

Comparación de la contracción, estrés de polimerización y microfiltración inmediata en resinas compuestas de tipo Bulk-Fill vs. convencionales

Comparison of shrinkage, polymerization stress and immediate microleakage in Bulk-Fill vs conventional composite resin

Presentado: 13 de junio de 2024
Aceptado: 17 de junio de 2025
Publicado: 15 de septiembre de 2025

Matias Mederos,^a Luana Arenas,^b Daniela D'Angelo,^a Andrés García,^a Carlos Cuevas-Suárez,^c Guillermo Grazioli^a

^a Universidad de la República, Facultad de Odontología, Departamento de Odontología Preventiva y Restauradora, Unidad Académica de Materiales Dentales, Montevideo, Uruguay

^b Universidad de la República, Facultad de Odontología, Montevideo, Uruguay

^c Universidad Autónoma de Hidalgo, Departamento de Cirugía Odontológica, Pachuca, México

Resumen

Objetivos: Analizar la contracción volumétrica, estrés de contracción y microfiltración marginal inmediata de una resina compuesta convencional y dos resinas Bulk-Fill manipuladas mediante la técnica multicapas y la técnica monoincremental.

Materiales y métodos: Se analizó una resina compuesta convencional (Filtek Z250XT) y dos resinas compuestas tipo Bulk-Fill (Filtek Bulk-Fill y Tetric N-Ceram Bulk-Fill). La contracción volumétrica se analizó de forma indirecta calculando la densidad de cada material antes y después de la polimerización. Para la medición del estrés de contracción se utilizó una máquina de ensayos universales en espesores de 2 mm y 4 mm para la resina compuesta convencional y en espesor de 4 mm para las resinas compuestas tipo Bulk-Fill. Para el ensayo de microfiltración se utilizaron 20 terceros molares sanos restaurados según el grupo correspondiente; Grupo 1: Resina compuesta convencional en multicapas, Grupo 2: Resina compuesta convencional en monoincremento, Grupos 3 y

4: Resinas Bulk-Fill en monoincremento. Para la contracción y el estrés de contracción se utilizó el test de ANOVA de una vía y para el ensayo de microfiltración inmediato se utilizó el test de Kruskal-Wallis.

Resultados: En cuanto a la contracción volumétrica no se observaron diferencias entre las resinas evaluadas. La resina compuesta convencional generó mayor estrés y grado de microfiltración inmediata al ser utilizada en espesores de 4 mm, mientras que al ser utilizada en multicapas y espesores de 2 mm no se encontraron diferencias significativas en comparación con ambas resinas Bulk-Fill utilizadas en monoincremento de 4 mm.

Conclusiones: Las resinas Bulk-Fill utilizadas en incrementos de 4 mm presentaron un comportamiento *in vitro* similar al de una resina compuesta convencional utilizada en incrementos de 2 mm.

Palabras clave: Fotoiniciadores, luz de curado, polimerización dental, resinas compuestas.

Abstract

Aim: To analyze the volumetric shrinkage, shrinkage stress, and immediate marginal microleakage of a conventional composite resin and two bulk-fill resins, applied using both the multilayer and single-increment techniques.

Materials and methods: A conventional composite resin (Filtek Z250XT) and two Bulk-Fill type composite resins (Filtek Bulk-Fill and Tetric N-Ceram Bulk-Fill) were analyzed. Volumetric contraction was analyzed indirectly by calculating the density of each material before and after

polymerization. To measure the shrinkage stress, a universal testing machine was used at thicknesses of 2 mm and 4 mm for the conventional composite resin and at thickness of 4 mm for the Bulk-Fill type composite resins. For the microfiltration test, 20 healthy restored third molars were used according to the corresponding group; Group 1: Conventional composite resin in multilayers, Group 2: Conventional composite resin in single increment, Groups 3 and 4: Bulk-Fill resins in single increment. For contraction and shrinkage stress, the one-way



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

ANOVA test was used, and for the immediate microleakage test, the Kruskal-Wallis test was used.

Results: No differences were observed between brands regarding volumetric contraction. Conventional composite resin generated greater stress and degree of immediate microleakage when used in thicknesses of 4 mm, while when used in multilayers and thicknesses of 2 mm it did not generate

significant differences compared to the Bulk-Fill resins used in single 4 mm increments.

Conclusions: Bulk-Fill resins used in 4 mm increments presented in vitro behavior similar to that of a conventional composite resin used in 2 mm increments.

Keywords: Composite resins, curing lights, dental polymerization, photoinitiators.

Introducción

Las resinas compuestas (RC) se han transformado en uno de los materiales dentales más utilizados para la confección de restauraciones directas.¹ Sus características estéticas y funcionales han generado un aumento en la demanda de este tipo de materiales por parte de los pacientes. Se destaca su plasticidad adecuada para su manipulación en la técnica directa y su capacidad de adherirse al diente mediante estrategias adhesivas específicas.¹ De esta forma se logran diseños cavitarios en los que se preserva la estructura dentaria sana sin necesidad de realizar tallados sobre extendidos para lograr la retención del material restaurador. Este material ha demostrado ser de gran importancia en el avance hacia una odontología mínimamente invasiva.²

La contracción de polimerización es uno de los problemas más significativos para las RC actuales, teniendo una incidencia significativa en la falla prematura de las restauraciones, ya que podría inducir defectos en la adhesión a las estructuras dentarias.^{3,4} Para superar estas desventajas y controlar los efectos negativos de la contracción del material al producirse la polimerización, se ha propuesto el uso de una técnica incremental o por capas al momento de manipular este tipo de RC.⁵ Aunque esta técnica tiene beneficios, genera inconvenientes como el aumento de tiempo clínico, la incorporación de burbujas de aire y las probabilidades de cometer errores en el procedimiento.^{4,6-8} Esta técnica se utiliza, además, debido a que la profundidad de curado de estos materiales es limitada, sugiriéndose incrementos no mayores a 2 mm con el objetivo de lograr un correcto grado de polimerización en las zonas más profundas del material.⁹

Por esto, actualmente se han introducido al mercado nuevos sistemas de resinas llamadas "Bulk-Fill" (RBF) o de aplicación en masa, las cuales, a diferencia de las RC convencionales, podrían ser aplicadas en incrementos de 4 o hasta 5 mm.^{3,10-13} La composición de las RBF es similar a las RC convencionales. La matriz se basa en monómeros clásicos como el Bis-GMA, UDMA y TEGDMA,¹⁴ sin embargo, cada fabricante adiciona monómeros específicos que per-

miten una mayor flexibilidad, lo que asegura disipar el estrés generado al momento de polimerizar.¹⁵ Además, se han observado porcentajes de relleno menores a las RC microhíbridas y nanohíbridas, lo que se traduce en un aumento en la profundidad de penetración de la luz al disminuir la diferencia de índice de refracción entre matriz y relleno, lo que podría aumentar la profundidad del curado.¹⁶ Por último, en cuanto al sistema de iniciación de polimerización, algunos fabricantes han adicionado nuevos fotoiniciadores, los cuales parecen ser más efectivos incluso en profundidades mayores a 2 mm.^{6,15} De esta manera, las RBF buscan simplificar los pasos clínicos, disminuyendo además el margen de error por parte del profesional.¹⁷

El cambio de paradigma en el modo de uso, aplicación e indicación de estas RBF genera aún ciertas controversias a la hora de elegir las para su uso clínico. Una alta contracción volumétrica y estrés de polimerización, podrían ser los causantes de adaptaciones marginales, y con ello otras condiciones, como pigmentación marginal y presencia de caries secundaria, causando el fracaso de la restauración de las RC, llevando al profesional a realizar una reparación o recambio total de la misma, por ende, mayores costos operativos y tiempo clínico.^{13,18,19}

Por todo lo anteriormente mencionado, el objetivo del presente trabajo fue analizar la contracción volumétrica, estrés de contracción y microfiltración marginal inmediata de una RC convencional y dos tipos de RBF manipuladas mediante la técnica multicapas y la técnica monoincremental. Como hipótesis nula, se planteó que las RBF utilizadas en espesores de 4 mm presentarían un comportamiento similar a las RC convencionales utilizadas en espesores de 2 y 4 mm.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se realizó un estudio experimental transversal de dos partes, una *in-vitro* y otra *ex-vivo*. La información sobre marca comercial, color, fabricante, com-

Tabla 1. Información sobre los materiales utilizados en el presente trabajo

Marca comercial	Color	Fabricante	Composición	Modo de uso**	Lote
Filtek Z250 XT	A2	3M ESPE (Minnesota, Estados Unidos)	Matriz: BIS-GMA, BIS-EMA, TEGDMA, PEGDMA, UDMA. Relleno: Nanohíbrido (Zirconio/sílice).	Multicapa (Incrementos de 2 mm)	NA53674
Filtek Bulk-Fill	A2	3M ESPE (Minnesota, Estados Unidos)	Matriz: AUDMA, UDMA, y 1, 12-dodecanediol-DMA. Relleno: zirconia/sílice, trifluoruro de iterbio.	Monoincremento (Incremento de 4 mm)	NA42166
Tetric N-Ceram Bulk Fill	IVA	Ivoclar Vivadent (Zúrich, Suiza)	Matriz: BIS-GMA, HEMA, dimetacrilatos Relleno: nano partícula de sílice.	Monoincremento (Incremento de 4 mm)	Y19863
Adper Single Bond 2	-	3M ESPE (Minnesota, Estados Unidos)	BisGMA, HEMA, diemacrilatos, etanol, agua, sistema iniciador/activador, sílice, copolímero funcional de metacrilato de ácido poliacrílico y ácido politacónico.	Acondicionamiento con ácido fosfórico 37% por (15 y 5s), lavado (10s) y secado, aplicación del adhesivo frotando 15 en 2 capas, fotopolimerización (10s).	NA47683

Bis-GMA, bisfenol A-glicidil dimetacrilato; Bis-EMA, bisfenol A-glicol dimetacrilato; HEMA, 2- hidroxietilmetacrilato. PEGDMA: Dimetacrilato de polietilenglicol; TEGDMA: trietilenglicol dimetacrilato; UDMA, dimetacrilato de uretano. ** Modo de uso indicado por el fabricante.

posición, modo de uso y número de lote de todos los materiales evaluados se presenta en la tabla 1. La selección de los materiales utilizados fue en base a la disponibilidad en el mercado local al momento de ejecutar este estudio. Todas las muestras de resina confeccionadas en este estudio se fotopolimerizaron utilizando una unidad de polimerización Optilight Max (Gnatus; Ribeirao Preto, Brasil) con una intensidad de 910 mW/cm² previamente testeada con un radiómetro Bluephase Meter II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

El presente estudio fue aprobado por el Comité de ética de la Facultad de Odontología Udelar (Resol. No. 983 del 07/11/2017).

1ª parte *in-vitro*: Contracción volumétrica y estrés de contracción

Contracción volumétrica

La contracción volumétrica se determinó mediante la medición de la densidad según el protocolo descrito previamente.²⁰ Se crearon tres especímenes de cada material (n=3), cada uno en forma de esfera sin curar con un peso de 0,10 ± 0,02 g por cada material en un solo incremento cuidadosamente evitando que queden burbujas de aire atrapadas en la muestra.

Las medidas fueron tomadas utilizando una balanza analítica digital (ME204, Mettler Toledo, Columbus, Ohio, Estados Unidos) con un kit de determinación de densidad. Para obtener lecturas

estabilizadas, las mediciones se realizaron en una habitación con temperatura controlada (T = 25 ± 1 °C) y protegida por corrientes de aire e influencias electrostáticas (fig. 1A).

Las muestras fueron pesadas en aire y agua, la densidad en g/cm se calculó según la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{m_{\text{agua}}}{m_{\text{aire}} - m_{\text{agua}}} (\rho_{\text{agua}} - \rho_{\text{aire}}) + \rho_{\text{aire}}$$

Donde:

ρ es la densidad del material,

m_{agua} es el peso en gramos (g) de la muestra en agua,

m_{aire} es el peso en gramos (g) de la muestra en el aire,

ρ_{agua} es la densidad del agua a la temperatura medida exactamente en °C según la tabla de densidad para agua destilada,

ρ_{aire} es la densidad del aire (0,0012 g/cm).

De esta forma se calculó la densidad del material sin polimerizar. Seguidamente se crearon 3 nuevas muestras de características similares, las cuales fueron fotopolimerizadas siguiendo las indicaciones del fabricante durante 20 segundos. La densidad de estas muestras fue determinada repitiendo el procedimiento explicado anteriormente.

Por último, la variación volumétrica fue calculada utilizando la siguiente ecuación:

$$\Delta V = \left(\frac{1}{\rho_{\text{pol}}} - \frac{1}{\rho_{\text{sinpol}}} \right) \frac{1}{\rho_{\text{sinpol}}} 100\%$$

Donde:

ΔV es la variación de Volumen en %,

ρ_{sinpol} es la densidad del material sin polimerizar,

ρ_{pol} es la densidad del material polimerizado.

Estrés de contracción

Para el análisis de estrés de contracción, la RC (Filtek Z250XT) fue analizada en espesores de 2 y 4 mm (grupos Z250 2mm y Z250 4mm), y las dos resinas compuestas tipo Bulk-Fill (Filtek Bulk-Fill, Tetric N-Ceram Bulk-Fill), fueron analizadas en espesores de 4 mm (grupos FBF 4mm y TBF 4mm respectivamente), conformando 4 grupos de estudio en total. Cinco especímenes de cada grupo fueron confeccionados (n=5).

Para la ejecución del ensayo de estrés de contracción se siguió el protocolo establecido previamente por Moreno *et al.*²¹ Se utilizó una máquina de ensayos MTS SANS CMT 2000 5kN (MTS Systems Corporation; Shanghái, China) con un dispositivo de estrés de contracción acoplado (Odeme Dental Research; SC, Brasil). La carga de la fuerza de contracción se registró a partir del uso de una celda de carga de 100 N. Para esto se utilizaron dos cilindros de sílice fundida de 4 mm de diámetro con sus extremos planos y tratados con lija de papel de grano 100 para obtener una superficie rugosa necesaria para la unión de las RC. Luego se enjuagaron las superficies y se secaron al aire, las dos varillas se fijaron en posición vertical con dos mandriles conectados a la máquina de ensayos. El sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) se aplicó en la superficie de ambos cilindros y se fotopolimerizaron durante 10 segundos. Los cilindros de vidrio superior e inferior fueron colocados juntos en estrecho contacto, este contacto fue controlado por una carga mínima registrada por la máquina de ensayos. A partir de este punto se estableció una distancia entre la superficie de los cilindros de 2 o 4 mm según el grupo a analizar. A continuación, se colocó el material según el grupo correspondiente hasta llenar el espacio entre ambos cilindros y se eliminaron los excesos de RC (figs. 1 B y C).

La punta de la unidad de polimerización se colocó perpendicular a la muestra a una distancia de 1 mm. La máquina de ensayos registró todas las variaciones de tensiones durante el proceso desde el inicio de la fotopolimerización aplicada por 20 segundos y continuó registrando hasta los 5 minutos. El valor máximo de tensión generado en este periodo fue registrado y se calculó a partir del mismo el valor de estrés de contracción con la siguiente fórmula:

$$\text{Estrés de Contracción (MPa)} = \frac{\text{Fuerza máxima (N)}}{\text{Área de Superficie (mm}^2\text{)}}$$

2° parte *ex-vivo*: Microfiltración inmediata

Obtención de las muestras

Se obtuvieron 20 terceros molares sanos sin importar el estado de desarrollo radicular del servicio de block quirúrgico de Facultad de Odontología Udelar, teniendo los mismos indicación de extracción por motivos ajenos a esta investigación. El paciente debió brindar consentimiento escrito de la donación para investigación. El procedimiento de recolección, limpieza y almacenamiento de los dientes se encuentra protocolizado por la Facultad de Odontología Udelar. Luego de extraídos fueron almacenados en Cloramina T 0,5% por 7 días y posteriormente en agua destilada a una temperatura de 3° a 5 °C hasta el momento del estudio, por no más de 3 meses.

El tamaño de la muestra de las piezas fue establecido basado en estudios anteriores,²² buscando disminuir el efecto de la variabilidad de las características de la población dentaria analizada. Acorde al protocolo previamente descrito,²² un único operador preparó en cada pieza 4 cavidades, una en cada cara del molar (vestibular, lingual, mesial y distal) con una profundidad de 4 mm (medida vertical), una profundidad de 2 mm (pared pulpar) y una longitud de 3 mm (medida horizontal). Los bordes cavos de las cavidades debían ubicarse completamente en esmalte, de lo contrario, la pieza debía ser descartada.

Cada cavidad por molar fue restaurada según el grupo correspondiente (n=5), que fue asignado de

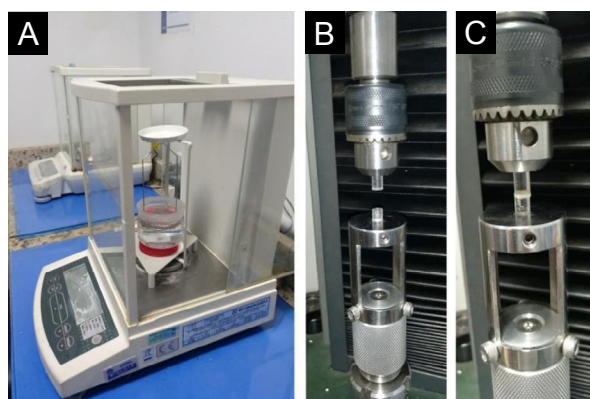


Figura 1. A: Balanza de precisión con el dispositivo utilizado para el análisis de la contracción volumétrica; B: Máquina de ensayos universal con el dispositivo utilizado para la medición del estrés de contracción sin el material interpuesto; C: Máquina de ensayos con el material interpuesto.

forma aleatoria utilizando el sitio web www.randomizer.org.

Grupo Z250 2 mm: Resina compuesta Filtek Z250XT en multicapas (control positivo);

Grupo Z250 4 mm: Resina compuesta Filtek Z250XT en monoincremento (control negativo);

Grupo FBF 4 mm: Resina Bulk-Fill Filtek Bulk-Fill en monoincremento;

Grupo TBF 4mm: Resina Bulk-Fill Tetric N-Ceram Bulk-Fill (Ivoclar Vivadent) en monoincremento.

Preparación de las muestras

Las cavidades fueron realizadas utilizando instrumental rotatorio de alta velocidad (Pana-Max PLUS; NSK, Buenos Aires, Argentina) con irrigación constante, utilizando una piedra de diamante N° 835 marcada a 4 mm utilizando un calibre. Se utilizó una fresa nueva por cada pieza. La medida de los tallados fue corroborada utilizando un periodontómetro. Luego las muestras fueron incluidas en bloques de acrílico de autocurado (fig. 2).

Para adherir la restauración se utilizó un sistema adhesivo de grabado y lavado en dos pasos (Adper Single Bond 2). La cavidad fue acondicionada con ácido fosfórico al 37% (Ultra-Etch™, Ultradent Products; South Jordan, UT, Estados Unidos) aplicado 15 segundos en esmalte y 5 segundos en dentina. Luego se lavó enérgicamente durante 10 segundos y se secó con aire libre de aceites a una distancia de 10 cm en un ángulo de 45°. Luego se aplicó el sistema adhesivo siguiendo las especificaciones del fabricante y se polimerizó durante 10 segundos.

La restauración de cada cavidad se realizó de forma aleatoria con el material y técnica correspondientes según el grupo asignado. En los bloques de acrílico se le realizaron marcas para identificar cada

grupo. La fotopolimerización de las cavidades se realizó siguiendo las normas especificadas por el fabricante desde oclusal por 20 segundos. Una vez terminada la restauración, se pulió con discos de pulido de grano medio y fino (Sof-Lex™, 3M ESPE) para obtener una superficie lisa.

Las piezas con las restauraciones fueron almacenadas durante 24 horas en agua destilada a 37 °C utilizando una estufa de secado (SLWP 115; POL-EKO, Polonia), para dar tiempo a que finalicen las reacciones de polimerización y estandarizar todas las muestras.

Ensayo de microfiltración

Luego de su almacenamiento, las muestras fueron selladas con esmalte sintético Colorama (L'Oréal Brasil; San Pablo, Brasil) en toda la extensión de su raíz a modo de evitar posibles filtraciones radiculares o apicales. Para analizar la microfiltración inmediata de las distintas restauraciones, se colocaron en fucsina básica en solución en propilenglicol al 0,5% por 24 horas a 37 °C utilizando una estufa de secado (SLWP 115), seguidamente se cortaron en su eje horizontal a la altura del ecuador dentario con una microcortadora VC50 (LECO; St. Joseph, Estados Unidos). Finalmente, las muestras fueron analizadas mediante un estereoscopio a 10x (ROSSBACH YZ-6, Rossbach; Ciudad de México, México) clasificando el grado de microfiltración marginal siguiendo la normativa ISO 11405.²³

Análisis estadístico

Los datos obtenidos para cada uno de los ensayos fueron previamente analizados para comprobar la normalidad. Para todas las pruebas estadísticas se utilizó el software SigmaPlot 12 (Systat Software Inc.; San José, CA, Estados Unidos).

Para los valores de contracción y estrés de contracción se utilizó el test de ANOVA de una vía con un test pos-hoc de Tukey, mientras que para el ensayo de microfiltración inmediato se utilizó el test de Kruskal-Wallis. Para todos los ensayos se estableció un valor de $\alpha=0,05$.

Resultados

Con respecto a la contracción volumétrica, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados ($p=0,852$). Los resultados se observan en la tabla 2.

Con respecto al estrés de contracción, la RC Z250 XT mostró significativamente mayores valores al utilizarse en incrementos de 4 mm en comparación

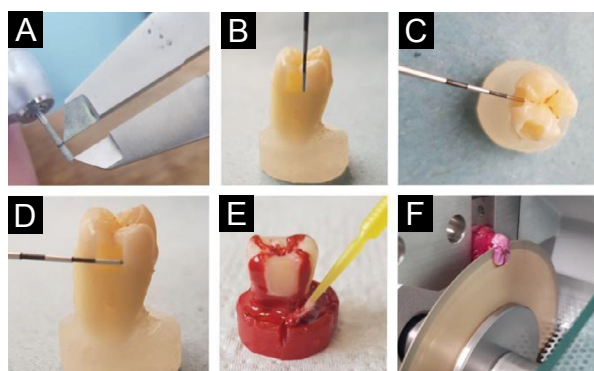


Figura 2. A-D: Representación de la estandarización de las medidas para la confección de las cavidades para microfiltración; E: Aplicación de barniz sobre la pieza; F: Corte mediante microcortadora de la cara oclusal del diente para el análisis de microfiltración.

Tabla 2. Contracción volumétrica de polimerización (%)

Z250 XT	4,9 ($\pm 1,7$) a
Filtek Bulk Fill	5,4 ($\pm 1,2$) a
Tetric N-Ceram	5,4 ($\pm 1,2$) a

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizaron un total de 3 muestras por grupo (n=3).

con los demás grupos ($p < 0,001$). No se encontraron diferencias significativas entre Z250 XT utilizada en incrementos de 2 mm y las RBF en incrementos de 4 mm ($p = 0,808$). Estos resultados pueden ser observados en la tabla 3. Los valores de estrés generados en función del tiempo hasta los 300 segundos pueden ser observados en la figura 3. Con respecto a la microfiliación marginal, la RC Z250 XT utilizada en monoincrementos de 4 mm mostró significativamente mayor grado de microfiliación marginal ($p = 0,041$). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre Z250 XT utilizada en incrementos de 2 mm y las RBF en incrementos de 4 mm ($p = 0,208$). La frecuencia relativa del nivel de filiación observada en cada material se encuentra representada en la figura 4. Los diferentes grados de microfiliación obtenidos se encuentran esquematizados en la figura 5.

Discusión

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar y comparar la contracción, estrés de polimerización y microfiliación inmediata de una RC convencional y dos RBF. Los resultados obtenidos sugieren que no existen diferencias en cuanto a la contracción volumétrica, sin embargo, se observó un aumento del estrés y grado de microfiliación en las RC convencionales al ser aplicadas en espesores de 4 mm, por lo que la hipótesis nula fue rechazada.

La contracción de polimerización ocurre durante la conversión de los monómeros a una estructura polimérica reemplazando los enlaces de Van der Waals por enlaces covalentes, lo que resulta en una reduc-

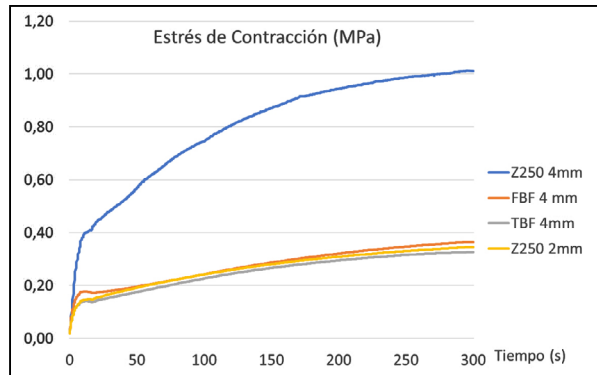


Figura 3. Gráfico de valores de estrés de contracción (MPa) en función del tiempo. RC convencional aplicada en espesores de 2 mm (color amarillo); RC convencional aplicada en espesores de 4 mm (color azul); RC Filtek Bulk Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill, aplicadas en espesores de 4 mm (colores marrón y gris, respectivamente).

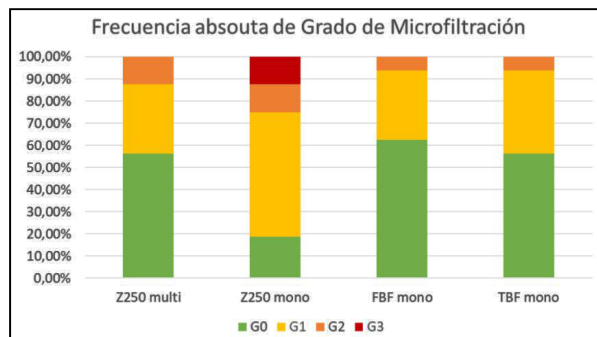


Figura 4. Frecuencia relativa del grado de microfiliación inmediata para cada material observado. G0: Grado 0, no se observa penetración del colorante; G1: Grado 1, el colorante penetra únicamente en las paredes de esmalte; G2: Grado 2, el colorante alcanza las paredes hasta el nivel de dentina; G3: Grado 3, el colorante llega hasta el piso de la cavidad. Normativa ISO 11405.²³

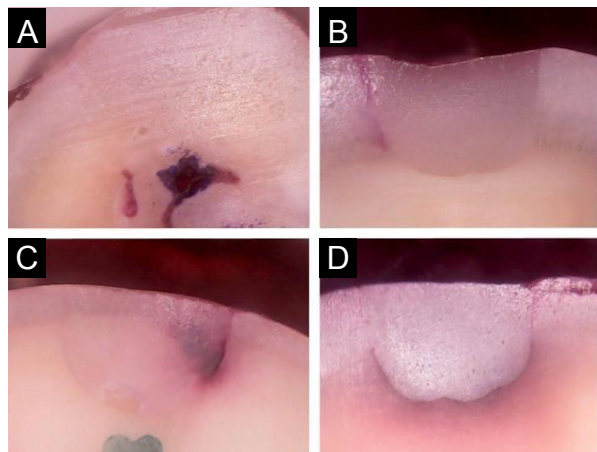


Figura 5. Representación de los diferentes grados de microfiliación obtenidos. **A:** Grado 0, no se observó penetración del colorante; **B:** Grado 1, el colorante penetró únicamente en las paredes de esmalte; **C:** Grado 2, el colorante alcanzó las paredes hasta el nivel de dentina; **D:** Grado 3, el colorante llegó hasta el piso de la cavidad.

Tabla 3. Estrés de contracción (MPa)

Z250 2 mm	0,34 ($\pm 0,02$) b
Z250 4 mm	1,11 ($\pm 0,09$) a
FBF 4 mm	0,38 ($\pm 0,03$) b
TBF 4 mm	0,31 ($\pm 0,05$) b

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizaron un total de 5 muestras por grupo (n=5).

Z250 2 mm: Filtek Z250XT en espesores de 2mm.

Z250 4 mm: Filtek Z250XT en espesores de 4 mm.

FBF 4 mm: Filtek Bulk-Fill en espesores de 4 mm.

TBF 4 mm: Tetric N-Ceram Bulk-Fill en espesores de 4 mm.

ción de volumen.²⁴ La contracción de polimerización depende de diversos factores, entre ellos, la composición y forma de manipulación del material. Al aumentar la contracción de polimerización, aumentará el estrés de contracción.²⁴ Si la fuerza de unión entre el diente y la restauración es inferior al estrés de contracción, se producirá el desprendimiento del material de los márgenes cavitarios con aparición de microfiltración, sensibilidad operatoria y caries secundaria a mediano o largo plazo, o la separación del material con la posterior formación de gaps.^{17,25}

Según los fabricantes, las RBF son materiales restauradores que pueden insertarse en incrementos de hasta 4 mm de espesor sin aumentar el estrés de contracción de polimerización generado por el material, lo que ha sido estudiado por diferentes autores.^{26,27} Estos datos se condicen con los resultados obtenidos en el presente trabajo. Por el contrario, las RC convencionales demostraron un estrés de contracción elevado al ser utilizadas en espesores de 4 mm, lo cual había sido reportado previamente en otro estudio.²⁸ Esto podría deberse a que a pesar de que estos materiales poseen una contracción volumétrica similar, a mayor volumen de resina habrá mayor volumen de contracción.¹⁸ Sin embargo, al ser utilizada en espesores de 2 mm, la RC demostró una baja contracción de polimerización, lo que sugiere que el uso de las mismas debe limitarse a esos espesores por capa.²⁸

Durante la polimerización de las RC es posible diferenciar dos fases, la fase pre gel y post gel, divididas por el punto gel. En la fase pre gel, la matriz de resina está en un estado plástico y la resina es capaz de fluir, lo cual significa que los monómeros pueden seguir moviéndose o desplazándose hacia una nueva posición dentro de la matriz.¹⁸ Luego, en el punto de gel, la formación de macromoléculas conlleva a la transformación de la RC a un estado sólido, lo que dificulta el movimiento o la difusión de las moléculas. A continuación, el material entra por tanto en la fase post gel, donde continúa contrayéndose. Sin embargo, esta contracción se ve limitada, por un lado por el estado sólido del mismo, y por otro, por los adhesivos, ocurriendo en esta fase lo que se denomina estrés de contracción.²⁹ Para reducir este estrés de contracción y asegurar que todo el espesor de la resina sea atravesado por la luz de la unidad de polimerización se ha recomendado utilizar una técnica incremental o multicapa en las reconstrucciones con RC directas, de forma que cada capa que se inserte no supere los 2 mm de espesor.¹⁷ Los resultados analizados en el presente trabajo confirman estas aseve-

raciones ya que la polimerización de la RC Z250 XT en espesores de 4 mm dio como resultado un estrés de contracción aumentado en comparación con el resto de los grupos.

Según lo observado en este estudio, todos los materiales presentaron algún grado de microfiltración, sin embargo, la RC Z250 XT presentó significativamente mayor grado de filtración marginal al ser utilizada en monoincremento en un espesor de 4 mm, siendo la única que manifestó una microfiltración de grado 3. Estos resultados eran de esperarse ya que estudios previos indicaron que, en RC convencionales, una polimerización efectiva con baja contracción y estrés se consigue con espesores máximos de 2 mm.^{3,5} Además, se ha relatado que no existe una relación directa entre la fuerza adhesiva y la microfiltración marginal, ya que esta última depende de diversos factores.²²

Estudios *in vitro* evaluaron la contracción volumétrica y microfiltración de RC, no relatándose diferencias entre ambas variables evaluadas.^{30,31} Por otro lado, en otro estudio no se encontró una relación directa entre el estrés de contracción y la microfiltración marginal evaluada.³² Esto podría deberse a que los incrementos de espesores controlados presentan un factor C más favorable. Al realizar incrementos parciales, se reduce el volumen de material utilizado en cada capa de obturación lo que podría reducir el estrés generado sin comprometer la integridad de la obturación, disminuyendo las tensiones sobre las superficies adheridas y permitir que la contracción de polimerización se produzca en mayor medida en las superficies no adheridas, minimizando los efectos negativos de la contracción sobre la estructura dental.^{33,34}

Considerando las limitaciones de este estudio es posible afirmar que las RBF parecen ser una alternativa válida a las RC en cavidades profundas, pudiendo ser utilizadas en monoincremento. Los resultados observados en el presente trabajo remarcan la importancia del uso de los materiales siguiendo las indicaciones de los fabricantes. Los datos presentados deben ser interpretados con cautela ya que se trata de un estudio *in vitro* en el cual se evalúan sólo dos marcas comerciales de RBF. Debido a la controversial información en algunos aspectos sobre las RBF, más estudios que evalúen este tipo de materiales deberían ser llevados adelante, principalmente enfocados en las técnicas adhesivas y la calidad de luz utilizada y el planteamiento de ensayos clínicos aleatorizados que evalúen la sobrevida de este material a largo plazo.

Conclusiones

Teniendo en cuenta las limitaciones del presente estudio, se sugiere el uso de las resinas compuestas convencionales en espesores de hasta 2 mm median- te la técnica estratificada o multicapa. Por otro lado, las resinas Bulk-Fill parecen tener un comportamien- to similar en cuanto a estrés de contracción y micro- filtración al ser utilizadas de forma monoincremental en 4 mm en comparación con una resina compuesta convencional en forma de multicapas de 2 mm.

Estos datos deben ser interpretados con cautela, ya que son necesarios estudios clínicos a largo plazo que corroboren estos resultados.

Contribución de roles de autoría

AG y CCS contribuyeron en la concepción de la idea y diseño del estudio. MM, LA, DDA y GG participaron en el proceso de investigación y recolección de datos.

MM, GG y CCS contribuyeron en el análisis e interpretación de los datos y revisión crítica del manuscrito. MM, LA y DDA contribuyeron en la redacción del manuscrito. Todos los autores aprobaron la versión final para ser publicada y son capaces de responder respecto de todos los aspectos del manuscrito.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en relación con este artículo científico.

Fuentes de financiamiento

El presente estudio fue financiado por el Programa de Apoyo para la Investigación Estudiantil (PAIE) de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC), Montevideo, Uruguay.

Identificadores ORCID

MM  0000-0002-1561-2283

LA  0000-0003-0365-2381

DDA  0000-0003-4950-3197

AG  0000-0001-6733-4484

CCS  0000-0002-2759-8984

GG  0000-0001-9969-3780

Referencias

- Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med Oral, Patol Oral Cir Bucal* 2006;11:E215-20.
- Moncada G, Vildósola P, Fernandez E, Estay J, de Oliveira

- Junior OB, Martin J. Aumento de longevidad de restaura- ciones de resinas compuestas y de su unión adhesiva. Revi- sión de tema. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2015;27:127- 53. <https://doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n1a7>
- Ferracane JL. Resin composite-State of the art. *Dent Ma- ter* 2011;27:29-38. Epub 18 de noviembre 2010. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>
- Orłowski M, Tarczydło B, Chałas R. Evaluation of margi- nal integrity of four bulk-fill dental composite materials: *in vitro* study. *Sci World J* 2015;2015:701262. <https://doi.org/10.1155/2015/701262>
- Corral-Núñez C, Fernández-Godoy E, Casielles JM, Estay J, Bersezio-Miranda C, Cisternas-Pinto P, *et al.* Revisión del estado actual de cementos de silicato de calcio en odontolo- gía restauradora. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2016;27:425- 41. <https://doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n2a10>
- Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk-Fill resin composites: polymeriza- tion contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent* 2015;40:190-200. <https://doi.org/10.2341/13-324-L>
- Ghallab OH, Harhash AY, Mntasser SIAW. Effect of di- fferent light curing distances on surface hardness of two different bulk-fill flowable resin-based composite mate- rials. *Ain Shams Dental Journal* 2020;20:11-22. <https://doi.org/10.21608/ASDJ.2020.169177>
- Alkattan R, Banerji S, Deb S. Damage and fatigue fai- lure of conventional and bulk-filled resin composites. *Open J Stomatol* 2022;12:62-76. <https://doi.org/10.4236/ojst.2022.122006>
- Grazioli G, Cuevas-Suarez CE, Mederos M, De Leon E, Garcia A, Zamarripa-Calderón E, *et al.* Evaluation of irra- diance and radiant exposure on the polymerization and mechanical properties of a resin composite. *Braz Oral Res* 2022;36:e082. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2022.vol36.0082>
- Krämer N, Lohbauer U, García-Godoy F, Frankenberger R. Light curing of resin-based composites in the LED era. *Am J Dent* 2008;21:135-42.
- Lamas Lara CA, Rojas Barrios JL, Honores Solano TM. Estado actual de las resinas compuestas bulk fill. *Revista Kiru* 2023;20:34-40. <https://doi.org/10.24265/kiru.2023.v20n1.04>
- Oliveira LHC, Machado RG, Lopes MABS, Silva DP da, Verde GMFL, Pires LGS. Contração de polimeri- zação de resinas bulk fill: revisão integrativa. *Res Soc Dev* 2023;12:e6212541453. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i5.41453>
- Leal TM da RB, Vasconcelos RG, Vasconcelos MG. O Uso de resinas compostas bulk-fill para restaurações classe II em dentes posteriores. *Arch Heal Investig* 2022;12:147- 52. <https://doi.org/10.21270/archi.v12i1.5799>
- El-Damanhoury HM, Platt JA. Polymerization shrinka- ge stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent* 2014;39:374-82. <https://doi.org/10.2341/13-017-L>
- Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composi- tes: an *in vitro* assessment of their mechanical performance. *Oper Dent* 2013;38:618-25. <https://doi.org/10.2341/12-395-L>
- Rengo C, Spagnuolo G, Ametrano G, Goracci C, Nappo A, Rengo S, *et al.* Marginal leakage of bulk fill composi-

- tes in class II restorations: a microCT and digital microscope analysis. *Int J Adhes Adhes* 2015;60:123-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2015.04.007>
17. Rodríguez AMDV, Christiani JJ, Álvarez N, Zamudio ME. Revisión de resinas Bulk Fill: estado actual. RAAO 2018[citado el 10 de junio de 2024];58:55-60. Disponible en: https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1600/RIUNNE_AR_DeIValleRodriguez_AM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 18. Moradas Estrada M, Álvarez López B. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. *Av Odontoestomatol* 2017;33:261-72.
 19. Pires LGS, Lopes MABS, Verde GMFL, Brito JV, Bandeira LPS. Microinfiltração de resinas bulk fill: revisão crítica. *Braz J Implantol Health Sci* 2023;5:225-34. <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n4p225-234>
 20. de Melo Monteiro GQ, Montes MAJR, Rolim TV, de Oliveira Mota CCB, de Barros Correia KB, Gomes ASL, et al. Alternative methods for determining shrinkage in restorative resin composites. *Dent Mater* 2011;27:e176-85. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.04.014>
 21. Robles-Moreno M, Fan Y, Nathanson D. Polymerization shrinkage stresses of different flowable and universal bulk-fill composites. *Adv Dent Oral Health* 2019;10:1-6. <https://doi.org/10.19080/ADOH.2019.10.555794>
 22. de León Cáceres ME, Mederos Gómez M, Cuevas-Suárez CE, Maglione García F, Grazioli Pita GS. Estudio in vitro de la relación entre resistencia de unión a esmalte dental y microfiltración en resinas compuestas fotopolimerizables. *Odontoestomatol* 2020;22:38-49. <https://doi.org/10.22592/ode2020n35a6>
 23. ISO/TS 11405:2015, Dentistry - Testing of adhesion to tooth structure. 2015[citado el 11 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.iso.org/standard/62898.html?utm_source=chatgpt.com
 24. Albeshir EG, Alsahafi R, Albluwi R, Balhaddad AA, Mitwalli H, Oates TW, et al. Low-shrinkage resin matrices in restorative dentistry-narrative review. *Materials (Basel)* 2022;15:2951. <https://doi.org/10.3390/ma15082951>
 25. Rodríguez GDR, Pereira SNA. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venez* 2008;46:381-92.
 26. Sengupta A, Naka O, Mehta SB, Banerji S. The clinical performance of bulk-fill versus the incremental layered application of direct resin composite restorations: a systematic review. *Evid Based Dent* 2023;24:143. <https://doi.org/10.1038/s41432-023-00905-4>
 27. Yu P, Xu YX, Liu YS. Polymerization shrinkage and shrinkage stress of bulk-fill and non-bulk-fill resin-based composites. *J Dent Sci* 2022;17:1212-6. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2021.12.004>
 28. Almeida LJDS Junior, Penha KJS, 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;31:e100. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2017.vol31.0100>
 29. Szczesio-Wlodarczyk A, Garoushi S, Vallittu P, Bociong K, Lassila L. Polymerization shrinkage stress of contemporary dental composites: comparison of two measurement methods. *Dent Mater J* 2024;43:155-63. <https://doi.org/10.4012/dmj.2023-192>
 30. Karaman E, Ozgunaltay G. Polymerization shrinkage of different types of composite resins and microleakage with and without liner in class II cavities. *Oper Dent* 2014;39:325-31. <https://doi.org/10.2341/11-479-L>
 31. Gerdolle DA, Mortier E, Droz D. Microleakage and polymerization shrinkage of various polymer restorative materials. *J Dent Child (Chic)* 2008;75:125-33.
 32. Calheiros FC, Sadek FT, Braga RR, Cardoso PEC. Polymerization contraction stress of low-shrinkage composites and its correlation with microleakage in class V restorations. *J Dent* 2004;32:407-12. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.01.014>
 33. Lois Mastach FJ, Paz Roca C, Pazos Sierra R, Rodríguez-Ponce A. Estudio in vitro de microfiltración en obturaciones de clase II de resina compuesta condensable: an in vitro study. *Av Odontoestomatol* 2004;20:85-94.
 34. Sedky RA, Chew HP, Nour KA, Abuelsadat SM, Elsherbini D, Fok ASL. Interfacial integrity of bulk-fill resin composite restorations in deep class-II cavities. *Dent Mater J* 2023;42:692-9. <https://doi.org/10.4012/dmj.2022-241>

Cómo citar este artículo

Mederos M, Arenas, L, D'Angelo D, García A, Cuevas Suárez C, Grazioli G. Comparación de la contracción, estrés de polimerización y microfiltración inmediata en resinas compuestas de tipo Bulk-Fill vs. convencionales. *Rev Asoc Odontol Argent* 2025;113:e1131211. <https://doi.org/10.52979/raoa.1131211.1277>

Contacto:

GUILLERMO GRAZIOLI
ggrazioli@gmail.com