

***PROPIEDADES MECÁNICAS, CONTRACCIÓN
DE POLIMERIZACIÓN Y COMPORTAMIENTO
CLÍNICO DE LOS COMPOSITOS BULK FILL:
una Revisión Sistemática***

***MECHANICAL PROPERTIES, POLIMERIZATION
CONTRACTION AND CLINICAL BEHAVIOR OF
BULK FILL COMPOSITES: a Systematic Review***



***TRABAJO FIN DE MÁSTER
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
2019-2020***

Autor: Marta Bascón Mallado

Tutores: Manuela Herrera Martínez

Camilo M. Ábalos Labruzzo



Facultad de Odontología



Dña. Marta Bascón Mallado con DNI 47340642H alumno/a del Máster Oficial en Odontología Restauradora, Estética y Funcional de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Máster titulado: *``Propiedades mecánicas, contracción de polimerización y comportamiento clínico de los composites Bulk Fill: una revisión sistemática``*

DECLARA:

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso 2019-2020, es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

APERCIBIMIENTO:

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de **NO APTO** y que **asumo las consecuencias legales** que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla 2 de junio de 2020

Fdo. Marta Bascón Mallado



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Dña. Manuela Herrera Martínez, Licenciada en Medicina y Cirugía, Especialista en Odontología por la Universidad de Granada, Profesora Ayudante Doctor adscrito al Departamento de Estomatología

D. Camilo Manuel Ábalos Labruzzi, Licenciado en Medicina y Cirugía, Doctor en Odontología por la Universidad de Sevilla, Profesor Titular adscrito al Departamento de Estomatología

Como directores del Trabajo Fin de Máster Oficial en Odontología Restauradora, Estética y Funcional CERTIFICAN:

Que el presente trabajo titulado *``Propiedades mecánicas, contracción de polimerización y comportamiento clínico de los composites Bulk Fill: una revisión sistemática``* ha sido realizado por Dña. Marta Bascón Mallado durante el Curso Académico 2019-2020 en la Facultad de Odontología de Sevilla, bajo nuestra dirección y cumple, a nuestro juicio, todos los requisitos necesarios para ser presentado y defendido como Trabajo de Fin de Máster.

Y para que así conste y a los efectos oportunos, firman el presente certificado en Sevilla a 2 de junio de 2020

Tutora:

Fdo. Manuela Herrera Martínez

Cotutor :

Fdo. Camilo Manuel Ábalos Labruzzi

Agradecimientos:

A la Dra. Manuela Herrera Martínez por su implicación y aportación continua en la realización del trabajo.

Al Dr. Camilo Ábalos Labruzzo por el diseño metodológico, aportación bibliográfica y corrección científica

INDICE

1. Introducción	1
1.1 Concepto	3
1.2 Composición	3
1.3 Clasificación	3
1.4 Técnicas de obturación	4
2. Objetivos / Planteamiento del Problema	5
3. Material y Método	6
3.1 Estrategia de Búsqueda	6
3.2 Criterios de selección	7
3.3 Selección de datos	7
4. Resultados	8
5. Discusión	28
6. Conclusiones	35
7. Bibliografía	36

RESUMEN

Las resinas compuestas *Bulk Fill* son materiales que, incorporan nuevos monómeros, moduladores del estrés de contracción y fotoiniciadores más reactivos y con un coeficiente de absorción de la luz más alto que la canforquinona, con la finalidad de poder insertar capas de 4-5 mm de espesor, sin necesidad de aumentar la intensidad o tiempo de curado, y reducir el trabajo clínico de la colocación de un composite.

Los cambios de la composición de estas resinas podrían alterar las propiedades y el comportamiento clínico de estos materiales.

Objetivos: fueron estudiar las propiedades físico-químico y mecánicas, la contracción volumétrica y el rendimiento clínico de estos materiales, mediante una revisión sistemática.

Material y método: tras realizar una búsqueda en las bases de datos PubMed, Scopus y en las revistas de mayor relevancia (Q1) en la categoría “Dentistry oral surgery and medicine del Journal Citation Report del ISI Web of Science, se seleccionaron las publicaciones según los criterios de inclusión/exclusión.

Resultados: de la revisión realizada se seleccionaron 29 artículos. Los resultados más importantes a destacar de los composites *Bulk Fill* respecto a los composites convencionales fueron el mayor índice de conversión, la profundidad de polimerización y elución de monómeros, el menor grado de deflexión cuspídea, y la fuerza de contracción, así como, la menor resistencia a la abrasión de los *Bulk Fill* de baja viscosidad. En el resto de las variables estudiadas mostraban resultados contradictorios.

Conclusiones: el uso de los Bulk Fill puede ser una alternativa al empleo de los composites convencionales, aunque son necesarios más estudios en aquellos parámetros donde actualmente existen divergencias.

ABSTRACT

Bulk Fill composite resins are materials that incorporate new monomers, contraction stress modulators and more reactive photoinitiators and with a higher light absorption coefficient than camphorquinone, in order to be able to insert 4-5 mm layers of thickness, without increasing the intensity or time of curing, and reducing the clinical work of placing a composite.

Changes in the composition of these resins could alter the properties and clinical behavior of these materials.

Objectives: the objective of this study is to review the physical-chemical and mechanical properties, the volumetric contraction and the clinical performance of these materials, through a systematic review.

Material and method: after searching the PubMed, Scopus databases and the most relevant journals (Q1) in the category "Dentistry oral surgery and medicine of the Journal Citation Report of the ISI Web of Science, we selected the publications that met the inclusion criteria.

Results: From the review carried out, 29 articles were selected. The most important results of Bulk Fill composites to highlight compared to conventional composites are the highest conversion rate, depth of polymerization and monomer elution, the lowest degree of cusp deflection, and contraction force as well as the least resistance to abrasion. Of the low viscosity Bulk Fill. In the rest of the parameters, the results are variable.

Conclusions: the use of Bulk Fill can be an alternative to the use of conventional composites, although more studies are needed in those parameters where there is currently a contradiction.

1. INTRODUCCIÓN

Ray L. Bowen [1,2] de la unidad de investigación de la American Dental Association, a finales de los años 50 y principios de los 60, desarrolló una nueva Resina Compuesta que patentó en el año 1962. Inventó la resina de Bowen o BIS-GMA (resina epoxi) y la reforzó con partículas de relleno inorgánico para reducir la contracción de polimerización de las restauraciones basadas en polimetilmetacrilato. Así, aquí podemos situar el comienzo del desarrollo de las actuales resinas compuestas o composites, que son hoy en día los materiales de restauración de uso directo más utilizados en Odontología.

Las resinas compuestas han ido mejorando sus propiedades físico-químicas, mecánicas, ópticas y tribológicas teniendo actualmente una adecuada resistencia al desgaste y excelente estética [3]. Sin embargo, existen algunas limitaciones como son su resistencia a la fractura, la contracción volumétrica inherente a la polimerización del material [4] y el desarrollo de estrés de polimerización.

Una resina compuesta se compone de tres elementos y cada uno de ellos aporta unas propiedades concretas y diferentes al material: consta de una *fase orgánica o matriz*, una *fase inorgánica - fase dispersa o relleno* y un *agente de acoplamiento* (3-metacriloxipropiltrimetoxilano-MPTS) que establece una unión covalente entre la fase orgánica y la inorgánica [5].

La *matriz orgánica* la forman cuatro elementos: 1) un sistema de monómeros con distinta viscosidad y peso molecular (es la magnitud física que expresa la cantidad de materia que contiene un cuerpo) (Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA, EGDMA, DEGDMA y TEEGDMA); 2) un sistema fotoiniciador-activador (canforoquinona) de la reacción de la polimerización en los composites fotopolimerizables; 3) un sistema de inhibidores y estabilizadores (hidroquinona) que garantizan la estabilidad del material durante su almacenamiento y después de su reacción química; y 4) un sistema de absorbentes de la luz ultravioleta que proporcionan la estabilidad del color de la restauración.

La *fase dispersa* la integran una gran variedad de materiales inorgánicos de distinta composición química, morfología y dimensiones como son el cuarzo, la sílice amorfa, borosilicatos, vidrios de silicato de aluminio y litio, a los que se añade bario, estroncio y zinc para mejorar la radiopacidad del compuesto. Las propiedades mecánicas de las resinas compuestas dependen fundamentalmente del relleno inorgánico y agente de unión, mientras que la matriz de resina se relaciona fundamentalmente con la estabilidad del color, la tendencia al reblandecimiento del material y la contracción de polimerización [6].

Durante el fraguado de las resinas compuestas, los monómeros se convierten en polímeros y como resultado de este proceso se produce una contracción volumétrica. Su magnitud depende del monómero [7,8], la proporción fase orgánica/inorgánica [9] y del factor de conversión. Puede oscilar entre el 1,7 y el 7,1%, con la mayoría en el rango de 2-3% en reducción en volumen, y constituye el principal problema de estos materiales [10].

El grado de tensión que genera la contracción de polimerización se ve influido por varios factores, como son el factor de configuración de la cavidad o *Factor C*, el tiempo e intensidad de la luz de curado, la composición de la matriz, el contenido de relleno, la existencia de moduladores de la polimerización, la velocidad de la reacción, etc.

Las consecuencias de la contracción de polimerización varían según sea la fuerza de unión existente entre diente y restauración. Si la unión entre ambos es inferior a la fuerza de tracción del composite, se producirá el despegamiento del material de los márgenes cavitarios con aparición de microfiltración, sensibilidad operatoria y caries secundaria a medio o largo plazo, o la separación del material de las paredes internas (gaps). Por el contrario, cuando la fuerza de tracción de la resina compuesta es menor que la unión entre la restauración y la pared de la cavidad, se va a mantener en el interior del composite una tensión interna que cuando sea lo suficientemente fuerte, traccionará de las paredes y producirá una deflexión cuspeada, fracturas o cracks en el esmalte como consecuencia del estrés que ejerce el material sobre el tejido dental.

Para reducir el estrés de contracción y asegurar que todo el espesor de la resina es atravesado por la luz de la lámpara de polimerización, se ha recomendado utilizar una técnica incremental o multicapa en las reconstrucciones con resinas compuestas, de forma que cada capa que se inserte no supere los 2mm de espesor.

Aunque esta técnica ha sido el estándar durante muchos años, tiene algunas desventajas, como el riesgo de atrapar aire entre capas y producir fallos de unión entre ellas, la dificultad de inserción incremental en preparaciones pequeñas y la mayor posibilidad de contaminación de la restauración, al ser mayor el tiempo empleado en la inserción y polimerización de cada incremento. Por otra parte, es un procedimiento lento, sobre todo en dientes posteriores [11].

La creciente demanda de restauraciones estéticas, la preocupación por el mercurio, su eliminación gradual, acordada en 2013 en la Convención de Minamata y la enseñanza cada vez más focalizada en los materiales estéticos en las Facultades de Odontología ha contribuido al desarrollo industrial de los composites Bulk Fill y a un nuevo concepto restaurativo. Lo cual, llevó a la industria de los materiales odontológicos a desarrollar nuevos monómeros y crear nuevos materiales [12].

Según los fabricantes, las resinas compuestas *Bulk Fill* son materiales restauradores que pueden insertarse en incrementos de hasta 4mm de espesor sin comprometer la conversión o las propiedades mecánicas a esta profundidad. Este efecto se logra a través de algunas estrategias diferentes: el desarrollo de un material más traslúcido [13,14]; el uso de menores concentraciones de relleno, lo que facilita la penetración de la luz a mayores profundidades [14,15] y el uso de sistemas de fotoactivación más eficientes [16]. Sin embargo, estos cambios pueden alterar las propiedades, la contracción de polimerización y el rendimiento clínico [17]. El dentista clínico no está todavía seguro de su uso, sobre todo por existir resultados contradictorios en la literatura

1.1.CONCEPTO

Los composites *Bulk Fill* son resinas compuestas que permiten insertar capas de 4-5 mm de espesor y obturar con un solo incremento sin necesitar tiempos de curado más prolongados o una intensidad de luz más alta para la polimerización.

1.2.COMPOSICIÓN

Al igual que los composites convencionales se componen de una fase orgánica, una fase inorgánica y un agente de acoplamiento.

1.2.1. Matriz orgánica:

Se caracteriza por sustituir o reducir el contenido en Bis-GMA y /o usar otros monómeros de mayor peso molecular, incorporar moduladores del estrés de contracción y añadir fotoiniciadores [16], como los derivados de dibenzoil germanio que son más reactivos y tienen un coeficiente de absorción a la luz más alto que la canforquinona.

1.2.2. Fase dispersa

Se caracteriza por tener un porcentaje de relleno menor al de las resinas convencionales microhíbridas y nanohíbridas [14,15], y un mayor tamaño de partícula, si bien hay grandes variaciones en el tamaño de los rellenos usados en función del tipo de *Bulk Fill*. La menor proporción de relleno y su mayor tamaño mejoran la penetración de la luz al verse disminuida la diferencia del índice de refracción existente entre la matriz orgánica y el relleno lo que se traduce en un aumento de la profundidad de curado, aunque pueden cambiar las propiedades mecánicas.

1.3.CLASIFICACIÓN

Las resinas *Bulk Fill* se pueden clasificar en función de su viscosidad y tipo de polimerización.

1.3.1. Según viscosidad:

1.3.1.1.Composites *Bulk Fill* fluidos (*Bulk Fill Based RBC*):

Generalmente tienen una baja viscosidad y se adaptan muy bien a las paredes de la cavidad. Suelen tener un contenido en relleno más bajo y una menor resistencia al desgaste por lo que necesitan ser recubiertos con una capa de composite convencional o *Bulk Fill* moldeable.

1.3.1.2.Composites *Bulk Fill* densos o moldeables (*Bulk Fill RBC*):

Tienen una carga de relleno más alta y son más resistentes al desgaste. Se pueden dejar en superficie y permiten restaurar hasta el nivel oclusal de la cavidad en un solo incremento, aunque se recomienda emplear antes una base de composite fluido convencional.

Al ser materiales más translúcidos, en los casos en los que se quiera conseguir más estética, se aconseja una capa de recubrimiento con un composite convencional.

1.3.1.3.Composite *Bulk Fill* activado sónicamente (*Sonic-Activated Bulk Fill RBC*):

Son resinas de alta viscosidad que se activan por medios sónicos con el fin de disminuir la viscosidad del material y mejorar su adaptación a las paredes de la cavidad. Una vez cesada la activación recuperan su viscosidad inicial y se pueden modelar.

1.3.2. Según su polimerización

Existen dos tipos de composites: 1) el *Composite Bulk Fill fotopolimerizable*; y 2) *Composite Bulk Fill de Curado Dual (Dual Core Bulk Fill)*

1.4. TÉCNICAS DE OBTURACIÓN

Hay tres opciones de obturación en función del tipo de material empleado:

- 1.4.1. Capa de bulk fill fluido, usado como base cavitaria, seguido de la colocación de una segunda capa de recubrimiento final con un composite convencional.
- 1.4.2. Capa única de *Bulk Fill* moldeables.
- 1.4.3. Capa base de composite fluido convencional más capa de composite *Bulk Fill*. moldeable.

* * *

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los inconvenientes más importantes de las resinas compuestas es la contracción de polimerización que depara estrés a nivel de la interfase diente/restauración, responsable de la mayoría de los problemas que determinan el fracaso de estas restauraciones y condiciona su colocación en capas finas.

La investigación en los materiales de restauración dental a base de resina, en la última década, dio como resultado la aparición de los composites *Bulk Fill* que no precisan la clásica técnica multicapa. Los fabricantes afirman que estos nuevos compuestos muestran una reducción de la contracción volumétrica, menor estrés de contracción y aumento de la profundidad de curado, sin que se vean reducidas sus propiedades mecánicas, físicas y químicas respecto a las resinas compuestas convencionales. Los composites *Bulk Fill* podrían mostrar ventajas como simplificar la técnica clínica y ahorrar tiempo. Además, la colocación en bloque evitaría la contaminación entre las capas compuestas y la incorporación de vacíos con rellenos más compactos.

Sin embargo, los cambios de la composición pueden alterar potencialmente las propiedades mecánicas, la contracción volumétrica y el rendimiento clínico de estos materiales. La literatura muestra estudios contradictorios y su aplicación clínica, por parte de los dentistas, no cuenta con una certeza en cuanto a la adopción de esta nueva clase de materiales a la práctica diaria.

En base a lo anterior, nos hemos planteado una revisión sistemática de la literatura con los siguientes **objetivos**:

1. Examinar en la bibliografía publicada las propiedades físico-químico y mecánicas de los composites *Bulk Fill*.
2. Valorar el comportamiento clínico de las resinas compuestas *Bulk Fill* fundamentalmente en relación a la microfiltración, formación de gap y deflexión cusplídea. Todas ellas, consecuencia de la Tensión generada por la contracción de polimerización.
3. Determinar las diferencias en el comportamiento clínico entre composites *Bulk Fill* y composites convencionales
4. Determinar las diferencias en el comportamiento clínico entre composites *Bulk Fill* fluidos y moldeables.

Estos objetivos justifican este trabajo y, a su vez, su pertinencia. Por ello, el llevarlo a cabo supondrá situar con una base científica los composites *Bulk Fill*, establecer sus limitaciones en el momento actual y conocer hacia donde se dirigen las investigaciones futuras.

3. MATERIAL Y MÉTODO

Para alcanzar los objetivos planteados en esta revisión bibliográfica, se ha desarrollado la siguiente metodología

3.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Las bases de datos consultadas fueron Medline/Pubmed y Scopus

Los términos Mesh y palabras clave empleadas fueron los siguientes:

(composites bulk fill OR bulk fill technique) AND (microleakage OR marginal adaptation OR gap OR deflection cuspal OR fracture teeh OR polymerization OR bond strength OR vickers hardness OR degree conversión)

Tabla 1. Combinación de términos Mesh y palabras clave utilizadas para la búsqueda bibliográfica.

((("Compos Part A Appl Sci Manuf"[Journal] OR "Compos B Eng"[Journal] OR "composites"[All Fields]) AND ("dietary fiber"[MeSH Terms] OR ("dietary"[All Fields] AND "fiber"[All Fields]) OR "dietary fiber"[All Fields] OR "bulk"[All Fields]) AND fill[All Fields]) OR ("dietary fiber"[MeSH Terms] OR ("dietary"[All Fields] AND "fiber"[All Fields]) OR "dietary fiber"[All Fields] OR "bulk"[All Fields]) AND fill[All Fields] AND technique[All Fields])) AND (microleakage[All Fields] OR (marginal[All Fields] AND ("acclimatization"[MeSH Terms] OR "acclimatization"[All Fields] OR "adaptation"[All Fields])) OR gap[All Fields] OR (deflection[All Fields] AND usual[All Fields]) OR (("fractures, bone"[MeSH Terms] OR ("fractures"[All Fields] AND "bone"[All Fields]) OR "bone fractures"[All Fields] OR "fracture"[All Fields]) AND teeh[All Fields]) OR ("polymerization"[MeSH Terms] OR "polymerization"[All Fields]) OR (bond[All Fields] AND strength[All Fields]) OR (vickers[All Fields] AND ("hardness"[MeSH Terms] OR "hardness"[All Fields]))) AND ("2015/03/26"[PDat] : "2020/03/23"[PDat] AND "humans"[MeSH Terms])

Para la búsqueda manual se seleccionaron las revistas de mayor relevancia (Q1) relacionadas con la temática, en la categoría “Dentistry, Oral Surgery and Medicine del Journal Citation Report del ISI-Web of Science: *Dental materials, Journal American Dental Association, International Journal of Oral Science, Journal of Dentistry, Clinical Oral Investigations*, de las que se seleccionaron las publicaciones que cumplieran los criterios de inclusión (Tabla 2)

3.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN-EXCLUSIÓN

El procedimiento de aplicación de los criterios de inclusión-exclusión (Tabla 2), se aplicó primero a la selección por títulos de la búsqueda electrónica y manual, después a los resúmenes y, por último, al texto completo de los artículos. Se seleccionaron los que cumplían los criterios de inclusión y se descartaban los que cumplían los criterios de exclusión. En la primera fase de la selección se excluían los títulos duplicados.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión para la selección de la muestra.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Composites <i>Bulk Fill</i> Propiedades mecánicas Comportamiento clínico Artículos de alta evidencia científica Realizados en humanos y modelos Últimos 5 años Idioma: inglés, español	Otros composites Otras propiedades Baja evidencia científica Realizados en animales Años anteriores a 2015 Otros idiomas

3.3 SELECCIÓN DE DATOS

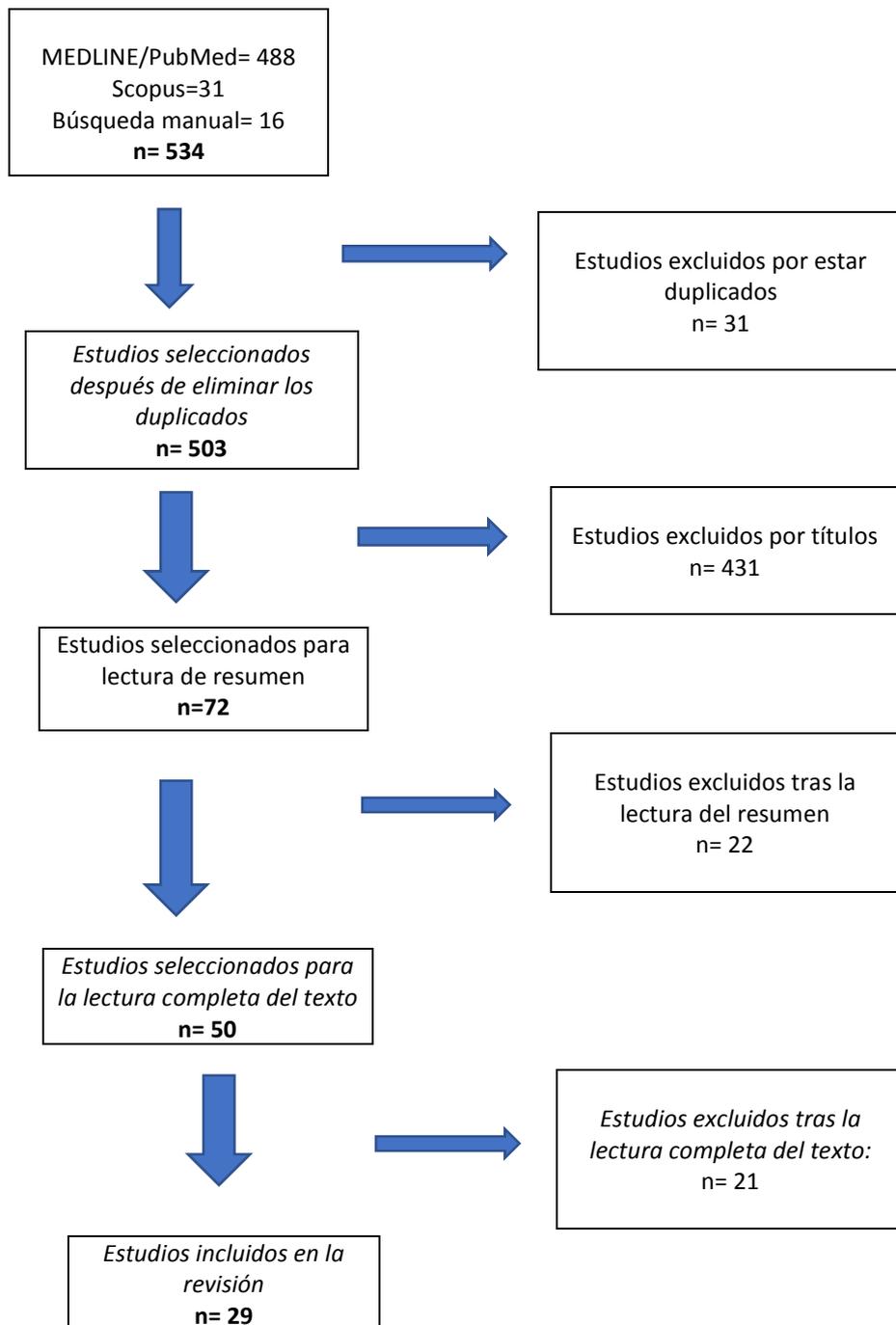
Una vez seleccionados los artículos y seleccionados los aspectos de cada investigación, los datos eran analizados y expresados de forma comparable entre estudios. Para las distintas clases de composites *Bulk Fill* se utilizó un código de colores: **negro** - composites convencionales; **azul** - baja viscosidad, **verde** - alta viscosidad, y **naranja** para los **de activación sónica**. Este código lo hemos aplicado tanto al texto como a las tablas.

* * *

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos para la búsqueda, una vez aplicada la metodología y la estrategia de búsqueda, fueron 29 artículos seleccionados (Fig. 1).

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de la selección bibliográfica de las publicaciones.



En cuanto al tipo de estudio, las investigaciones se repartían en 3 revisiones bibliográficas, 2 metaanálisis, 23 estudios in vitro y 1 estudio in vivo.

Los datos extraídos de los artículos analizados en esta revisión se exponen en tablas, que se agruparon en función del tema analizado y la propiedad estudiada. Con objeto de identificar de una forma sencilla los tipos de composites *Bulk Fill*, en cada tabla, hemos empleado un código de colores: **negro -composites convencionales**; **azul - baja viscosidad**, **verde - alta viscosidad**, y **naranja** para los **de activación sónica**.

En la Tabla 3 se expresan los resultados del *grado de conversión* de diferentes composites *Bulk Fill* en comparación con algunos composites convencionales. El índice de conversión, en porcentaje, oscila en la mayoría de ellos, entre cifras de 50 y 70, sin distinción entre convencionales y experimentales.

Los resultados de la *profundidad de polimerización* de diferentes composites *Bulk Fill* y composites se muestran en la Tabla 4. La profundidad de curado en los composites *Bulk Fill* oscila entre 3,43 y 5.68mm, mientras que la de los composites convencionales no supera los 2.90mm.

En la Tabla 5 se indica la *dureza Vickers* de diferentes composites *Bulk Fill* y Convencionales y la ratio dureza.

La *cantidad de TEGDMA liberado* en agua y metanol de dos composites *Bulk Fill* de baja viscosidad se refleja en la Tabla 6. La concentración de TEGDMA osciló entre 70,2 y 146 µg / ml a los 2 y 6mm en solución acuosa para **SDR** y 57.1 y 72.8 para **Venus bulk fill**.

El *porcentaje de viabilidad celular* en soluciones eluidas de diferentes composites *Bulk Fill* de baja viscosidad y un convencional está indicado en la Tabla 7. La mayor reducción de la viabilidad celular se identificó en líquidos eluidos de muestras polimerizadas en espesores de 6mm. con independencia del material

La Tabla 8 muestra el *porcentaje de contracción* de diferentes composites *Bulk Fill* y convencionales. En los composites *Bulk Fill* de baja viscosidad las cifras oscilan entre 0.49 y 6.55 mientras que en los de alta viscosidad y composites convencionales está entre 0,39 y 2.1.

La fuerza de contracción (MPa) de diferentes composites *Bulk Fill* / convencionales se indica en la Tabla 9. La fuerza de contracción de los composites convencionales es mayor a la de los composites *Bulk Fill* con independencia de su viscosidad.

La Tabla 10 muestra los porcentajes de gaps observados en microscopia electrónica de barrido. Las cifras oscilan entre 1.1 y 10.2. y mientras los valores de gaps no difieren entre composites convencionales y *Bulk Fill* de alta viscosidad, los de baja viscosidad, presentan resultados muy variables.

El porcentaje de poros por mm² de los composites *Bulk Fill*. se recoge en la Tabla 11. Las cifras oscilan entre 0,71 y 1.52, siendo menores en los de baja viscosidad.

La Tabla 12 representa el porcentaje de área sellada de diferentes composites *Bulk Fill* y convencionales. Resalta la baja superficie sellada en esmalte en los composites de baja viscosidad que oscila entre un 16-19%, frente a un 81-100 en dentina.

El porcentaje de penetración de colorante respecto al total de la superficie sellada de diferentes composites *Bulk Fill* y convencionales se muestra en la Tabla 13. Las cifras oscilan entre 1.75 y 8.02. Los valores de los composites convencionales aplicados en capas de 2mm no muestran diferencias al de los *Bulk Fill* de baja viscosidad.

El *grado de microfiltración* midiendo en micrómetros la profundidad de penetración de colorante en diferentes composites *Bulk Fill* y convencionales se muestra en la Tabla 14. Hay una amplia variedad de cifras, si bien los valores encontrados en composites convencionales aplicados en capas de 2mm no muestran diferencias respecto a los *Bulk Fill*.

La Tabla 15 indica el *grado de microfiltración gingival* de composites *Bulk Fill* de alta viscosidad y convencionales en una escala de 0 a 4o se. N observan grandes diferencias entre ambos materiales. Cuando el margen está en esmalte, la penetración de colorante o no se produce o se limita a la mitad externa del piso gingival (escala: grado 0 y 1) mientras que en márgenes situados en dentina lo más frecuente es que la penetración del colorante se extienda más allá de la mitad externa el piso (escala: grado 2) y /o se extienda hasta la mitad de la pared axial (escala: grado 3).

El *grado de deflexión* cuspídea en nanómetros de los materiales estudiados a los 5 minutos, 24 horas y siete días después de polimerizado el composite se muestra en la Tabla 16. En todos los intervalos de tiempo el grado de desviación es mayor en composites convencionales que en los *Bulk Fill*.

En la Tabla 17 se muestra la *resistencia a la flexión* (MPa) de diferentes composites *Bulk Fill* y convencionales. Las cifras oscilan entre 76.6 y 144, siendo más altas en los composites convencionales que en los *Bulk Fill*

El módulo elástico (GPa) de diferentes composites *Bulk Fill* y convencionales se observa en la Tabla 18. Las cifras se sitúan entre 1.1 y 12.5, siendo los valores de *SureFil SDR* y *Venus Bulk Fill*. inferiores a los de los composites convencionales y *Bulk Fill* de alta viscosidad.

A continuación, vamos a exponer los resultados de forma más detallada en tablas (Tablas 3 a 18) desde la página 11 a 27.

Tabla 3. Grado de conversión de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales y método experimental empleado

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL						RESULTADOS
	Control / Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Irradiancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	Índice conversión %
Velo y cols. 2019 Braz Dent J [18]	Surefil SDR Filtek BulkFill Filtek BulkFill Posterior Filtek Z350 XT Filtek Z350 XT Flow	50	Moldes 6x2mm	NR	2	Continua 1140	20	55.84 C 52.03 DE 53.28 CE 51.77 CE 58.88 B
						Intermitente 1140	10'' + 1'' pausa + 10''	59.21 B 56.05 BC 50.05 E 45.15 A 60.57 B
Sousa-Lima y cols. 2017 Oper Dent [19]	Tetric EvoFlow Bulk Fill (TBF) Empress Direct (ED)	10	Clase I	Stae Adhesive System (1 paso)	4 2	1150	20	85.7 A 54.2 B
Fronza y cols. Dent Master 2015 [20]	Surefil SDR(SDR) Filtek Bulk Fill (FBF) Tetric Evo Ceram (TEC) Ever XP (EXP) Herculite Bulk Fill (HF) Herculite (HER)	30	Clase I		4 4 4 4 4 2	950	20 20 20 20 40	81 A 75 A 72 BC 76 C 74 B 77 A

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias significativas entre filas de la columna de resultados

NR: no referido

Tabla 4. Profundidad de curado/polimerización de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales y el método experimental empleado

AUTOR /AÑO / REVISTA / REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL						RESULTADO
	Control / Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Irradiancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	ISO 4049
Lee y cols. 2019 Stem Cells Int [21]	SureFil SDR Venus Bulk Fill (VBF) Beautiful Bulk Flowable (BBF) Filtek Z350 XT (ZFF)	-	Moldes 10x2 mm	-	4	1000	20	SDR: 4.02mm A VF: 3.96mm A BBF: 3.55mm A ZFF: 2.25mm B
Benetti y cols. 2015 Oper Dent [12]	Tetric EvoCeram BulkFill (TECB) SonicFill (SF) X-Tra Base (XT) SureFil SDR Venus Bulk Fill (Venus) Tetric EvoCeram (TEC)	96	Moldes 12x4mm	-	12	950	20	VF: 5.57 D SDR: 4.34 C XT: 5.68 D TECB: 3.82 B SF: 3.43 AB TEC: 2.90 A
Sousa Lima y cols. 2017 [19]	Tetric Evo Flow Bulk Fill (TBF) Empress Direct (ED)	10	Oclusal 5x4mm	Autograbado	4 2	1200	20	TBF 4* ED 2*

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias significativas entre filas de la columna de resultados

(*) Valores convertidos en ratio de dureza, No ISO 4049 /

Tabla 5. Parte1. Medidas de dureza Vickers y ratio dureza de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales y método experimental empleado.

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES Control/ Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	MÉTODO EXPERIMENTAL			DUREZA VICKERS		
				Irradicancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	Capa (mm)	VHN		Ratio
							Superior	Inferior	Ratio dureza
Al-Shekhili y Al- Aubi 2018 WJD [22]	Tetric N Ceram Filtek Bulk Fill Posterior X-Tra Fill Bulk Fill Quadrant Universal Composan Bio-Esthetic	50	Oclusal	1700	20 -	4	50.99	27.22	53.61 A
						4	63.18	49.58	79.83 B
						4	92.28	80.62	87.53 C
						2	52.44	47.4	90.86 D
						2	59.38	46.99	79.95 E
Braga y cols. 2019 Oper Dent [23]	Surefil SDR Aura (SDI)	40	Oclusal	1393 (Bluephase G2)	20 20	4	76.4 A	64.6 A	84.5
							65.6 B	61.9 B	80.8
J.F.Besegato y cols. 2019 J Mech Behav Biomed Mater [24]	Opus Bulk Fill (OBF) Tetric N-Ceram (TNC) Filtek Bulk Fill Flow (FBFF)	10	Oclusal	1000 para continuo (430-500 nm)	20sg	4	47.3Aa	21.9Db	46.32
				41.3Ba			29.5Eb	71.49	
				3200 para pulsátil (430-500 nm)	3'' + pausa + 3''	4	18.7Ca	14.9Fb	79.67
							47.0Aa	17.2 Db	36.67
							47.0Aa	24.9Eb	60.24
							41.3Ba	11.6 Fb	69.02
							16.8 Ca		

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias significativas entre filas de la columna de resultados/ Diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas entre columnas de la columna de resultados/ VHN (Vicker Hardness)→ Dureza Vickers./ Ratio dureza: porcentaje de dureza inferior respecto a la superior.

Tabla 5. Parte 2 Medidas de dureza Vickers y ratio dureza de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales y método experimental empleado.

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL					DUREZA VICKERS		
	Control/ Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Irradicancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	Capa (mm)	VHN		Ratio
							Superior	Inferior	Ratio dureza
Jung y Park 2017 Oper Dent [25]	SureFil SDR Venus Bulk fill Tetric NCeram Bulk fill SonicFill Filtek Z 350			1140	30	4	32.1 25.2 49.3 70.5 77.5	29.2 22.9 40.4 47.94 56.6	91 A 91 A 82 B 68 C 73 D
Lee y cols. 2019 Stem Cells Int. [21]	SureFil SDR Venus Bulk Fill Beautiful Bulk Fowable Filtek Z350 XT Flowable	-	Moldes 4×12mm	1000	20 sg	6	100 100 100 100	71.5 88.1 75.0 0.0	71.5 A 88.1 A 75.0 A 0.0 B
						4	100 100 100 100	96.5 98.2 81.2 50.1	96.5 A 98.2 A 81.2 B 50,1 C

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias significativas entre filas de la columna de resultados/ Diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas entre columnas de la columna de resultados/ VHN (Vicker Hardness)→ Dureza Vickers./ Ratio dureza: porcentaje de dureza inferior respecto a la superior.

Tabla 6. Elución de TEGDMA ($\mu\text{g}/\text{Ml}$) en agua y metanol de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales y método experimental empleado

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL						RESULTADOS		
	Control / Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Medio elución	Capa (mm)	Lámpara		Elución TEGDMA ($\mu\text{g}/\text{Ml}$)/24h		
						Irradiancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	2mm	4mm	6mm
Rothmund y cols. 2017 Dent Mater [11]	SureFil SDR Bulk Fill Venus Bulk Fill	12	-	Agua	2	1200	20	70.5 A	103 B	134.9C
				Metanol	4 6			57.1 D	60.4 E	72.8 F

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias significativas entre filas y columnas de la columna de resultados

Tabla 7. Porcentaje de viabilidad celular (hDPSC) en líquidos eludidos de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales y método experimental empleado

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL						RESULTADOS		
	Control / Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Capa (mm)	Tiempo (sg)	Irradiancia (mW/cm ²)	Evaluación viabilidad celular	Porcentaje de viabilidad celular en medios de elución		
								2mm	4mm	6mm
Lee y cols. 2019 Stem Cells Int [21]	SDR Venus Bulk Fill (VBF) Beautiful Bulk Fowable (BBF) Filtek Z350 XT Flowable (ZFF)	12	-	2	20	1000	- Extracción monómeros -Cultivo celular	99.8 A	99.2A	69 B
				4				99 A	71 B	62 C
				6				43 A	7 B	5 B
								97 A	64 B	5.9 C

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias significativas entre filas y columnas de la columna de resultados
hDPSC: células madre de pulpa dental hDPSC: células madre de pulpa dental y columnas de la columna de resultados

Tabla 8. Porcentaje de contracción de polimerización de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales y método experimental empleado.

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL						RESULTADOS
	Control/ Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Polimerización		Micro CT % contracción
						Irradiancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	
Jung y Park 2017 Oper Dent [25]	SureFil SDR Venus Bulk Fill (VB) Tetric N-Ceram Bulk Fill (TB) SonicFill (SF) Filtek Z3 (Z3)	40	Clase II	XP Bond 1 paso	3.5+2 3.5+2 4.5 4.5 2×4	1140	20	2.31 C 2.45 C 1.09 B 1.17 B 0.86 A
Prager y cols. 2018 Dent Mater J [26]	Filtek Bul Fill (FBF) Venus Bulk Fill (VBF) Surefil SDR (SDR) Tetric EvoCeram (TBF) SonicFill (SBF) Amelogen Plus (AMP)	30	Bloques aluminio MOD	Scotchbond U iBond Total E Prime Bond NT Excite F Optibond FL Peak Univer	4	545	20	3.02 BC 4.07 B 6.55 A 1.26 D 1.02 D 2.10 CD
Benetti y cols. 2015 Oper Dent [12]	Tetric EvoCeram BulkFill (TECBF) Sonic Fill (SF) X-Tra Base (XTB) SureFil SDR Venus Bulk Fill (VBF) Tetric EvoCeram (TEC)	96	Clase II	Optibond FL Grabado selectivo 2 pasos	4 4 4 4 2	950	20	2.03 B 1.83 AB 2.76 C 2.80 C 3.36 D 1.58 A

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias estadísticas significativas entre filas de la columna de resultados

Tabla 9. Fuerza de contracción (MPa) de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales y método experimental empleado.

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL					RESULTADOS	
	Control/ Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Polimerización		Fuerza contracción MPa
						Irradiancia (mW/cm2)	Tiempo (sg)	
Velo y cols. 2019 Braz Dent J [18]	SureFil SDR Filtek Bulk Fill Flow (FBFF)	60	Moldes acero inoxidable	Arenado con partículas Al ₂ O ₃	4	1400	Continuo 20	0.23A 0.13A 0.26B 0.52C 0.31B
	Filtek Bulk Fill Posterior (FBFP) Filtek Z350 XT Flow (FZXTF) Filtek Z350 XT (FZXT)						10 + pausa 1+ 10	0.21A 0.09A 0.27B 0.46 C 0.27 B
Han y Park 2018 Oper Dent [27]	Tetric N-Ceram Bulk Fill (TB) Venus Bulk Fill (VB)	28	MOD	Clearfil SE Bond Autograb. dos pasos	1.3	1200	20	3.18 3.14
	Tetric N-Ceram Bulk Fill (TB) Venus Bulk Fill (VB)				4	1200	40	3.02 3.08
Sousa-Lima y cols. 2017 Oper Dent [19]	Tetric EvoFlow Bulk Fill (TBF) Empres Direct (ED)	10	Oclusal	Grabado seletivo Stae adhesive system 1 pasos	4 2+2	1150	20	0.77 B 1.07 A

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias significativas entre filas de la columna de resultados

Tabla 10. Porcentaje de gaps observados bajo microscopia electrónica de barrido (SEM) de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL						RESULTADOS
	Control / Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Irradiancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	% gap respecto a margen total (SEM)
Haak y cols 2019 Oper Dent. [28]	SonicFill (SF) Tetric EvoCeram BulkFill (TEC) X-Tra Fill (XF) Premise (P)	128	MOD	Optibond FL (OFL) 2 pasos	4 4 2	nr	nr	SF 1.3 Aa TEC 1.1 Aa XT 1.5 Aa P 1.7 Aa
				Xeno V (XV) Autograbado 2 pasos				SF 3.3 Bb TEC 3.8 Bb XT 3.9 Bb P 3.7 Bb
Benetti y cols. 2015 Oper. Dent. [12]	Tetric EvoCeram BulkFill (TECB) SonicFill (SF) X-Tra Base (XT) SDR Venus Bulk Fill (Venus)	96	Clase II	Optibond FL Grabado selectivo 2 pasos	4 bulk + 2 TEC	950	20	TECB 6.6 A SF 7.1 A XT 9.2 B SDR 6.1 A VF 10.2 B
	Tetric EvoCeram (TEC)				2 (x3) TEC			TEC 6.2 A
Almeida Junior y cols. 2017 Braz. Oral Res. [29]	Tetric Bulk Fill (TBF) SonicFill (SFS) SonicFill (SFManual) Filtek Supreme XTE (FSS)	30	Clase I	Adper Single Bond 1 paso	4 4 4 4	1200	10	BM 2.30A FSS 1.97A SMF 2.95A SFS 2.58A
	Filtek Supreme XTE (FSI)				1.5 (x3)			FSI 2.19A
Kapoor y cols. 2016 J Conserv Dent [30]	SureFil SDR SonicFill (SF) Ever X Flow (EXF) Z350 XT (Z3)	60	Clase I	Adper Single Bond 1 paso	4 4 4 2(x2)	800	20	SF 2.5A SDR 2.2B EXF 3.5A Z3 6.1D

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias significativas entre filas de la columna de resultados

Tabla 11. Porcentaje de poros por mm² de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales en el estudio de Gaps.

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL						RESULTADOS
	Control/ Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Irradiancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	Micro CT (% poros/mm ²)
Oglakci y cols 2019 J Appl Oral Sci. [17]	Filtek Bulk Fill (FB) SonicFill (SF) Estelite Bulk Fill Flow (EB)	30	MOD	G-Premio Bond 1 paso	4	1000	10	FF 0.82 AB SF 1.58 Ab EB 0.71 Ba
	Filtek Bulk Fill (FB) + Base cavitaria (L) SonicFill (SF) + Base cavitaria (L) Estelite Bulk Fill Flow (EB) + Base cavitaria (L)				1 L + 3			FFL 0.78 Aa SFL 0.92 AB EBL 0.85 Aa

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias significativas entre filas de la columna de resultados / Diferentes letras minúsculas indican diferencias entre mismo material de distinto grupo de la columna de resultados

Tabla 12. Porcentaje de área superficie sellada de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales.

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL						RESULTADOS
	Control / Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Irradiancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	% Área superficie sellada
Hayashi y cols. 2019 Dent. Mat [31]	Tetric N-Ceram Bulk Fill (TNB) Bulk EZ (BEZ) SonicFill Surefill (SNF) SureFil SDR Clearfil PhotoCore (CPC)	10	Moldes 3x4	Clearfil SE Bond Autograbado 2 pasos	4	600	40	TNB 85 A BEZ 100 D SNF 16 B SDR 46 C CPC52 C
Peutzfeldt y cols. 2018 Oper Dent [32]	Filtek Bulk Fill (FBFF) SureFil SDR Filtek Supreme XTE (XTE)	39	Clase II Margen esmalte	Optibond FL 2 pasos	4	1500	10	FBFF 16A SDR 19A XTE 34B
	Filtek Bulk Fill (FBFF) SureFil SDR Filtek Supreme XTE (XTE)		Clase II Margen dentina		2		4	20

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias entre filas del mismo grupo de la columna de resultados

Tabla 13. Porcentaje de penetración de colorante respecto a totalidad de superficie sellada

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL						RESULTADOS
	Control / Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Irradiancia mW/cm ²	Tiempo (sg)	% penetración de colorante respecto a superficie total
AlSagob y cols. 2018 Interv Med Appl Sci. [33]	Filtek Bulk Fill Flowable (FBFF) SureFil SDR (SDR) Filtek Supreme Ultra Universal (FSU)	24	Clase II	Grabado ácido E y D Peak Universal Bond Adhesivo autograbado	4 4 2 4	595	20	FBFF 1.90 AB SDR 1.99 B FSU 3.96 AB FSU 8.02 C
Swapna y cols. J Conserv Dent 2015 [34]	Tetric EvoCeram (TEF) X-tra fill (XF) SonicFill (SF)	30	Clase II Margen G en unión AC	Adper Single Bond2 1 paso	NR	NR	20	TEF 2.55 A XF 2.75 A SF 1.75 B

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias entre filas del mismo grupo de la columna de resultados

NR: no referido

Tabla 14. Profundidad de penetración de colorante en micrómetros (indicativo de microfiltración) de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL						RESULTADOS micrómetros
	Control/ Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Irradiancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	
García Mari y cols. Dent Mater J 2019 [35]	Filtek Bulk Fill (FBF)	20	Clase II margen esmalte	Grabado ácido E y D L-Pop Scotchbond 1 paso	4	1200	20	FBF 1066,49A FTX 989,79A
	Filtek Supreme XTE (FTX)	20	Clase II margen dentina		4			
AlSagob y cols. 2018 Interv Med Appl Sci. [33]	Filtek Bulk Fill Flowable (FBFF) SureFil SDR (SDR) Filtek Supreme Ultra Universal (FSU)	24	Clase II	Grabado ácido E y D Peak Universal Bond Adhesivo autograbado	4 4 2 4	595	20	FBFF 145.51 AB SDR 253,3 B FSU 145.95 AB FSU 573.85 C
Mosharrafian y cols. 2017 J Dent [36]	SonicFill (SF) Filtek Bulk fill (FB) Filtek Z250 (Z250)	60	Clase II	Single Bond 2 1 paso	4 4 2	1000	20	SF 290.25 A FB 523.40 A Z250 590.20 A

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias significativas entre filas de la columna de resultados

Tabla 15. Porcentaje del grado de microfiltración gingival (escala 0-4) de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales

AUTOR /REVISTA AÑO /REFERENCIA	MATERIALES		MÉTODO EXPERIMENTAL					RESULTADOS Penetración de colorante (Escala 0-4)
	Control/Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Irradiancia mW/cm ²	Tiempo (sg)	
García Marí y cols. Dent Mater J 2019 [35]	Filtek Bulk Fill (FBF)	20	Clase II margen esmalte	Grabado ácido E y D L-Pop Scotchbond 1 paso	4 2	1200	20	0: 55%; 1: 15% 2: 15%; 3: 15% 0: 50%; 1: 20% 2: 15%; 3: 15%
	Filtek Supreme XTE (FTX)	20	Clase II margen dentina	Grabado ácido E y D L-Pop Scotchbond 1 paso	4 2	1200	20	0:10%; 1:25% 2: 40%; 3:25% 0: 5%; 1: 50% 2: 35%; 3:10%
H.Behery y cols. 2018 Dent. Med Probl. [37]	Tetric EvoCeram Bulk Fill(TBF) X-Tra Fil (XF) QuiXX TPH Spectra HV (TPH)	40	Clase II	Single Bond Plus 1 paso	4 4 4 2	1120	20	0: 70%; 1:30%; 3:0% 0: 60%; 1:30%; 2:10% 0: 70%; 1:20%; 2:10% 0: 70% 1:20%; 2:10%
Fahmi y cols. 2019 J Contemp Dent Pract. [38]	Filtek Bulk Fill (FBF) Filtek Bulk Fill (FBF)	60	Clase II	Adper Single Bond 2 1 paso	4 2	1000	20	0: 30%; 1:50% 2: 15%; 3:5% 0: 75%; 1:15% 2: 5%; 3: 5%
Gamarra y cols. Odontology 2018 [39]	SonicFill (SF)	40	Clase II margen en esmalte	OptiBond FL 2 pasos	5	1200	20	0: 0%; 1:80% 2: 20%; 3:0%
						650 + 1200	10 + 20	0: 10%; 1:80% 2: 10%; 3:0%
	SonicFill (SF)	40	Clase II margen en dentina	OptiBond FL 2 pasos	3	1200	20	0: 0%; 1: 10% 2: 5%; 3: 85%
						650 + 1200	10 + 20	0: 0%; 1:10% 2: 10%; 3:80%

Escala 0-4- .1: penetración del tinte limitada a la mitad externa del piso gingival; - 2: penetración del tinte extendida más allá de la mitad exterior del piso gingival; - 3: penetración del tinte extendida a lo largo de la pared gingival y hasta la mitad de la pared axial; - 4: penetración del tinte extendida a lo largo del piso gingival y toda la pared axial

Tabla 16. Parte 1. Medida en nanómetros del grado de deflexión cuspídea de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO						RESULTADOS		
	Control / Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Polimerización		Deflexión en nanómetros		
						Irradiancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	5min	24 horas	7 días
Elsharkasi y cols 2018 Oper Dent. [40]	Tetric EvoCeram Bulk Fill (TBF) X-Tra Fill (XF) SonicFill (SF) Filtek Z100 (FZ)	32	-	Optibond 2 pasos	4 4 4 2	1460	20/continuo	FBF 28000 Ba XF 29000 Ba SF 24000 Ba FZ 44000 Aa	19000 Bb 18000 Bb 16000 Bb 27000 Ab	
Agarwal y cols. 2017 J Conserv Dent. [41]	SonicFill (SF)	60	-	Optibond 2 pasos	4	1100	20/continuo	SF 25000 Aa	SF 13000Aa	SF 7900Aa
							Pulsátil 10 intervalos de 2sg	SF 14200Ab	SF 7200Ab	SF 4100Ab
							En rampa: De 0 a 10 sg:1100 + 1100-10sg	SF 14100Ab	SF 8500Ab	SF 5000Ab
	Filtek Z350 XT (ZX)			Adper Single Bond 2	2		20/continuo	28400Ba	17400Ba	11300Ba
							Pulsátil 10 intervalos de 2sg	18000Bb	10500Bb	7300Bb
							En rampa: De 0 a 10 sg:1100 + 1100-10sg	18800Bb	11600Bb	8300Bb

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias significativas entre filas de la columna de resultados/ Diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas entre columnas de la columna de resultados

Tabla 16. Parte 2. Medida en nanómetros del grado de deflexión cuspídea de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales

AUTOR /AÑO / REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO						RESULTADOS		
	Control / Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Polimerización		Deflexión en nanómetros		
						Irradiancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	5min	24 horas	7 días
Prager y cols. 2018 Dent Mater J [26]	Filtek Bul Fill (FBF) Venus Bulk Fill (VBF) Surefil SDR (SDR) Tetric EvoCeram (TBF) SonicFill (SBF) Amelogen Plus (AMP)	30	Bloques aluminio MOD	Scotchbond U iBond Total E Prime Bond NT Excite F Optibond FL Peak Univer	4	545	20/continuo	FBF 4454B VBF 3677B SDR 3676B TBF 3,847B SBF 8016A AMP 7472A		

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias significativas entre filas de la columna de resultados

Tabla 17. Medidas de la resistencia a la flexión de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales

AUTOR / REVISTA/ AÑO / REFERENCIA	MATERIAL	MÉTODO EXPERIMENTAL						RESULTADOS
	Control / Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Irradiancia Irradiancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	Resistencia a la flexión (MPa)
Sousa-Lima y cols. 2017 Oper Dent [19]	Tetric EvoFlow Bulk Fill (TBF) Empress Direct (ED)	10	Moldes 7x2x1	-	4 2	1120	20	TEF 76,6 A ED 144 B
Jung y Park 2017 Oper Dent [25]	Tetric N-Ceram Bulk Fill (TB) SureFil SDR Venus Bulk Fill (VB) SonicFill (SF) Filtek Z350 (Z3)	40	Moldes 25x2x2	-	2	1140	40	TB 100,21 A SDR 101,26 A VB 97,36 A SF 136,67 B Z3 128,05 B

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias entre filas del mismo grupo de la columna de resultados

Tabla 18. Medidas de la resistencia a la flexión de diferentes composites *Bulk Fill* / Convencionales

AUTOR /AÑO /REVISTA/ REFERENCIA	MATERIALES	MÉTODO EXPERIMENTAL						RESULTADOS
	Control/ Experimental	Tamaño Muestral	Cavidad	Adhesivo	Capa (mm)	Irradiancia (mW/cm ²)	Tiempo (sg)	Módulo elástico (GPa)
Sousa-Lima y cols. 2017 Oper Dent [19]	Tetric EvoFlow Bulk Fill (TBF) Empress Direct (ED)	10	Moldes 7x2x1	-	4 2	1120	20	TBF 11,5 A ED 12,5 A
Jung y Park 2017 Oper Dent [25]	Tetric N-Ceram Bulk Fill (TB) SureFil SDR Venus Bulk Fill (VB) SonicFill (SF) Filtek Z350 (Z3)	40	Moldes 25x2x2	-	2	1140	40	TB 5.33 C SDR 3.04 B VB 1.1 A SF 6.03 CD Z3 6.32 D

Diferentes letras mayúsculas indican diferencias entre filas del mismo grupo de la columna de resultados

5. DISCUSIÓN

El rendimiento físico-mecánico de las resinas compuestas va a depender de su grado de conversión, o lo que es lo mismo, de la cantidad de monómeros que se convierten en polímeros. Durante la reacción de polimerización, lo ideal es que una alta cantidad de los monómeros se conviertan en polímeros, sin embargo, la reacción es autolimitada y no se puede conseguir un grado completo de conversión. Un adecuado índice de conversión es imprescindible para el buen rendimiento mecánico, siendo el grado de conversión mínimo para que una restauración sea clínicamente satisfactoria superior al 55% [18]. La mayoría de composites *Bulk Fill* revisados en este trabajo cumplen este requisito mínimo.

De forma general, podemos decir que los composites *Bulk Fill* fluidos de baja viscosidad presentan un índice de conversión igual [20] o mayor [42] que los composites convencionales. El mayor grado de conversión de los composites *Bulk Fill* fluidos puede estar relacionado con la menor carga de relleno inorgánico y mayor translucidez de estos compuestos [42], así como con el tipo de monómero que compone la matriz. Fronza y cols. [20] citan que polímeros basados en Bis-EMA y que tienen incorporado un grupo fotoactivo en el monómero de uretano, que interactúa con la canforoquinona, presentan un índice de conversión más alto.

El índice de conversión de los *Bulk Fill* de alta viscosidad es igual [19] o menor [18] que los composites convencionales. Las diferencias en los resultados pueden estar relacionadas con la distinta metodología en relación al espesor de capa utilizado. Nos llama la atención el hecho de que *Tetric EvoCeram* muestre un índice de conversión menor que el composite convencional usado como control, a pesar de tener en su composición un fotoiniciador de la polimerización basado en dibenzil germanio, que es más reactivo y tiene un coeficiente de absorción de la luz más alto que la canforoquinona, lo que nos hace pensar que una de las causas sea que el menor índice de conversión podría estar relacionado con la atenuación de la luz de polimerización dentro de la masa del compuesto.

Las investigaciones que comparan el grado de conversión entre composites *Bulk Fill* de alta y baja viscosidad encuentran valores mayores [18] o iguales para los de baja viscosidad. [19]

Velo y cols. [18] estudian la influencia del protocolo de polimerización en el índice de conversión y comunican que mientras los valores de conversión en los composites *Bulk Fill* de alta viscosidad son más altos pero no significativos cuando se emplea una polimerización continua durante 20 segundos, en los composites *Bulk Fill* de baja viscosidad las cifras son significativamente mayores cuando se emplea una polimerización intermitente, que permitiría un mayor movimiento molecular y un mayor flujo plástico.

La presencia de fotoiniciadores más reactivos a la luz en la composición de los composites *Bulk Fill* favorece la penetración en profundidad de la luz de polimerización, lo que se traduce en poder usar en clínica espesores de capa de 4-5mm. En nuestra revisión hemos comprobado que la profundidad de curado de los composites *Bulk Fill* fue mayor que la registrada en las resinas compuestas convencionales [9] siendo la de los composites

de baja viscosidad superior a los de alta viscosidad. Estos autores [9] afirman que, aunque **Tetric EvoCeram Bulk Fill** tiene una profundidad de curado mayor que el composite convencional, la profundidad de curado registrada es inferior a la anunciada por el fabricante. Lo mismo sucedió con **SonicFill**, pero a diferencia de los anteriores, este fue el único material de los examinados que presentó una profundidad de curado similar a la del composite convencional.

Sousa- Lima y cols. al estudiar la profundidad de curado de **Tetric Evo Flow Bulk Fill**, aplicado en capas de 4mm, y Empress Direct, un composite convencional aplicado en capas de 2mm, no encuentran diferencias en su profundidad de curado. Y aunque los dos tienen un contenido en relleno similar, el primero contiene Ivocerin, que es un fotoiniciador capaz de absorber más luz y conseguir una polimerización más eficiente que la obtenida con el sistema canforoquinona-amina. [19]

El grado y profundidad de polimerización de una resina compuesta se relaciona con la microdureza del material. La dureza viene determinada por la naturaleza y la cantidad de relleno que presenta la resina compuesta de forma que, a mayor cantidad de relleno, mayor será su dureza y mayor resistencia tendrá a la abrasión. Los composites *Bulk Fill* de baja viscosidad presentan una menor dureza superficial que las resinas convencionales [21].

Los estudios que comparan valores de microdureza en los composites *Bulk Fill* de alta viscosidad con composites convencionales muestran resultados contradictorios. Para Jung y Park [25] es menor en los *Bulk Fill* que en los composites convencionales, y para Al.Shekhili y Al- Aubi [22] es mayor en la mayoría de materiales que examinan. Llama la atención de este trabajo la microdureza registrada en **X-Tra Fill Bulk Fill**, un 92,28 de dureza superficial frente a un 52.44 y 59.30 que presentaron Quadrant Universal y Composan Bio-Esthetic, lo que puede deberse a que el primero contiene un 70,1 de relleno en volumen frente al 60 y 56% de los dos últimos.

Los trabajos que comparan la dureza de los composites *Bulk Fill* de alta y baja viscosidad muestran también resultados diferentes, y mientras Braga y cols. [23] encuentran cifras mayores de dureza Vickers en los de baja viscosidad, Besegato y cols. [24] y Jung y Park [25] los comunican en los de alta viscosidad. Tales diferencias en los resultados pueden deberse a la diferente metodología utilizada, lo que justificaría que la dureza superficial registrada en **SureFil SDR** tenga valores de 76.4 en el estudio de Braga y cols. y 32,1 en el de Jung y Park.

Se acepta que una profundidad de curado adecuada se consigue cuando la dureza del fondo del material es un 80% a la dureza en superficie. Jun y Park [25] y Al-Shekhli y Al-Aubi [22] registran en todos los materiales valores de dureza Vickers superiores a estas cifras en todos los composites *Bulk Fill* con independencia de su consistencia, excepto en **SonicFill**, lo que justifican por la menor translucidez del material, y en **Tetric N-Ceram**, por su baja carga de relleno. Lee y cols. [21] encuentran cifras ligeramente inferiores en **SureFil SDR** y **Beautiful Bulk Fowable**, si bien ellos determinan la dureza en capas de 6mm. de espesor.

Besegato y cols. analizan si el protocolo de curado influye en la dureza Vickers y encuentran que la microdureza en el fondo de la capa es menor cuando se emplea una irradiancia de 3200mW/cm² aplicada de forma intermitente durante 6 segundos frente a

la de 1000mW/cm² durante 20 segundos con independencia de la viscosidad del material, aunque en el caso de los de baja viscosidad la ratio dureza superior /inferior era mayor. [24]

El índice de conversión refleja el grado de polimerización de un composite y se relaciona directamente además de la dureza con la resistencia, el módulo elástico, y biocompatibilidad del material. Los monómeros que no se transforman en polímeros pueden liberarse y penetrar a través de los túbulos dentinarios y afectar la vitalidad y capacidad regenerativa de la pulpa. Respecto a la posible citotoxicidad de las resinas *Bulk Fill* derivada de una polimerización insuficiente, Rothmund y cols. encuentran que las concentraciones de TEGDMA y HEMA liberadas son significativamente mayores conforme mayor es el grosor de capa, pero que en ningún caso sobrepasan ni se acercan a los niveles que son considerados tóxicos para los fibroblastos de la pulpa dental y que son de 1058 µg/mL y 312µg/mL respectivamente [8].

Estudios que evalúan la viabilidad de las células de la pulpa dental, mediante la medición de la actividad enzimática mitocondrial, cuando se cultivan con soluciones que contienen monómeros eludidos derivados de muestras polimerizadas con espesores de capa de 2, 4 y 6mm encuentran que, la viabilidad celular en las muestras de más de 4mm está muy reducida, y mientras que *Surefil SDR* a espesores de 2 y 4mm tiene un porcentaje cercano al 100% de supervivencia celular, dicha supervivencia se reducía a un 69% cuando el grosor de capa era de 6mm [21].

Un índice de conversión alto mejora la resistencia y la dureza de la resina compuesta, pero también, y como efectos indeseables, va a aumentar la tensión de polimerización y crear tensión dentro del material y/o a nivel de la interfase diente-restauración, lo que puede conducir al fracaso de la misma.

La mayoría de autores, Benetti y cols. [12], Jung y Park [25] y Prager y cols. [26] encuentran que la contracción de polimerización de los composites *Bulk Fill* de baja viscosidad es mayor a la de los composites convencionales debido que tienen porcentajes de relleno inorgánicos más bajos. Sin embargo, el estrés que generan es menor [42,12]. La explicación de ello radica en que estos compuestos llevan en su composición incorporadas sustancias que son capaces de absorber el estrés de polimerización y no transmitirlo al diente, como se deduce de los bajos valores de deflexión cuspea encontrados en sus estudios.

El estrés de contracción que ocasiona cada composite es dependiente, entre otros, de la configuración de la cavidad (*factor C*) y composición del material. Composites que llevan incorporados moduladores de polimerización, favorecen que el estrés se absorba a medida que la relación de fraguado progresa, y se produzca bajo estrés. Ello explicaría los bajos valores de estrés presentes en *SureFil® SDR Flow* pese a mostrar porcentajes de contracción de polimerización

El estrés o tensión a nivel de la interfase adhesiva puede deparar la aparición de problemas clínicos como formación de “gaps”, interfase o márgenes abiertos y microfiltración, entre otros.

Respecto a la formación de “gaps”, cuando se comparan los composites *Bulk Fill* de alta viscosidad aplicados en capas de 4mm respecto a los composites convencionales aplicados en capas de 2mm: Haak y cols. [28], Benetti y cols. [12], Kapoor y cols. [30], Oglakci y cols. [17], Thongbai-On y cols. [43], Hayashi y cols. [31] coinciden en que la aparición de “gaps” es igual o menor en los composites *Bulk Fill*. Esta unidad de criterio se pierde cuando se examina **Sonic Fill** y aunque la mayoría de ellos encuentran que no hay diferencias. Hayashi y cols. [31] y Oglakci y cols. [17] registran una mayor formación de “gaps” con este material.

Cuando se coteja la formación de “gaps” entre los composites *Bulk Fill* de baja viscosidad y los composites convencionales, hemos encontrado que la formación de “gaps” en **Surefil SDR** es menor o igual en los estudios realizados por Benetti y cols. [12], Kapoor y cols. [30], Hayashi y cols. [31], Peutzfeldt y cols. [32], y Thongbai-On y cols. [48] mientras que la que registra Benetti y cols. [12] en **X-tra Fil** y **Venus fill** es mayor.

La mayor o menor aparición de “gaps” entre *Bulk Fill* densos y fluidos también ofrece resultados contradictorios, y mientras que Hayashi y cols. [31] cuando comparan **Tetric N-Ceram Bulk Fill** con **Surefil SDR**, encuentra una mayor superficie sellada con **Tetric N-Ceram Bulk Fill**, Benetti y cols. [12] no encuentra diferencias entre ambos. Otro material que ha sido muy analizado y comparado con **Surefil SDR** ha sido **SonicFil**, y mientras Benetti y cols. [12] no encuentran diferencias con **Surefil SDR**, Hayashi y cols. [31] y Kapoor y cols. [30] registran mayor y menor formación de “gaps” respectivamente con **SonicFil**.

Esta diversidad de resultados puede verse influido por las diferencias entre las metodologías empleadas. Resaltamos la técnica adhesiva empleada, que varía mucho de un estudio a otro. Haak y cols. [28] comparan el porcentaje de formación de “gaps” observado bajo microscopia electrónica de barrido en composites *Bulk Fill* de alta viscosidad y encuentran que la presencia de “gaps” es significativamente mayor cuando se utiliza un adhesivo de autograbado que cuando usan uno universal.

Otro parámetro que se ha investigado en relación a la formación de “gaps” es su relación con el empleo de una base cavitaria. Oglakci y cols. [17] no encuentran diferencias en su aparición cuando utilizan cementos *Bulk Fill* de alta viscosidad (**Filtek Bulk Fill** y **SonicFill**) o baja viscosidad (**Estelite Bulk Fill Flow**) con o sin una capa base de 1mm de cemento de vidrio ionómero, mientras que Thongbai-On y cols. [43] refieren una mayor formación de “gaps” cuando antes de la aplicación de **Surefil SDR Flow** y **Core-X Flow** se aplica una base cavitaria de ionómero de vidrio de 2mm.

Peutzfeldt y cols. analizan las diferencias en la capacidad de sellado de **Filtek Bulk Fill** y **Surefil SDR** en función del sustrato al que se adhieren y encuentran que la formación de “gaps” es muy superior en el esmalte. Lo relacionan con el bajo módulo elástico de estos materiales, que es mucho más parecido a la dentina que al esmalte. Se recomienda que el módulo elástico de un material debe ser similar a la estructura del diente que va a reemplazar para que sea capaz de flexionarse con la estructura del diente cuando es sometido a una carga mecánica [28]. Estos resultados difieren de los comunicados por Benetti y cols. [12] al examinar la capacidad de sellado en esmalte y dentina de varios composites *Bulk Fill* de alta y baja viscosidad. Sus resultados muestran una mejor adaptación y sellado cuando el margen de la restauración está en esmalte. La

explicación de los diferentes resultados podría residir en el método empleado pues mientras que estos autores emplean una capa de 4mm de composite *Bulk Fill* y encima otra capa de 2mm de composite convencional con un mayor módulo elástico, Peutzfeldt y cols. [32] solo emplea la capa de 4mm de composite *Bulk Fill* de baja viscosidad.

Un objetivo de toda restauración es conseguir un buen sellado que evite problemas de sensibilidad postoperatoria y desarrollo de caries secundaria, y es en los márgenes gingivales ubicados apicalmente a la unión amelocementaria, dónde es más difícil conseguirlo y por tanto donde es más frecuente que se presente la temida microfiliación.

La mayoría de los estudios que examinan la microfiliación entre composites *Bulk Fill* y composites convencionales lo hacen comparando materiales *Bulk Fill* de alta viscosidad en capas de 4mm frente a capas de 2mm de composites convencionales, sin que existan diferencias significativas en los resultados. Behery y cols. [37], García Marí y cols. [35], Mosharrafián y cols. [36] examinan la existencia de microfiliación en cavidades de Clase II con márgenes en esmalte y en dentina, y aunque los valores de filtración son mayores en dentina que en esmalte no comunican diferencias en los materiales para un mismo sustrato.

AlSagob y cols. [33] examinan la microfiliación en la pared oclusal y gingival de cavidades de Clase II con márgenes en esmalte después de restaurar los dientes con dos composites *Bulk Fill* de baja viscosidad ([Filtek Bulk Fill Flowable](#) y [SureFil SDR](#)), en espesores de 4mm y la comparan con la que se produce en un composite convencional ([Filtek Supreme Ultra Universal FSU](#)) colocado en capas de 4 y 2mm. Los resultados de este estudio también revelaron que la microfiliación marginal en la superficie gingival (49%) fue estadísticamente mayor que en la superficie oclusal (19%) con independencia del material. Además, en los compuestos *Bulk Fill* el porcentaje de penetración del colorante no fue diferente entre ellos ni con el composite convencional colocado en capas de 2mm, pero sí menor que cuando se coloca en capas de 4mm. Según los autores [33], aunque no hubo diferencias en la penetración del colorante, la microfiliación fue menor en [Filtek Bulk Fill Flowable](#), lo que podría deberse a que el tamaño de partícula de este es menor al tamaño promedio de [Surefil SDR](#).

Los estudios que comparan la existencia de microfiliación entre [SonicFill](#) con otros composites *Bulk Fill* de alta densidad, muestran igual Mosharrafián y cols. [36] o menor Swapna y cols. [34], filtración con el composite de activación sónica que con [Tetric EvoCeram](#) y [X-Tra Fill](#), lo que justifican por el hecho de que tras la activación sónica el material disminuye su viscosidad y se convierte en un compuesto más fluido capaz de mejorar su adaptación a las paredes de la cavidad. Gamarra y cols. [39] investigan la influencia del modo de polimerización en la microfiliación de dientes restaurados con [SonicFill](#) y encuentran que técnicas de polimerización que comiencen con intensidades bajas deparan menos filtración marginal que las que utilizan altas intensidades.

Fahmi y cols. [38] investigan la técnica de colocación en composites *Bulk Fill* y encuentran que cuando se colocan en capas de 2mm, la microfiliación es menor que cuando se insertan en grosores de 4mm.

Además de la microfiltración, otro problema que puede aparecer secundario a la contracción de polimerización de las resinas compuestas es la deflexión o deformación cuspídea y sus repercusiones clínicas de mayor riesgo de fractura dentaria y cambios en los puntos de oclusión. Prager y cols. [26] comparan el grado de deflexión cuspídea de tres composites *Bulk Fill* de baja viscosidad, *Filtek BulK Fill*, *Venus Bulk Fill*, *Surefil SDR* y dos de alta viscosidad, *Tetric EvoCeram*, *SonicFill*, colocados en capas de 4mm frente a un composite convencional, *Amelogen Plus*, colocado en incrementos de 2mm. Encontraron que todos los materiales originaban deflexión, siendo la menor la originada en los composites *Bulk Fill* de baja viscosidad sin que hubiera diferencias significativas con la registrada en *Tetric EvoCeram*, pero si con la de *SonicFill*, y la resina compuesta convencional.

El relleno de la carga inorgánica parece tener un efecto directo en la deflexión cuspídea. Composites que tienen un mayor porcentaje de relleno inorgánico y mayor módulo elástico (rigidez) presentan una mayor desviación de cúspides. Los composites que presentaron los mayores valores de desviación cuspídea fueron el composite convencional usado como control que tenía un 76% en peso, y *SonicFill* con un 83,5%. Llama la atención de este estudio los bajos valores de deflexión en *Tetric EvoCeram*, a pesar de tener un alto contenido en de relleno (71%), lo que puede estar relacionado con la incorporación en su composición de silanos que actúan como aliviadores del estrés, sistema funcional del relleno patentado y relleno prepolimerizados que contribuyen a que tengan un bajo módulo elástico.

Para Elsharkasi y cols. [40], el grado de deflexión cuspídea que resulta en *SonicFill* no difiere del encontrado en *Tetric EvoCeram*, cuando se aplican en incrementos de 4mm, y si es mucho menor que el del composite convencional *Filtek Z100* insertado en capas de 2mm. Lo justifican porque *Filtek Z100* tiene una matriz orgánica rica en TEGDMA, que crea un mayor grado de reticulación y mayor contracción que las que contienen UDMA y Bis-EMA, y un mayor módulo elástico (21GPa).

Agarwal y cols. [41] estudian la influencia del empleo de una base cavitaria y el modo de polimerización de las resinas compuestas en la aparición de un mayor o menor grado de deflexión cuspídea en *SonicFill* y *Filtek Z350 XT*. Respecto al uso de una base cavitaria, sus resultados muestran que, con independencia del material, el uso de una base cavitaria disminuye la cuantía de la deflexión y que ésta es menor cuando se usa de base un cemento de ionómero de vidrio a cuando se usa un composite fluido convencional. Respecto al modo de polimerización, comunican que protocolos de aplicación de luz en rampa o pulsátil generan menor deflexión que los que aplican la luz de modo continuo, mientras que no hay diferencias entre los dos primeros. Esto aumenta la fase pregel del composite y por tanto la tensión de polimerización es menor.

Las resinas compuestas indicadas en restauraciones del sector posterior o zonas sometidas a cargas altas deben presentar valores lo suficientemente altos de resistencia a la flexión y módulo elástico para soportar deformaciones y evitar fracturas. En tanto que en las preparaciones cavitarias realizadas en la región cervical se recomiendan que posean propiedades viscoelásticas bajas para que acompañen la flexión del diente.

Se aconseja valores de resistencia a la flexión de por lo menos 80 -100 MPa como mínimo en zonas sometidas a cargas masticatorias. Las resinas compuestas *Tetric N-*

Ceram Bulk Fill y **SonicFill** con cifras de resistencia a la flexión de 100,21 y 136,67 MPa respectivamente y presentan propiedades viscoelásticas óptimas para ser usados en restauraciones con requerimientos mecánicos altos [20], mientras que la de 76.6 MPa en **Tetric EvoFlow Bulk Fill** la hace inviable para ser utilizado en zonas que soporten una alta carga masticatoria.

El módulo de flexión de un composite depende del contenido de relleno y de la cantidad de monómeros, de modo que a mayor cantidad de relleno y menos contenido de monómeros, menor es la tensión de polimerización y el estrés de contracción, pero mayor es el módulo de elástico. Jung y Park. comparan el módulo elástico de composites *Bulk Fill* de alta viscosidad con los convencionales. Sus resultados muestran diferencias para **Tetric N-Ceram Bulk Fill** pero no para **SonicFill** lo que puede deberse al mayor contenido en relleno inorgánico de éste último [25].

Los estudios de Sousa-Lima y cols. [19] y Jung y Park [25] que analizan el módulo elástico de composites *Bulk Fill* de baja viscosidad con composites convencionales muestran diferentes resultados dependiendo del tipo de material examinado; **Tetric EvoFlow Bulk Fill** tiene unos valores similares y **Surefil SDR** y **Venus Bulk Fill** son significativamente menores.

Kwon y cols. [11] informaron que la adaptación marginal de una restauración se ve influida por el módulo elástico de los materiales usados como bases cavitarias. Según ellos, para conseguir una interfase continua, el rango óptimo del módulo de flexión que han de tener los composites Bulk fil fluidos debe ser entre 4 y 6 GPa, porque dentro de estos valores el material base puede amortiguar, de forma eficaz, el estrés oclusal, mientras que valores mayores o inferiores no. En el estudio de Sousa-Lima y cols. y en el Jung y Park [25], las cifras son superiores e inferiores respectivamente a las citadas, y no proporcionarían una amortiguación eficaz del estrés oclusal lo que afectaría negativamente a la adaptación marginal de la restauración.

Heck y cols. [44] llevaron a cabo un estudio *in vivo* en el que analizaron la supervivencia de restauraciones clase I – II realizadas con Tetric Ceram y **QuiXfil** durante 10 años. La tasa general de éxito de este estudio mostró que un 76.9% de las restauraciones realizadas con **QuiXfil** y el 87.7% de las hechas con Tetric Ceram funcionaron bien sin que hubiera diferencias significativas entre ellas. El comportamiento clínico de ambos materiales fue aceptable durante el periodo de seguimiento. Los fracasos se relacionaron con la extensión de la preparación con independencia del material restaurador; preparaciones de clase II de tres o más superficies sufrieron más complicaciones que las de clase I

La principal causa de fracaso en las restauraciones realizadas con **QuiXfil** fue la fractura del diente, seguido de caries secundaria, caries secundaria más fractura de la restauración, fractura de la restauración y por último sensibilidad postoperatoria. En las restauraciones con resina compuesta convencional la principal causa de fracaso fue la caries secundaria seguido de la fractura del diente.

En estos últimos años se ha avanzado considerablemente en el conocimiento de los composites *Bulk Fill*, con una evidencia científica mucho mayor y conocimiento de sus limitaciones. Sin embargo, son necesarias más investigaciones en relación a las

propiedades mecánicas, contracción de polimerización y comportamiento clínico de los composites *Bulk Fill* dado que los resultados actuales, en algunos campos, son contradictorios. También, consideramos que en investigaciones futuras se deberían potenciar los estudios *in vivo*, ya que los resultados *in vitro* hay que extrapolarlos con mucho cuidado a las condiciones clínicas, debido a que no siempre estas condiciones se reproducen adecuadamente.

6. CONCLUSIONES

PRIMERA: el uso clínico de los composites *Bulk Fill* aplicados con espesores de 4mm, en cuanto al grado de conversión, pueden emplearse con resultados similares a los convencionales a espesores de 2mm.

SEGUNDA: la profundidad de curado de los composites *Bulk Fill* revisados fue superior al de las resinas compuestas convencionales, sobre todo en los composites *Bulk Fill* de baja viscosidad.

TERCERA: los composites *Bulk Fill* de baja viscosidad presentan una menor resistencia al desgaste que los de alta viscosidad y que las resinas convencionales, de ahí que necesiten ser recubiertos en superficie con una capa de composite convencional o *Bulk Fill* moldeable.

CUARTA: las concentraciones de TEGDMA y HEMA liberadas a distintos medios son significativamente mayores conforme mayor es el grosor de capa, pero en ningún caso sobrepasan ni se acercan a niveles tóxicos para los fibroblastos de la pulpa dental.

QUINTA: la contracción de polimerización de los composites *Bulk Fill* es mayor a la de los composites convencionales, mientras que el estrés de polimerización es menor.

SEXTA: la capacidad de sellado y formación de “gaps” de la mayoría de los composites *Bulk Fill* revisados, insertados en capas de 4mm, es menor o igual a la de los composites convencionales colocados según la técnica incremental.

SEPTIMA: la microfiltración de los composites *Bulk Fill* es menor o igual a los composites convencionales, pero al igual que sucede con estos, la filtración es mayor en dentina que esmalte.

OCTAVA: la deflexión cuspeada que originan los composites *Bulk Fill* es menor que la que acontece en los composites convencionales. Con independencia del material, el uso de una base cavitaria y protocolos de polimerización de aplicación de luz en rampa o pulsátil, disminuyen la cuantía de la deflexión.

NOVENA: la resistencia a la flexión de los composites *Bulk Fill* de alta viscosidad y baja viscosidad es igual o menor respectivamente a la de los composites convencionales.

DECIMA: Son necesarios más estudios en aquellos parámetros donde actualmente existe contradicción y potenciar los estudios in vivo. En las propiedades de los *Bulk Fill*, donde actualmente no son adecuadas, la industria debe hacer un esfuerzo en I+D+I.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Bowen RL. Use of Epoxy Resins in Restorative Materials. J Dent Res [Internet]. 1956 Jun 9 [cited 2020 May 27];35(3):360–9. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00220345560350030501>
2. Dental filling material comprising v. Nyl slane treated fuesd sca and a bnder consisteng of the reaction product of bis phenol and glycdyl acrylate. Rafael L. Bowen,.
3. Yadav R, Kumar M. Dental restorative composite materials: A review. Vol. 61, Journal of Oral Biosciences. Japanese Association for Oral Biology; 2019. p. 78–83.
4. Kaisarly D, Gezawi M El. Polymerization shrinkage assessment of dental resin composites: a literature review. Vol. 104, Odontology. Springer-Verlag Tokyo; 2016. p. 257–70.
5. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas [Internet]. [cited 2020 Mar 26]. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000200023
6. Jiménez-Planas A, Ábalos Labruzzi C, Martín Hernández J, Universidad de Sevilla. Secretariado de Publicaciones. Manual de materiales odontológicos. Universidad de Sevilla. Secretariado de Publicaciones; 2011.
7. Gonçalves F, Pfeifer CCS, Stansbury JW, Newman SM, Braga RR. Influence of matrix composition on polymerization stress development of experimental composites. Dent Mater. 2010;26(7):697–703.
8. He J, Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. Effect of low-shrinkage monomers on the physicochemical properties of experimental composite resin. Acta Biomater Odontol Scand. 2018 Jan;4(1):30–7.
9. Gonçalves F, Kawano Y, Braga RR. Contraction stress related to composite inorganic content. Dent Mater. 2010;26(7):704–9.
10. Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. Dent Mater. 2005 Dec;21(12):1150–7.
11. Rothmund L, Reichl FX, Hickel R, Styllou P, Styllou M, Kehe K, et al. Effect of layer thickness on the elution of bulk-fill composite components. Dent Mater [Internet]. 2017;33(1):54–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2016.10.006>
12. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Pedersen MK, Honoré D, Pallesen U. Bulk-fill resin composites: Polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. Oper Dent. 2015;40(2):190–200.
13. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. Clin Oral Investig. 2014;18(8):1991–2000.
14. Kim E-H, Jung K-H, Son S-A, Hur B, Kwon Y-H, Park J-K. Effect of resin thickness on

- the microhardness and optical properties of bulk-fill resin composites. *Restor Dent Endod*. 2015;40(2):128.
15. Al Sunbul H, Silikas N, Watts DC. Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composites. *Dent Mater*. 2016 Aug 1;32(8):998–1006.
 16. Ilie N, Schöner C, Bücher K, Hickel R. An in-vitro assessment of the shear bond strength of bulk-fill resin composites to permanent and deciduous teeth. *J Dent*. 2014;42:850–5.
 17. Benetti AR, Havndrup- Pedersen C, Honore D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk fill resin composites polymerization-contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent* 2015;40:190-200
 18. Velo MM de AC, Wang L, Furuse AY, Brianezzi LF de F, Scotti CK, Zabeu GS, et al. Influence of modulated photo-activation on shrinkage stress and degree of conversion of bulk-fill composites. *Braz Dent J*. 2019;30(6):592–8
 19. De Sousa-Lima RX, De Azevedo Silva LJ, De Freitas Chaves LV, Geraldeli S, Alonso RCB, Borges BCD. Extensive assessment of the physical, mechanical, and adhesion behavior of a low-viscosity bulk fill composite and a traditional resin composite in tooth cavities. *Oper Dent*. 2017;42(5):E159–66.
 20. Fronza BM, Ayres APA, Pacheco RR, Rueggeberg FA, Dias CTS, Giannini M. Characterization of inorganic filler content, mechanical properties, and light transmission of bulk-fill resin composites. *Oper Dent*. 2017 Jul 1;42(4):445–55.
 21. Lee SM, Kim SY, Kim JH, Jun SK, Kim HW, Lee JH, et al. Depth-Dependent Cellular Response from Dental Bulk-Fill Resins in Human Dental Pulp Stem Cells. *Stem Cells Int*. 2019;2019.
 22. Al-Shekhli AAR, Al-Aubi I. Curing effectiveness of bulkfill composites. *World J Dent*. 2018;9(5):361–5.
 23. Braga SSL, Oliveira LRS, Ribeiro MTH, Vilela ABF, Da Silva GR, Price RB, et al. Effect of simulated pulpal microcirculation on temperature when light curing bulk fill composite. *Oper Dent*. 2019;44(3):289-301.
 24. Besegato JF, Jussiani EI, Andrello AC, Fernandes RV, Salomão FM, Vicentin BLS, et al. Effect of light-curing protocols on the mechanical behavior of bulk-fill resin composites. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2019;90(October 2018):381–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2018.10.026>
 25. Jung JH, Park SH. Comparison of polymerization shrinkage, physical properties, and marginal adaptation of flowable and restorative bulk fill resin-based composites. *Oper Dent*. 2017;42(4):375–86.
 26. Prager M, Pierce M, Atria PJ, Sampaio C, Cáceres E, Wolff M, et al. Assessment of cuspal deflection and volumetric shrinkage of different bulk fill composites using non-contact phase microscopy and micro-computed tomography. *Dent Mater J* [Internet]. 2018 Jun 8 [cited 2020 Mar 24];37(3):393–9. - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29375091>
 27. Han SH, Park SH. Incremental and bulk-fill techniques with bulk-fill resin composite in different cavity configurations. *Oper Dent*. 2018;43(6):631–41.
 28. Haak R, Näke T, Park KJ, Ziebolz D, Krause F, Schneider H. Internal and marginal adaptation of high-viscosity bulk-fill composites in class II cavities placed with different adhesive strategies. *Odontology* [Internet]. 2018;107(3):374–82. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10266-018-0402-1>
 29. Almeida LJDS, Penha KJ de S, Souza AF, Lula ECO, Magalhães FC, Lima DM, et al. Is there correlation between polymerization shrinkage, gap formation, and void in bulk fill composites? A μ CT study. *Braz Oral Res*. 2017 Dec 18;31:e100.

30. Kapoor N, Bahuguna N, Anand S. Influence of composite insertion technique on gap formation. *J Conserv Dent* [Internet]. 2016 Jan 1 [cited 2020 Apr 20];19(1):77. Available from: <http://www.jcd.org.in/text.asp?2016/19/1/77/173205>
31. Hayashi J, Espigares J, Takagaki T, Shimada Y, Tagami J, Numata T, et al. Real-time in-depth imaging of gap formation in bulk-fill resin composites. *Dent Mater* [Internet]. 2019;35(4):585–96. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.01.020>
32. Peutzfeldt A, Mühlebach S, Lussi A, Flury S. Marginal gap formation in approximal “bulk fill” resin composite restorations after artificial ageing. *Oper Dent*. 2018 Mar 1;43(2):180–9.
33. Alsagob EI, Bardwell DN, Ali AO, Khayat SG, Stark PC. Comparison of microleakage between bulk-fill flowable and nanofilled resin-based composites. *Interv Med Appl Sci*. 2018;10(2):102–9.
34. Swapna MU, Koshy S, Kumar A, Nanjappa N, Benjamin S, Nainan MT. Comparing marginal microleakage of three Bulk Fill composites in Class II cavities using confocal microscope: An in vitro study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2015 Sep 1 [cited 2020 Mar 24];18(5):409–13. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26430307>
35. García Marí L, Climent Gil A, Llena Puy C. In vitro evaluation of microleakage in class II composite restorations: High-viscosity bulk-fill vs conventional composites. *Dent Mater J*. 2019;38(5):721–7.
36. Mosharraffian S, Heidari A, Rahbar P. Microleakage of Two Bulk Fill and One Conventional Composite in Class II Restorations of Primary Posterior Teeth. *J Dent (Tehran)* [Internet]. 2017;14(3):123–31. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29167683> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5694844>
37. Behery H, El-Mowafy O, El-Badrawy W, Nabih S, Saleh B. Gingival microleakage of class II bulk-fill composite resin restorations. *Dent Med Probl*. 2018;55(4):383–8.
38. Fahmi MK, Ashour AA, Arora V. Effect of Multilayering Incremental Technique on the Microleakage of High-viscosity Bulk-fill Composite Restorations in Endodontically Treated Teeth. *J Contemp Dent Pract*. 2019;20(7):822–7.
39. Gamarra VSS, Borges GA, Júnior LHB, Spohr AM. Marginal adaptation and microleakage of a bulk-fill composite resin photopolymerized with different techniques. *Odontology*. 2018;106(1):56–63.
40. Elsharkasi MM, Platt JA, Cook NB, Yassen GH, Matis BA. Cuspal deflection in premolar teeth restored with bulk-fill resin-based composite materials. *Oper Dent*. 2018;43(1):1–9.
41. Agarwal P, Taneja S, Kumar M. To evaluate and compare the effect of different light-curing modes and different liners on cuspal deflection in premolar teeth restored with bulk filled or incrementally filled composite measured at different time intervals. *J Conserv Dent*. 2017 Sep 1;20(5):317–21.
42. Tsujimoto A, Barkmeier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Mechanical properties, volumetric shrinkage and depth of cure of short fiber-reinforced resin composite. *Dent Mater J*. 2016;35(3):418–24.
43. Thongbai-On N, Chotvorrarak K, Banomyong D, Burrow MF, Osiri S, Pattaravisitsate N. Fracture resistance, gap and void formation in root-filled mandibular molars restored with bulk-fill resin composites and glass-ionomer cement base. *J Invest Clin Dent*. 2019;10(4):e12435.
44. Heck K, Manhart J, Hickel R, Diegritz C. Clinical evaluation of the bulk fill composite QuiXfil in molar class I and II cavities: 10-year results of a RCT. *Dent Mater* [Internet]. 2018;34(6):e138–47. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.03.023>