



DOI: <https://doi.org/10.46296/yc.v10i18.0895>

RESISTENCIA A LA FRACTURA DE BLOQUES DE RESINA REFORZADA CON FIBRAS CORTAS Y BLOQUES DE RESINA BULK FILL. ESTUDIO IN VITRO

FRACTURE RESISTANCE OF SHORT FIBER REINFORCED RESIN BLOCKS AND BULK FILL RESIN BLOCKS. IN VITRO STUDY

Sánchez-Vásconez María Alexandra ¹; Vaca-Narváez Dennis Elizabeth ²;
Villarroel-Cevallos César Esteban ³; Sierra-Vergara Jenny Belén ⁴;
Peña-Salazar Geovanny Alejandro ⁵

¹ Odontología, Institución privada - Consultorio Arkadia Odontología Moderna. Ecuador.
Correo: m.alexandra.sanchez.v@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4884-6981>

² Odontología, DENTY Centro de Sonrisas. Ecuador.
Correo: dennisvacan@outlook.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5938-6962>

³ ARKADIA Odontología Moderna. Ecuador.
Correo: cesarvillacevallos@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-9620-3271>

⁴ Odontología, Ministerio de Salud Pública. Ecuador.
Correo: jbsierra0202@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-0308-9133>

⁵ Odontología, Consultorio Odontológico Ratoncito Pérez. Ecuador.
Correo: gaps_1998@hotmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-2339-0077>

Resumen

La restauración con resina compuesta para cavidades profundas en el sector posterior es un procedimiento cuestionado por parte de la comunidad odontológica por la gran tendencia a la fractura que suelen presentar estas restauraciones en la realidad clínica, sin embargo, el desarrollo de nuevas resinas compuestas ha facilitado una solución a este problema a través de la creación de resinas mejoradas con materiales de relleno con capacidad de resistir las fuerzas masticatorias. Objetivo: Comparar la resistencia a la fractura de bloques de resina reforzada con fibra de vidrio y bloques de resina bulk fill, mediante una máquina de ensayo universal. Metodología: Se realizaron 20 muestras (n=10) que consistieron en 10 bloques de resina bulk fill y 10 bloques de resina reforzada con fibra de vidrio con una muesca central afilada de 2mm en uno de sus bordes. Los bloques fueron preservados durante 24 horas en una estufa de calentamiento a 37°C para posteriormente ser expuestos a un ensayo de flexión en 3 puntos mediante una máquina de ensayo universal hasta conseguir la fractura longitudinal de la muestra. El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS versión 23 y se realizó la prueba estadística T-Student para determinar la diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. Resultados: La resina compuesta reforzada con fibra de vidrio obtuvo valores de resistencia a la fractura de 2,99 Mpa – m^{1/2} mientras que la resina bulk fill obtuvo resultados de 1, 61 Mpa – m^{1/2} con una significancia en p de 0,05. Conclusiones: La carga de fractura necesaria para provocar la fractura de las muestras fue significativamente mayor en las resinas reforzadas con fibras de vidrio que en las resinas bulk fill.

Palabras claves: resistencia a la fractura, SFRC, resinas bulk fill, ensayo de flexión en 3 puntos.

Abstract

Restoration with composite resin for deep cavities in the posterior sector is a procedure that is questioned by the dental community due to the high susceptibility to fracture that these restorations often present in clinical reality. However, the development of new resins has provided a solution to this problem through the creation of improved resins with filling materials that are capable of resisting masticatory forces. Objective: To compare the fracture resistance of glass fiber-reinforced resin blocks and bulk fill resin blocks using a universal testing machine. Methodology: 20 specimens (n=10) consisting of 10 bulk fill resin blocks and 10 glass fiber reinforced resin blocks with a 2 mm sharp central notch on one of their edges were made. The blocks were preserved for 24 hours in a heating

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 11 de marzo de 2026.

Fecha de aceptación: 15 de mayo de 2026.

Fecha de publicación: 16 de junio de 2026.



oven at 37°C and then exposed to a 3-point bending test using a universal testing machine to achieve longitudinal fracture of the specimen. Statistical analysis was performed using SPSS version 23 and the Student's t-test was performed to determine the statistically significant difference between the two groups. Results: The glass fiber-reinforced composite obtained fracture toughness values of 2.99 Mpa – m^{1/2} while the bulk fill composite obtained results of 1, 61 Mpa – m^{1/2} with a p-significance of 0.05. Conclusions: The fracture load required to cause fracture of the specimens was significantly higher in the glass fiber reinforced resins than in the bulk fill resins.

Keywords: fracture resistance, SFRC, bulk fill composites, 3-point bending test.

1. Introducción

Los dientes cumplen con diferentes funciones como masticar, morder o pueden estar involucrados durante hábitos parafuncionales. Estas actividades requieren que estos órganos puedan soportar diferentes cargas ejercidas por los músculos masticatorios. Por ello, frente a daños que comprometen su estructura como caries o fracturas, los dientes deben ser reparados con materiales adecuados que sean capaces de resistir fuerzas masticatorias continuas. (1)

Sin embargo, es usual que los materiales de restauración deban ser reemplazados con el paso del tiempo. Los motivos más frecuentes para el fracaso de las restauraciones con resina son: en primer lugar, la caries secundaria y; en segundo lugar, la fractura de la restauración.(2,3) Usualmente no se considera a las resinas compuestas como un material adecuado para

realizar restauraciones en sectores de la cavidad oral que soportan fuertes tensiones debido a su alta fragilidad y probabilidad de fractura, de esta manera, actualmente su uso creciente en la práctica clínica para cavidades extensas en órganos posteriores es considerada controversial. (4)

Por otra parte, para restaurar la porción remanente de estructura dental de grandes dimensiones se considera que las restauraciones indirectas son los procedimientos más seguros y con mejores resultados a largo plazo, a pesar de la mayor preparación dentaria, mayores dimensiones cavitarias y el coste adicional de laboratorio. (5) En contribución a las ventajas presentadas por las resinas compuestas para restauraciones directas, las últimas investigaciones han estado dirigidas a mejorar sus propiedades mecánicas para asegurar una mayor resistencia en



las condiciones adversas de la cavidad oral. (6) Dichas investigaciones se han enfocado en presentar mejoras en el material de relleno de las resinas compuestas, siendo este un elemento determinante de sus propiedades mecánicas, de esta manera, aquellos composites con mayor cantidad de relleno presentarán mayor rigidez, dureza y fortaleza. (7)

La resistencia a la fractura de un material es una de las propiedades mecánicas que determinan con mayor exactitud la longevidad de la restauración en el ambiente clínico.

(8) Las fracturas tienden a ser provocadas por la creación de microgrietas en el margen de la restauración durante la contracción de polimerización de la resina compuesta, especialmente en cavidades MOD, donde el brazo de carga de la cara oclusal induce fuerzas de desalajo en la interfaz restauración-diente. (2)

Los últimos esfuerzos por mejorar el rendimiento de las resinas compuestas frente a la posibilidad de sufrir la iniciación y propagación de grietas en su espesor han sido a través del uso de fibras en su estructura; ya sea de forma

intrínseca, a través de la incorporación de fibras de polietileno o fibra de vidrio en su matriz resinosa; o de forma extrínseca, añadiendo a la restauración previamente al fotocurado, una malla de fibras como refuerzo externo. (9,10) Ejemplos claros que se orientan a conseguir un fortalecimiento de los dientes son las resinas reforzadas con fibras cortas (SFRC) y las resinas bulk fill, siendo más atractivas debido a su técnica de aplicación monobloque y mejores resultados mecánicos. (11,12) Sin embargo, existe una investigación mínima disponible que compruebe el desarrollo de las propiedades mecánicas de los composites reforzados con fibras de vidrio. (8)

Por ello, la presente investigación tiene la finalidad de evaluar si el relleno con fibras cortas de tipo e-glass presenta mayor resistencia a fuerzas de flexión en tres puntos, en relación a las resinas Bulk Fill con relleno esférico, ambas resinas diseñadas para soportar estrés masticatorio continuo y resuelven las problemáticas clínicas de los composites convencionales.

2. Metodología

Este estudio comparó la resistencia a la fractura de las resinas Filtek™ Bulk Fill y Ever X Posterior™. Mediante la elaboración previa de una matriz acrílica transparente, se confeccionaron 20 bloques en total de las diferentes resinas. Las dimensiones de ambos grupos de bloques fueron de 25 mm de longitud; 4 mm de altura y 6 mm de espesor con una muesca central

afilada en uno de los extremos de 2mm de profundidad.

Cada grupo estuvo conformado por un número de muestras $n=10$, por lo que el tamaño de la población está conformado por 20 cuerpos de prueba segmentados de la siguiente manera:

- Grupo A/ SFRC: 10 Bloques de resina Reforzada con Fibra de Vidrio.
- Grupo B/ RBK: 10 Bloques de resina Bulk Fill.

Figura 1. Población y muestra del estudio



Figura 2. Resinas utilizadas durante el estudio



Se realizó un molde acrílico cortado con láser de las dimensiones 25mm × 4mm × 6mm para que los bloques de resina resultantes tengan el

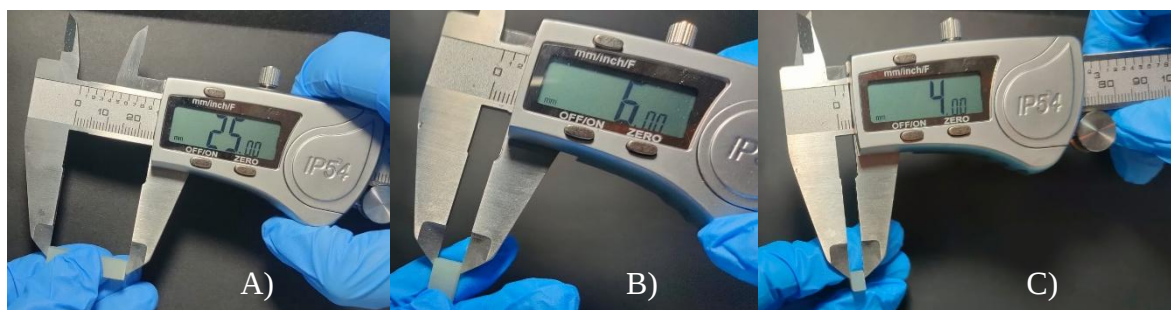
mismo tamaño y se compactó la resina en el interior del molde verificando que no existieran burbujas. Se realizó la elaboración

de un brazo de sujeción de la lámpara de fotocurado con el fin de estandarizar la distancia entre la pared interior de la matriz acrílica y la fuente de luz, determinando una distancia de 2mm. Todos los bloques fueron fotopolimerizados con la misma lámpara de luz Led con una potencia de 1100mW y una longitud de onda de 380nm sobre 6 puntos del molde de acrílico, durante 20 segundos con un total de tiempo de fotocurado de 120 segundos. Se

pulíó cada bloque con un sistema de puntas siliconadas convencionales sin alterar sus dimensiones el cual integraba grano fino y grano medio para el proceso de pulido.

Se tomó las medidas de las dimensiones de cada bloque a través de un calibrador electrónico de puntas finas. Cumpliendo así con la finalidad de estandarizar las mediciones homogéneas de los objetos del estudio.

Figura 3. Dimensiones de las muestras.

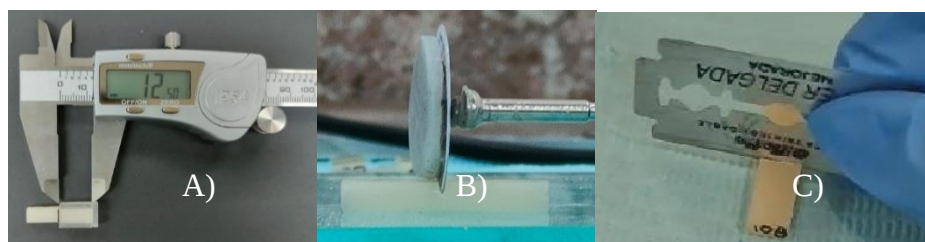


A) Longitud del espécimen = 25 mm B) Ancho del espécimen = 6mm C) Altura del espécimen = 4 mm

Se realizó una muesca de 2 mm de profundidad en el centro de los bloques con un disco de corte milimetrado accionado a través de

un micromotor eléctrico. El ángulo afilado de la muesca se consiguió deslizando una hoja de afeitar a través de esta.

Figura 4. Corte de las muestras

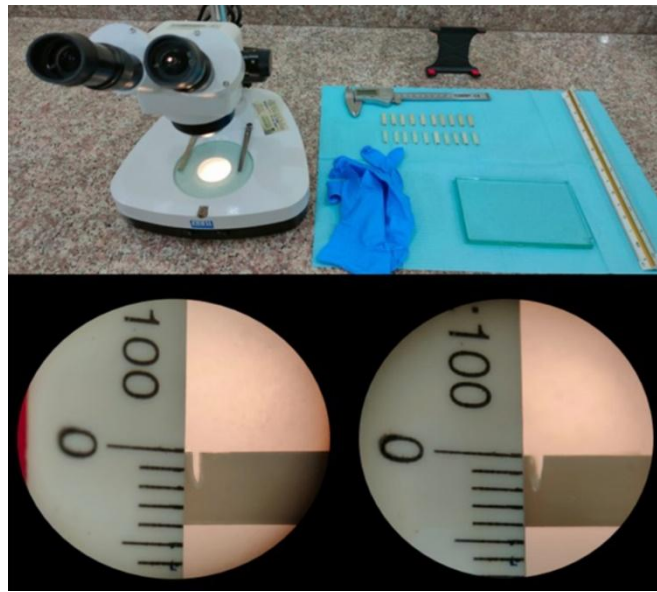


A) Matriz de estandarización para el coste central B) Disco de corte con tope a 2mm del borde
C) Afilado de la muesca con hoja de afeitar convencional.

Se visualizó la muesca central a través de un estereomicroscopio. Se colocó una escala milimétrica junto a

la muestra, para garantizar la profundidad de muesca de 2mm.

Figura 5. Observación de las muestras bajo microscopio estereoscópico.

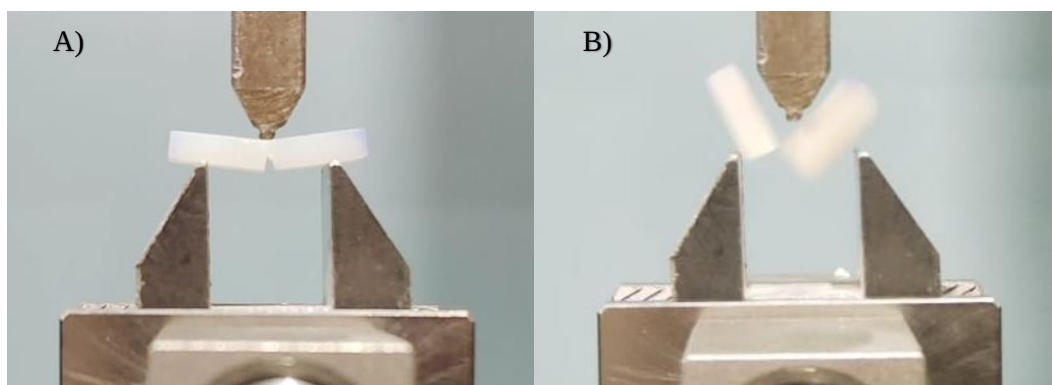


Una vez realizada la selección de los bloques que cumplen con los criterios de inclusión para este estudio, fueron trasladados dentro de contenedores con agua destilada. Los contenedores con las muestras fueron colocadas en el interior de una estufa de calor seco con la finalidad de que sean expuestas a una temperatura constante de 37°C durante 24 horas. De esta manera, se imitan los efectos de la exposición a largo plazo en un entorno oral manifestados en un corto tiempo, de manera que permite predecir el

comportamiento clínico de los materiales dentales.(13)

El ensayo de flexión en tres puntos para muestras con muesca en un solo borde, fue realizado en una máquina de ensayo universal previamente calibrada, la cual ejerció una fuerza compresiva vertical, con una velocidad de cruceta de 1mm/s, hasta provocar el fallo irreversible del material con la propagación de la muesca, es decir, la fractura total de la probeta.

Figura 6. Ensayo de flexión en 3 puntos.



A) Bloque de resina compuesta reforzada con fibras cortas de vidrio B) Bloque de resina compuesta Bulk fill

Se utilizó la siguiente ecuación KIC para determinar la resistencia a la propagación de grietas preexistentes en una muestra de dimensiones determinadas.

$$K_{Ic} = \left[\frac{P \cdot L}{B \cdot W^{1.5}} \right] Y$$

K_{Ic} = Resistencia a la fractura (N/mm= Mpa)

Donde: P=Carga máxima
L=distancia entre los soportes
B=altura de la muestra Y=función de calibración para la geometría dada
W=espesor de la muestra a=tamaño de la profundidad de la muesca (2mm)

La función de calibración para la geometría dada es la siguiente:

$$Y = \left[2.9 \left(\frac{a}{w} \right)^{\frac{1}{2}} - 4.6 \left(\frac{a}{w} \right)^{\frac{3}{2}} + 21.8 \left(\frac{a}{w} \right)^{\frac{5}{2}} - 37.6 \left(\frac{a}{w} \right)^{\frac{7}{2}} + 38.7 \left(\frac{a}{w} \right)^{\frac{9}{2}} \right]$$

3. Resultados y discusión

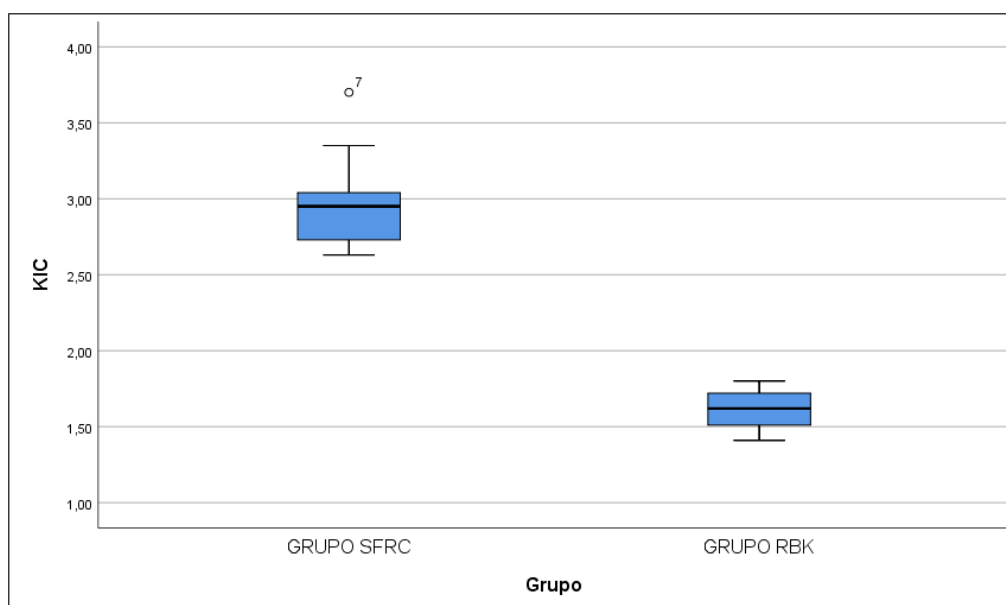
De la falla catastrófica de las 20 muestras, se obtuvo la resistencia a la fractura KIC en deformación plana para los bloques de resina reforzados con fibras cortas (SFRC) y bloques de resina Bulk fill (RBK). Se procedió a realizar el análisis descriptivo de los valores de carga máxima y resistencia a la fractura, aun cuando la relación entre estas dos variables es directamente proporcional.

Tabla 1: Estadísticos descriptivos para la resistencia la fractura por grupo.

	GRUPO SFRC	GRUPO RBK
Media	2,9970	1,6170
LIC (95%)	2,7668	1,5287
LSC(95%)	3,2272	1,7053
Media recortada al 5%	2,9783	1,6183
Mediana	2,9500	1,6200
Varianza	0,104	0,015
Desv. Desviación	0,32184	0,12347
Mínimo	2,63	1,41
Máximo	3,70	1,80
Rango	1,07	0,39

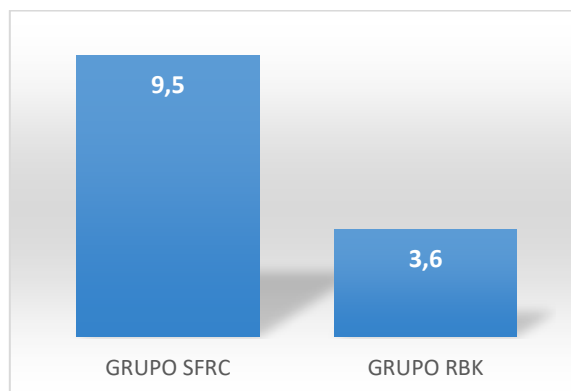
En la tabla 1, se indica que el promedio de la carga máxima para el grupo de SFRC es de $2,98 + 0,32$

Mpa – $m^{1/2}$ mientras que para el grupo RBK fue de $1,61 + 0,12$ Mpa – $m^{1/2}$.

Figura 1. Diagrama de caja y bigotes para la resistencia la fractura por grupo.**Tabla 2.** Resistencia a la fractura por grupo. Media (DS)

Grupo	Fuerza (N)	KIC
GRUPO SFRC	88,4 (9,5)	3 (0,3)
GRUPO RBK	47,7 (3,6)	1,6 (0,1)
Total	68,0,0 (22)	2,3 (0,7)

Figura 2. Resistencia a la fractura por grupo. Media (DS)



Durante el ensayo de flexión en tres puntos se pudo determinar que la fractura era catastrófica para el grupo de muestras de resinas bulk fill, mostrando un estallido de la muestra al provocarse la fractura del espesor completo de la probeta. Por otro lado, la fractura de las resinas reforzadas con fibras cortas no se mostró ser catastrófica, pudiendo incluso ser reparable, de modo que, cuando el material se encontraba completamente fracturado, las probetas no se separaron en dos fragmentos, permaneciendo unidas a pesar del fallo.

Discusión

Los resultados arrojados durante la investigación demostraron una diferencia significativa en la resistencia a la fractura de ambos grupos de resinas compuestas una vez sometidas a tensiones uniaxiales de flexión en tres puntos. De tal

manera, el grupo SFRC para las resinas reforzadas con fibras de vidrio obtuvo un valor promedio de KIC de 2,99 Mpa $\cdot m^{1/2}$ en comparación con el grupo RBF de resinas Bulk fill, el cual obtuvo una resistencia a la fractura en promedio de 1,61 Mpa $\cdot m^{1/2}$.

En la actualidad, a pesar de que el protocolo tradicional de restauración para dientes posteriores involucra materiales cerámicos adhesivos en forma de coronas o incrustaciones, varios investigadores han propuesto que estas cavidades profundas pueden ser reconstruidas con materiales resinosos reforzados con fibra de vidrio debido a su módulo de elasticidad similar a la dentina, su mayor resistencia a la fractura y capacidad de conformar una férula interna que fortalece la estructura dental.(14,15) Por otra parte, las resinas compuestas bulk fill de alta



viscosidad pueden ser utilizadas como alternativa a las restauraciones indirectas debido a sus propiedades mejoradas gracias a las partículas de relleno.(16,17) Por lo cual se decidió analizar cuál de estos materiales presentaba una mayor resistencia a la fractura y cómo eran las características del material una vez producido el fallo.

La tenacidad a la fractura es una evaluación cuantitativa que define la resistencia de un material a la propagación de grietas y refleja la posibilidad de fractura de una restauración. (18) En el ámbito experimental, es la resistencia de un material a la propagación de un defecto preexistente y planeado, de tamaño conocido y agudeza infinita, siendo en la mayoría de estudios una muesca en un solo borde de las probetas.(7) Algunos autores determinan que la tenacidad a la fractura y la resistencia a la flexión son las propiedades mecánicas más fuertemente correlacionadas con el desempeño clínico del material, por lo cual estos estudios son válidos para caracterizar y predecir el comportamiento de las resinas compuestas en dicho medio.(5,19,20) Además, existen

investigaciones que muestran correlación entre la tenacidad de la fractura, la ruptura marginal y el desgaste de los composites.(7)

Los resultados para ambos composites arrojados en esta investigación coinciden con el rango evaluado bibliográficamente, que determina una resistencia a la fractura de 0,6 a 2,3 Mpa $\text{m}^{1/2}$ para las resinas compuestas. (20) Los estudios experimentales que enfrentan resinas compuestas con diferentes tipos de material de relleno determinaron que los composites reforzados con fibras cortas presentaron una mayor tenacidad a la fractura en contraste con los composites convencionales y bulk fill, gracias a su mayor capacidad de soportar cargas elevadas. (1,2,6)

La resistencia a la fractura catastrófica depende en gran medida de las condiciones que rodean a los ensayos realizados.(7) Alshabib et al (2019) coincide con este enunciado y establece que los resultados obtenidos son altamente sensibles a las técnicas utilizadas y el proceso de fabricación de las muestras, basándose en los correctos procesos de estandarización y



control metodológicos para respaldar la veracidad de los resultados y las conclusiones obtenidas.(2)

Los resultados de resistencia a la fractura para la resina reforzada con fibras del presente estudio coincide con los de Garoushi et al (2019) con un valor de 2,9 MPa $m^{1/2}$.(21) El resultado más similar al expuesto en este estudio se encuentra relacionado a los datos obtenidos por Abouelleil et al (2016) y Tujimoto et al (2016), en el cual el valor de tenacidad a la fractura para la resina reforzada con fibra de vidrio fue de 3,1 MPa- $m^{1/2}$, el estudio de Suzaki et al (2020) con valores de 3,0 Mpa - $m^{1/2}$, el estudio de Bijelic Donova et al (2015) con resultados de 2,6 Mpa - $m^{1/2}$ y con el estudio de Lassila et al (2019) con un resultado de 2,8Mpa - $m^{1/2}$. (6,8,22,23,24)

La resistencia a la fractura de las resinas reforzadas con fibras cortas tipo e-glass está influenciada por las características de su relleno.(25) Según Mangoush et al (2021) las fibras de vidrio multidireccionales e isotrópicas crean múltiples caminos de carga que permite la redistribución de las fuerzas oclusales y la torsión de las fisuras,

esto reduce la intensidad de las tensiones y previene el crecimiento de las posibles grietas en su interior.(12) Por otro lado, Además se considera que la plastificación de la matriz polimérica a través de cadenas lineales de PMMA en la matriz de BIS GMA lo cual aumenta su viscosidad, mejora la transferencia de tensiones de la matriz polimérica a las fibras produciendo así un efecto de ferulización o refuerzo con mayor resistencia a la fractura y flexión que otros materiales.(26)

Con respecto al módulo elástico aquellos materiales con este valor más bajos contribuyen a disminuir la propagación de grietas en su interior ya que pueden absorberlas y disiparlas, a su vez que protegen a las estructuras subyacentes. En su contraparte, si el material tiene un módulo elástico elevado, los materiales tienden a acumular fuerzas en su interior, lo que conduce a una mayor difusión y desarrollo de grietas con un patrón de fracturas de tipo frágil.(1)

Por otra parte, los resultados de la resina bulk fill en el estudio de

Abouelleil et al (2016) y Alshabib et al (2019) demostraron una resistencia a la fractura de 2,5 MPa-m^{1/2} y 1,46 MPa-m^{1/2} respectivamente. (6,2) Yang et al (2022) obtuvo un valor de resistencia a la fractura de 1,58 MPa-m^{1/2} el cual es un resultado similar al expuesto en esta investigación. (27)

Este estudio presenta una innovación en los materiales resinosos utilizados frecuentemente para la restauración dental de cavidades extensas en el sector posterior. Es necesario para la conservación del tejido dental remanente a un proceso carioso o traumático la alternativa de restauración directa que no requiera de las desventajas presentadas por las restauraciones indirectas que suelen requerir de mayor tallado de las cavidades y costos de elaboración, así como pueden ocasionar con mayor facilidad agresiones pulpares. (28) Sin embargo, es necesario adoptar la postura de Alshabib (2019) con respecto a los resultados obtenidos. Puesto que, a pesar de la metodología controlada y los procesos de estandarización estrictos durante la confección de las

probetas que han permitido obtener resultados verídicos, se debe tomar en cuenta que los resultados en los estudios experimentales son particularmente sensibles a la profundidad y el ancho de la muestra utilizada, lo que podría dificultar las comparaciones directas entre estudios. (2; 25)

4. Conclusiones

La resina compuesta reforzada con fibra de vidrio demostró una resistencia a la fractura KIC estadísticamente superior a la resina Bulk fill después de haber estado sumergida en un ambiente húmedo a durante veinticuatro horas y ser expuesta a un ensayo de flexión en tres puntos.

Los resultados reflejan el desempeño de las resinas dentales frente al estrés provocado por fuerzas axiales unidireccionales, mas no el desempeño clínico de estas, pues no ha sido probada su relación con la estructura dental y un sistema adhesivo que permita la unión entre ambos materiales. Estos factores asociados determinarán su rendimiento clínico real en la cavidad bucal.



Bibliografía

1. Fráter M, Sáry T, Vincze-Bandi E, Volom A, Braunitzer G, Szabó P B, et al. Fracture Behavior of Short Fiber-Reinforced Direct Restorations in Large MOD Cavities. *Polymers (Basel)*. 23 de junio de 2021;13(13).
2. Alshabib A, Silikas N, Watts DC. Hardness and fracture toughness of resin-composite materials with and without fibers. *Dental Materials*. 1 de agosto de 2019;35(8):1194-203.
3. Tanner J, Tolvanen M, Garoushi S, Säilynoja E. Clinical Evaluation of Fiber-Reinforced Composite Restorations in Posterior Teeth - Results of 2.5 Year Follow-up. *Open Dent J*. 2018;12:476-85.
4. Rizzante FAP, Duque JA, Duarte MAH, Mondelli RFL, Mendonça G, Ishikiriama SK. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dent Mater J*. 1 de junio de 2019;38(3):403-10.
5. Thomaidis S, Kakaboura A, Mueller WD, Zinelis S. Mechanical properties of contemporary composite resins and their interrelations. *Dental Materials*. 1 de agosto de 2013;29(8):e132-41.
6. Abouelleil H, Pradelle N, Villat C, Attik N, Colon P, Grosgeat B. Comparison of mechanical properties of a new fiber reinforced composite and bulk filling composites. *Restor Dent Endod*. noviembre de 2015;40(4):262-70.
7. Ilie N, Hickel R, Valceanu AS, Huth KC. Fracture toughness of dental restorative materials. *Clin Oral Investig*. abril de 2012;16(2):489-98.
8. 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.
9. Lima RBW, Troconis CCM, Moreno MBP, Murillo-Gómez F, De Goes MF. Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. *J Esthet Restor Dent*. noviembre de 2018;30(6):492-501.
10. Albar NHM, Khayat WF. Evaluation of Fracture Strength of Fiber-Reinforced Direct Composite Resin Restorations: An In Vitro Study. *Polymers (Basel)*. 15 de octubre de 2022;14(20):4339.

11. Vaca Altamirano G. La resina Bulk Fill como material innovador. Revisión bibliográfica. Dilemas contemporáneos: educación, política y valores [Internet]. agosto de 2021 [citado 13 de enero de 2024].
12. Mangoush E, Garoushi S, Lassila L, Vallittu PK, Säilynoja E. Effect of Fiber Reinforcement Type on the Performance of Large Posterior Restorations: A Review of In Vitro Studies. *Polymers (Basel)*. 26 de octubre de 2021;13(21):3682.
13. Garcés Vásquez G, Vidal Fernández J. Alteraciones en las propiedades de las resinas compuestas en el tiempo: Scoping Review. 2020 [citado 13 de enero de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/17896>.
14. Cárcamo Cisternas E, Vicente Lebuy N. Resinas compuestas reforzadas con fibras cortas, una alternativa como material restaurador: scoping review. 2020 [citado 12 de enero de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/18039>
15. Soares LM, Razaghy M, Magne P. Optimization of large MOD restorations: Composite resin inlays vs. short fiber-reinforced direct restorations. *Dent Mater*. abril de 2018;34(4):587-97.
16. Tauböck TT, Attin T. [Not Available]. *Swiss Dent J*. 2016;126(9):812-3.
17. Didem A, Gözde Y, Nurhan Ö. Comparative Mechanical Properties of Bulk-Fill Resins. *Open Journal of Composite Materials*. 4 de abril de 2014;4(2):117-21.
18. Bhatnagar DrP. Impact of Different Fiber Reinforcement on Flexural Strength, Fracture Toughness and Abrasive Resistance of Provisional Restorative Resin. *J Dent Oral Sci* [Internet]. 1 de agosto de 2021 [citado 15 de enero de 2024]; Disponible en: <https://maplespub.com/article/Impact-of-Different-Fiber-Reinforcement-on-Flexural-Strength-Fracture-Toughness-and-Abrasive-Resistance-of-Provisional-Restorative-Resin>
19. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater*. enero de 2011;27(1):29-38.
20. Iwamoto N. Resistencia a la fractura de la dentina humana - Iwamoto - 2003 - *Journal of Biomedical Materials Research Part A* - Wiley Online Library [Internet]. [citado 15 de enero de 2024].



- Disponble en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jbm.a.10005>
21. Garoushi S, Vallittu P, Lassila L. Mechanical properties and radiopacity of flowable fiber-reinforced composite. *Dent Mater J*. 31 de marzo de 2019;38(2):196-202.
 22. Bijelic-Donova J, Uctasli S, Vallittu PK, Lassila L. Original and Repair Bulk Fracture Resistance of Particle Filler and Short Fiber-Reinforced Composites. *Oper Dent*. 2018;43(5):E232-42.
 23. Suzaki N, Yamaguchi S, Hirose N, Tanaka R, Takahashi Y, Imazato S, et al. Evaluation of physical properties of fiber-reinforced composite resin. *Dent Mater*. agosto de 2020;36(8):987-96.
 24. Lassila L, Keulemans F, Säilynoja E, Vallittu PK, Garoushi S. Mechanical properties and fracture behavior of flowable fiber reinforced composite restorations. *Dent Mater*. abril de 2018;34(4):598-606.
 25. Heintze SD, Ilie N, Hickel R, Reis A, Loguercio A, Rousson V. Laboratory mechanical parameters of composite resins and their relation to fractures and wear in clinical trials-A systematic review. *Dent Mater*. marzo de 2017;33(3):e101-14.
 26. Atalay C, Yazici AR, Horuztepe A, Nagas E, Ertan A, Ozgunaltay G. Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Restored With Bulk Fill, Bulk Fill Flowable, Fiber-reinforced, and Conventional Resin Composite. *Oper Dent*. 2016;41(5):E131-40.
 27. Yang J, Silikas N, Watts DC. Polymerization and shrinkage kinetics and fracture toughness of bulk-fill resin-composites. *Dental Materials*. diciembre de 2022;38(12):1934-41.
 28. Bonilla ED, Hayashi M, Pameijer CH, Le NV, Morrow BR, Garcia-Godoy F. The effect of two composite placement techniques on fracture resistance of MOD restorations with various resin composites. *J Dent*. octubre de 2020;101:103348.