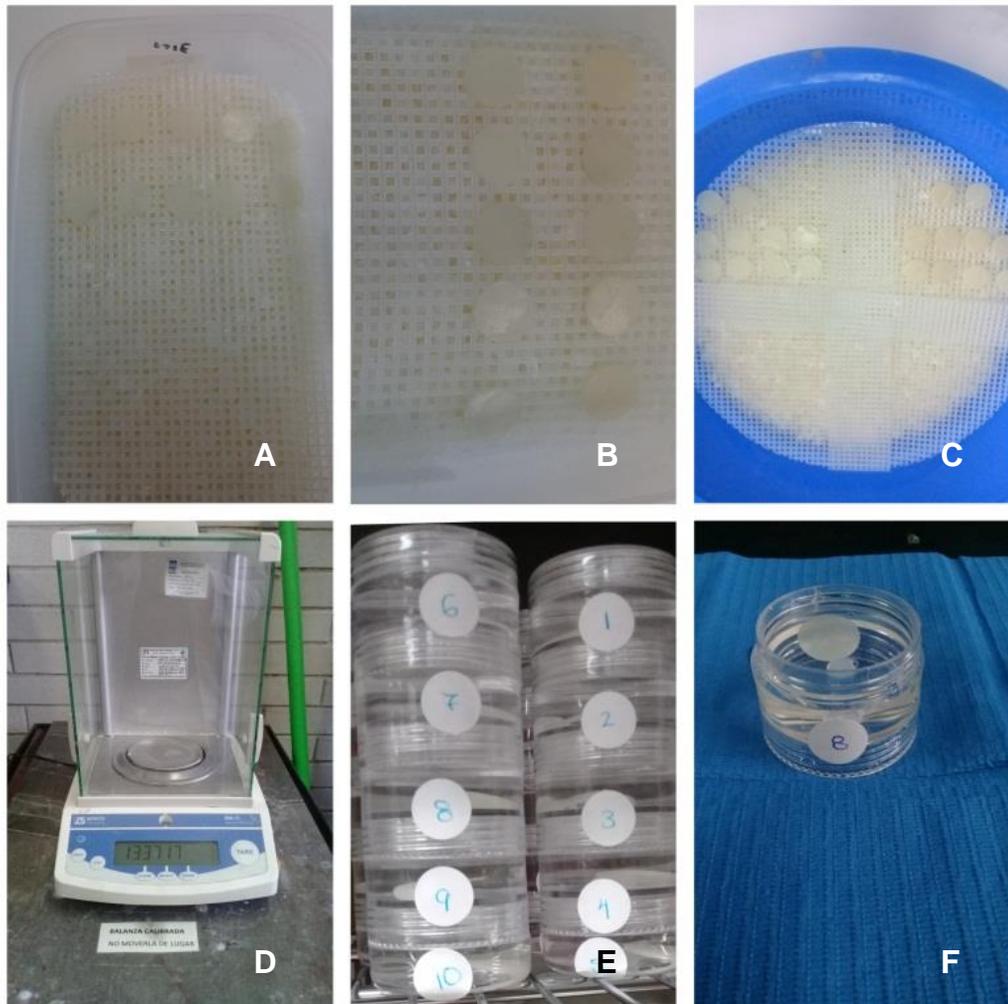


Figura 7. Deseccación, determinación del peso y Sorción a 7 días. A) Colocación de las muestras en sílica gel. B) Colocación de las muestras en sílica gel a 37° C. C) Colocación de las muestras en el segundo desecador a 22.5° C. D) Peso de la muestra. E) y F) Muestras sumergidas en agua. ^{F.D.}



IX RESULTADOS

Profundidad de curado

Se evaluaron un total de 40 muestras de las cuales se dividieron en: dos grupos, 20 muestras de resina convencional (Tetric N-Ceram) y las otras 20 muestras de resina Bulk Fill (Tetric N-Ceram Bulk Fill).

En la tabla 2 y grafica 1 se muestran los resultados de las medianas de los valores de profundidad de curado debido a que no existió una distribución normal de valores.

| | |
|----------------------------|--------------|
| Resina Convencional | 2.730 |
| Resina Bulk Fill | 2.885 |

Tabla 2. Valores de las medianas de los grupos ensayados en mm.



Gráfica 1. Resultados de profundidad de curado en mm.

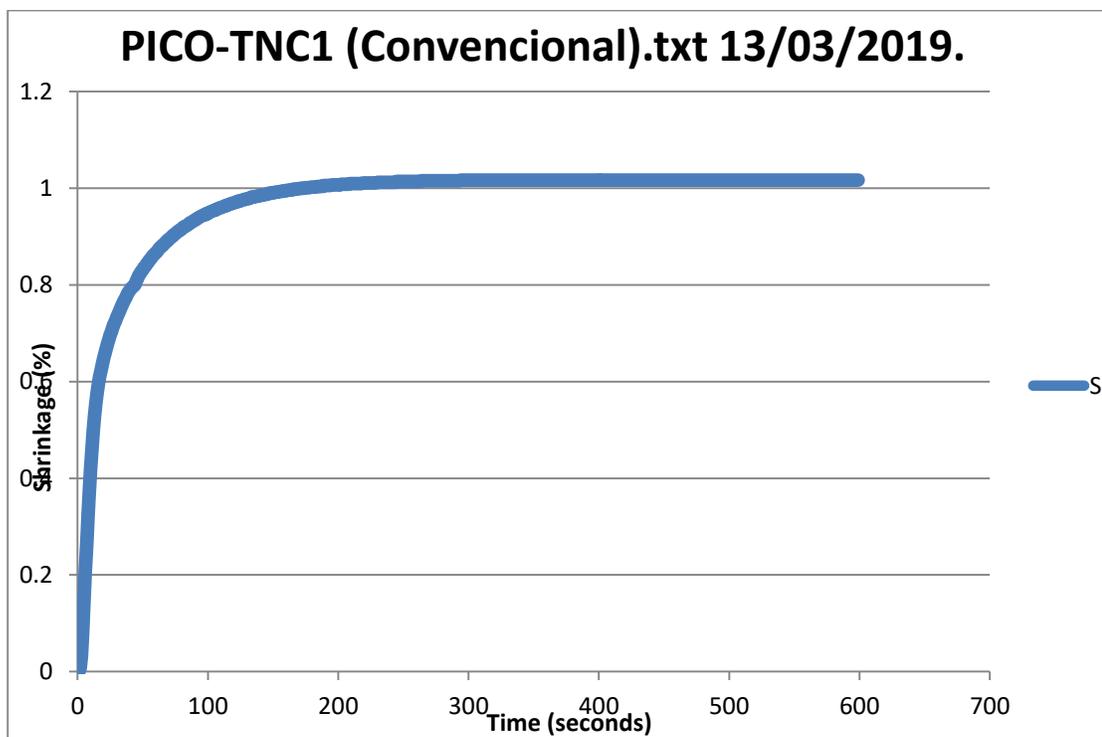


Promedio de T-student se establece que existe una diferencia significativa estadísticamente en las medianas de las resinas estudiadas, con un $P = <0.001$.

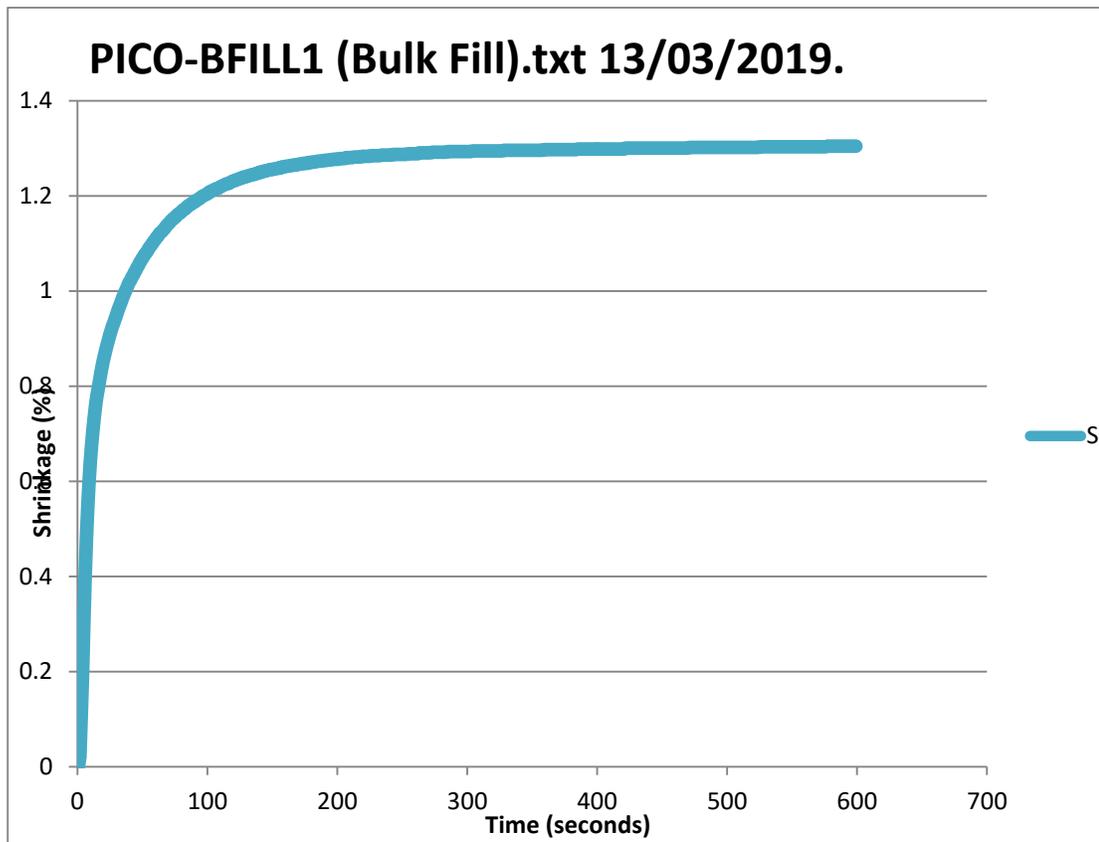
Encogimiento de polimerización

Se evaluaron un total de 11 muestras para dos grupos; 6 muestras de resina Convencional (Tetric N-Ceram) y 5 muestras de resina Bulk Fill (Tetric N-Ceram Bulk Fill).

Las gráficas 2 y 3 presentan el comportamiento típico de los materiales ensayados para calcular el encogimiento.



Gráfica 2. Gráfica típica obtenida con resina compuesta convencional (Tetric N-Ceram).

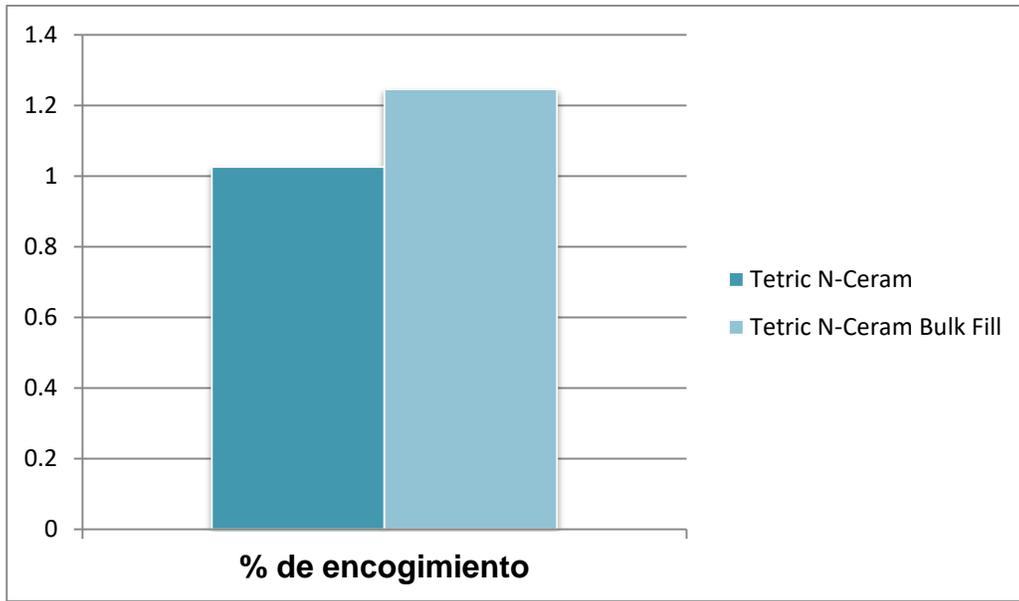


Gráfica 3. Gráfica típica obtenida con Resina Compuesta Bulk Fill (Tetric N-Ceram Bulk Fill).

En la tabla 3 y gráfica 4 se muestran los resultados de los promedios de encogimiento debido a que sus valores presentaron una distribución normal.

| | |
|---------------------|----------------------|
| Convencional | 1.026 ± 0.113 |
| Bulk Fill | 1.246 ± 0.128 |

Tabla 3. Valores promedio de los grupos estudiados.



Gráfica 4. Resultados de encogimiento en %.

Con T-student se establece que la diferencia de los valores medios en los porcentajes de encogimiento es estadísticamente significativa con un $P= 0.014$.



Sorción

Para la prueba de sorción se evaluaron un total de 40 muestras de las que se dividieron en dos grupos, 20 muestras de resinas convencionales (Tetric N-Ceram) y las siguientes 20 muestras fueron de resinas Bulk Fill (Tetric N-Ceram Bulk Fill). Se aplicó la fórmula que indica la norma ISO40449, para cada muestra.

$$wsp = \frac{m2-m3}{v}$$

En la tabla 4, tabla 5 y grafica 5 se muestran los resultados de la sorción en los dos tipos de resina.

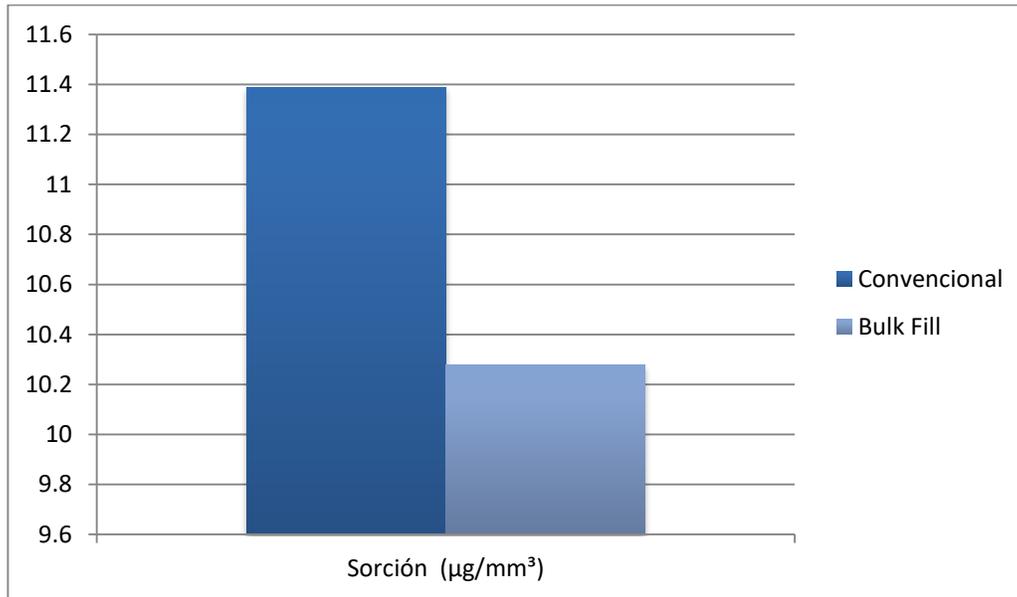
| Convencional ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) | Bulk Fill($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) |
|--------------------------------------------|----------------------------------------|
| 10.28 | 10.85 |
| 10.61 | 12.12 |
| 11.91 | 10.04 |
| 13.58 | 11.45 |
| 10.83 | 11.64 |
| 12.10 | 13.95 |
| 11.51 | 11.58 |
| 11.46 | 11.11 |
| 11.31 | 11.92 |
| 12.30 | 8.80 |
| 15.96 | 9.19 |
| 13.37 | 8.73 |
| 12.62 | 8.03 |
| 11.66 | 9.18 |
| 7.92 | 8.53 |
| 7.93 | 8.47 |
| 9.55 | 11.44 |
| 12.51 | 11.87 |
| 10.97 | 8.05 |
| 9.39 | 8.68 |

Tabla 4. Resultados de sorción.



| | |
|---------------------|---------------------------------|
| Resina convencional | 11.39 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ |
| Resina Bulk Fill | 10.28 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ |

Tabla 5: Valores promedio de la sorción de los grupos estudiados.



Gráfica 5. Resultados de sorción en $\mu\text{g}/\text{mm}^3$.

Por medio de T-student se establece que no existe una diferencia estadísticamente significativa, con $P=0.059$; debido a que los valores promedio de los dos grupos estudiados no son suficientemente grandes como para rechazar la posibilidad de que la diferencia se deba a la variabilidad del muestreo aleatorio.



Solubilidad

Se evaluaron un total de 40 muestras de las cuales se dividieron en: dos grupos, 20 muestras de resina convencional (Tetric N-Ceram) y las otras 20 muestras de resina Bulk Fill (Tetric N-Ceram Bulk Fill).

Para cada muestra se aplicó la fórmula indicada por la norma ISO4049, para solubilidad.

$$Wsl = \frac{m1-m3}{v}$$

En la tabla 6, tabla 7 y gráfica 6 se muestran los resultados obtenidos de solubilidad para los dos tipos de resina.

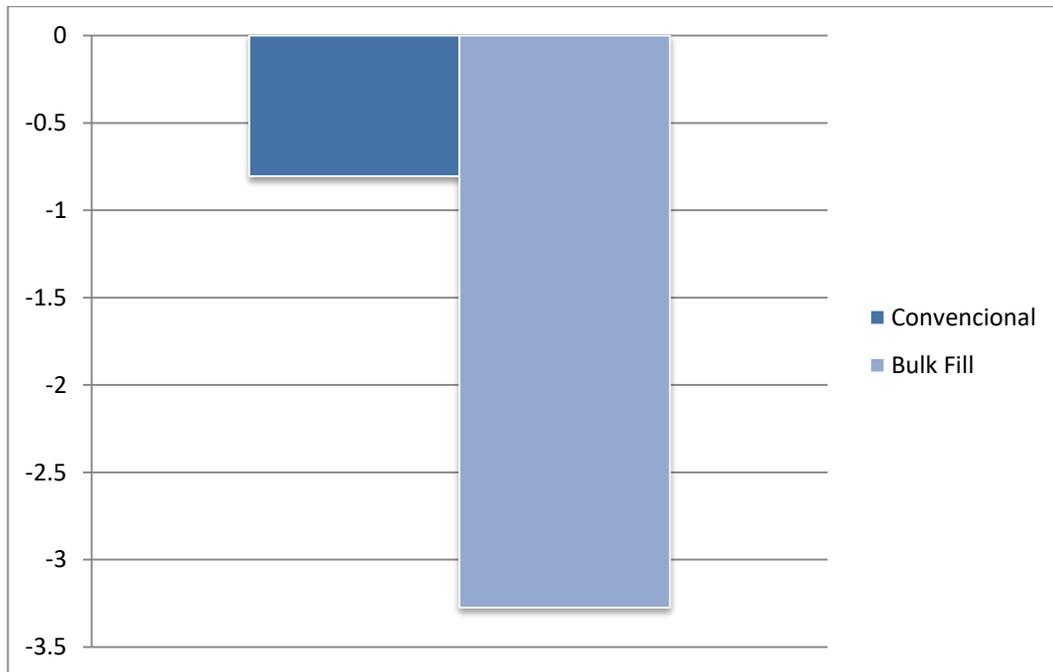
| Convencional ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) | Bulk Fill($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) |
|--------------------------------------------|----------------------------------------|
| -3.00 | -0.49 |
| -1.45 | 0.00 |
| -0.52 | -1.58 |
| -0.54 | 1.72 |
| -2.28 | 1.16 |
| 1.51 | 0.00 |
| -0.58 | 0.58 |
| 0.00 | -2.64 |
| 1.03 | -1.08 |
| -1.03 | -4.00 |
| 0.50 | -4.83 |
| 0.99 | -3.96 |
| -2.81 | -5.80 |
| -2.43 | -5.51 |
| -3.96 | -4.06 |
| -2.88 | -3.57 |
| -3.54 | -2.98 |
| 0.46 | -4.11 |
| 0.44 | -3.62 |
| -3.33 | -3.77 |

Tabla 6. Resultados de solubilidad de resinas convencional y resinas Bulk Fill.



| | |
|----------------------------|---------------|
| Resina Convencional | -0.805 |
| Resina Bulk Fill | -3.275 |

Tabla 7. Valores de las medianas de solubilidad en los grupos estudiados.



Gráfica 6. Resultados de solubilidad en $\mu\text{g}/\text{mm}^3$.

De acuerdo con T-student se establece que existe una diferencia significativa estadísticamente en las medianas de los dos grupos de resinas estudiadas, con un $P=0.050$.



X DISCUSIÓN

Las resinas Bulk Fill han sido un tema de discusión debido a que se tienen muchas dudas en cuanto a si sus propiedades físicas permiten realizar una restauración directa con éxito.

La ADA en 2013 realizó un estudio evaluando las propiedades físicas de resinas Bulk Fill, estudiando estabilidad de color, radiopacidad, estrés de polimerización, resistencia flexural, resistencia a la fractura, profundidad de curado, sorción y solubilidad, donde se encontró que el rendimiento de las resinas Bulk Fill eran aceptables a excepción de profundidad de curado.

De acuerdo con los datos obtenidos en este estudio se determinó que la profundidad de curado es aceptable, ya que cumple con lo que establece la norma ISO4049 (2009).

En 2014 el autor Alrahlah, evaluó la profundidad de curado de resinas en bloque, demostrando que esta propiedad era aceptable de acuerdo con lo que afirmaba el fabricante.

Con los resultados de este estudio estamos de acuerdo con lo que el autor Alrahlah obtuvo en su estudio, pues nuestros resultados de profundidad de curado eran mayores a los que presentaron las resinas convencionales, aceptando que lo que ofrece el fabricante es verídico.

Para contracción de polimerización aun no existen muchos estudios, en 2015 el autor Ryan comparó la contracción de las resinas Bulk Fill contra las resinas convencionales, demostrando que hubo diferencias significativas, donde las resinas Bulk Fill tenían menos contracción.

Con los datos obtenidos en este estudio se determinó que si hay una diferencia significativa, donde las resinas Bulk Fill presentaron mayor contracción lineal, a pesar de que las resinas convencionales no están



indicadas para incrementos de 4 mm, demostraron menos contracción, en este estudio se estudiaron a 4mm igual que las Bulk Fill.

El autor Ruwaida en 2015 realizó un estudio comparativo de sorción y solubilidad de las resinas Bulk Fill contra resinas convencionales (técnica incremental), demostrando que las resinas Bulk Fill son estables en el almacenamiento en agua a largo plazo.

En 2017 el autor Tekin demostró mediante un estudio in vitro que la sorción y solubilidad en agua eran aceptables en resinas Bulk Fill.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio se determinó que las resinas Bulk Fill tienen una sorción y una solubilidad aceptable de acuerdo a los estándares de la norma ISO4049. Sin embargo, nuestros resultados no fueron esperados, debido a que se presentaron números negativos en las pruebas de solubilidad, lo que significa que la norma ISO4049 no consideró que algunos materiales a base de resina podrían absorber demasiada agua y no poder ser deshidratadas hasta eliminar toda el agua absorbida.



XI CONCLUSIONES

En la actualidad la mercadotecnia y los medios de comunicación influyen en la elección de los materiales dentales para restauración, sin embargo es importante conocer las propiedades físicas que presentan los nuevos materiales lanzados al mercado.

La Resina compuesta es uno de los materiales dentales con más demanda en la consulta dental, gracias a que este material nos ofrece estética.

Podemos concluir, que de acuerdo a las indicaciones del fabricante, las resinas Bulk Fill, no son una mejor opción que las resinas convencionales para ser utilizada en restauraciones de técnica directa. Aunque las resinas Bulk Fill cumple con los estándares de profundidad de curado, sorción y solubilidad, de acuerdo a la norma ISO4049; no cumple con tener menor Encogimiento que las resinas compuestas convencionales (técnica incremental).

Si existe mayor contracción de polimerización, como consecuencia tendrá mayor estrés de polimerización y tendremos restauraciones desajustadas en el futuro.

Las resinas convencionales Tetric N-Ceram (técnica incremental), pueden ser utilizadas en incrementos de hasta 4 mm, ya que en este estudio se demostró que presentaron menor contracción lineal de polimerización a un espesor de 4mm, en comparación con las resinas Bulk Fill.

La retención acuosa presente en ambas resinas durante la prueba de solubilidad indica que el material permitió el paso a capas profundas, lo que impidió la salida total durante la desecación, pudiendo esto modificar otras propiedades del material.



XII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rodríguez D, Pereira N. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontologica Venezolana*. 2008; 46(3): p. 1-19.
2. Anusavice K, Shen CS, Rawls R. *Phillips Science of Dental Materials*. 12th ed. USA: Elsevier; 2013.
3. Polydorou O, Manolakis A, Hellwig E, Hahn P. Evaluation of the curing depth of two translucent composite materials using a halogen and two LED curing units. *Clin Oral Invest*. 2008; 12: p. 45-51.
4. Corral NC, Vildósola GP, Bersezio MC, Alves DcE, Fernandez GE. State of the art of Bulk-Fill Resin-Based composites: a review. *Fac Odontol Univ Antioq*. 2015; 27(1).
5. Amer Tiba P, Gregory G, Zeller DM, Cameron Estrich M, Hong A. A Laboratory Evaluation of Bulk-Fill Versus Traditional Multi-Increment-Fill Resin-Based Composites. *J Am Dent Assoc*. 2013; 8(3): p. 13-26.
6. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of Bulk Fill dental resin-composites. *Dental Materials*. 2014; 30: p. 149-154.
7. Ruwaida A, Nesreen S, Satterthwaite J, Silikas N. Long-term sorption and solubility of bulk-fill and convencional resin-composites in water and artificial saliva. *Journal of Dentistry*. 2015 Septiembre; 43: p. 1511-1518.
8. Jin-Young KR, Yu-Jin K, Nak-Sam C, In-Bog L. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*. 2015; 43: p. 430-439.
9. Tekin TH, Kanturk AF, Yilmaz PA, Coskuner BF, Burcin M. Full in-vitro analyses of new-generation bulk fill dental composites cured by halogen light. *Materials Science and Engineering C*. 2017; 77: p. 436-445.
10. Politi I, McHugh L, Al-Fodeh R, Fleming G. Modification of the restoration protocol for resin-based composite (RBC) restoratives



(conventional and bulk fill) on cuspal movement and microleakage score in molar teeth. *Dental Materials*. 2018; 34: p. 1271–1277.

11. Cova JL. *Biomateriales Dentales*. Segunda Edición ed. Colombia: Amolca; 2010.
12. Salazar FA. *Odontología Estetica: el arte de la perfección*. Primera edición ed. Sao Paulo: Artes Medicas; 2009.
13. Nocchi CE. *Odontología Restauradora*. Segunda edición ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana; 2008.
14. Todd J, Wanner M. *Discover the new time-saving composite*. Scientific Documentation. Ivoclar Vivadent; 2012.
15. Dixon C, W. Stephan E, F. Bird W. *Materiales Dentales Aplicaciones Clínicas*. PRIMERA EDICIÓN ed. MÉXICO: Manual Moderno; 2012.
16. Guzmán H, Arana G, Buenahora MR, Estefan A, Hernández L, Rivera J, et al. *Biomateriales Odontológicos de uso clinico*. 5th ed. Bogotá: Ecoe Ediciones; 2013.