

Efecto del tipo de unidad de polimerización LED en la resistencia compresiva de las resinas compuestas convencionales y de incremento único: estudio *in vitro*

Effect of the type of LED polymerization unit on the compressive strength of conventional and bulk-fill composite resins: an *in vitro* study

Efeito do tipo de unidade de polimerização LED na resistência à compressão de resinas compostas convencionais e de incremento único: estudo *in vitro*

 **Alonso Humberto**
Castilla Cabello¹

¹ Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias de la Salud. Lima, Perú.

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto del tipo de unidad de polimerización LED en la resistencia compresiva de resinas compuestas convencionales y de incremento único (*bulk fill*). **Materiales y métodos:** Se emplearon dos resinas convencionales (3M Filtek® Z350 XT y Palfique® LX5), dos resinas de incremento único (Tetric N-Ceram® Bulk Fill y 3M Filtek® One Bulk Fill) y dos unidades de polimerización LED (3M Elipar® DeepCure-L, de emisión monoonda, y Bluephase® N G4, de emisión polionda). Se conformaron ocho grupos experimentales, cada uno con diez especímenes ($n = 80$). Las muestras de resina de incremento único se confeccionaron en moldes cilíndricos de 4×5 mm, mediante la aplicación de un único incremento de 4 mm de material. Se utilizó una cinta celuloide y una laminula de microscopía para el fotocurado durante 20 segundos. Las muestras de resina convencional se elaboraron en dos incrementos de 2 mm cada uno. El primer incremento se realizó en un molde cilíndrico de 2×5 mm, siguiendo el proceso descrito; y luego la muestra se trasladó a un molde de 4×5 mm, donde se aplicó el segundo incremento, repitiendo el mismo procedimiento. Las muestras fueron codificadas y almacenadas en agua destilada dentro de una estufa (24 h, 37 °C); posteriormente, se sometieron a pruebas de compresión (0,5 mm/min) en una máquina de ensayos universales. Los datos se analizaron mediante la prueba estadística de Kruskal-Wallis. **Resultados:** No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia compresiva entre las resinas fotocuradas con la unidad 3M Elipar® DeepCure-L ($p < 0,105$) ni con la unidad Bluephase® N G4 ($p < 0,109$). **Conclusión:** El tipo de unidad de polimerización LED no afectó significativamente la resistencia compresiva de las resinas compuestas evaluadas bajo las condiciones experimentales de este estudio.

Palabras clave: resina compuesta; polimerización; resistencia compresiva; resinas *bulk fill*.

Recibido: 12-11-2024

Aceptado: 16-12-2025

En línea: 16-03-2026



Artículo de acceso abierto

© El autor

Citar como:

Castilla AH. Efecto del tipo de unidad de polimerización LED en la resistencia compresiva de las resinas compuestas convencionales y de incremento único: estudio *in vitro*. Rev Estomatol Heredia. 2026;36(1):e5930. doi:10.20453/reh.v36i1.5930

ABSTRACT

Objective: To determine the effect of the type of LED polymerization unit on the compressive strength of conventional and bulk-fill composite resins. **Materials and methods:** Two conventional composite resins (3M Filtek® Z350 XT and Palfique® LX5), two bulk-fill composite resins (Tetric N-Ceram® Bulk Fill and 3M Filtek® One Bulk Fill), and two LED polymerization units (3M Elipar® DeepCure-L, single-wave emission, and Bluephase® N G4, polywave emission) were used. Eight experimental groups were formed, each consisting of ten specimens ($n = 80$). Bulk-fill resin samples were fabricated in cylindrical molds measuring 4×5 mm by applying a single 4-mm increment of material. A celluloid strip and a microscopy coverslip were used during light curing for 20 seconds. Conventional resin samples were prepared in two increments of 2 mm each. The first increment was placed in a cylindrical mold measuring 2×5 mm, following the described procedure; the specimen was then transferred to a 4×5 mm mold where the second increment was applied, repeating the same procedure. The samples were coded and stored in distilled water in an incubator (24 h, 37 °C); subsequently, they were subjected to compressive strength testing (0.5 mm/min) using a universal testing machine. Data were analyzed using the Kruskal-Wallis statistical test. **Results:** No statistically significant differences in compressive strength were found among the resins light-cured with the 3M Elipar® DeepCure-L unit ($p < 0.105$) or with the Bluephase® N G4 unit ($p < 0.109$). **Conclusion:** The type of LED polymerization unit did not significantly affect the compressive strength of the composite resins evaluated under the experimental conditions of this study.

Keywords: composite resin; polymerization; compressive strength; bulk fill resins.

RESUMO

Objetivo: Determinar o efeito do tipo de unidade de polimerização LED na resistência compressiva de resinas compostas convencionais e de incremento único (*bulk fill*). **Materiais e métodos:** Foram utilizadas duas resinas convencionais (3M Filtek® Z350 XT e Palfique® LX5), duas resinas de incremento único (Tetric N-Ceram® Bulk Fill e 3M Filtek® One Bulk Fill) e duas unidades de polimerização LED (3M Elipar® DeepCure-L, de emissão mono-onda, e Bluephase® N G4, de emissão poli-onda). Foram constituídos oito grupos experimentais, cada um com dez espécimes ($n = 80$). As amostras de resina de incremento único foram confeccionadas em moldes cilíndricos de 4×5 mm, mediante a aplicação de um único incremento de 4 mm de material. Utilizou-se uma tira de celuloide e uma lamínula de microscopia para a fotopolimerização durante 20 segundos. As amostras de resina convencional foram elaboradas em dois incrementos de 2 mm cada. O primeiro incremento foi realizado em um molde cilíndrico de 2×5 mm, seguindo o processo descrito; em seguida, a amostra foi transferida para um molde de 4×5 mm, onde foi aplicado o segundo incremento, repetindo-se o mesmo procedimento. As amostras foram codificadas e armazenadas em água destilada em estufa (24 h, 37 °C); posteriormente, foram submetidas a ensaios de compressão (0,5 mm/min) em uma máquina universal de ensaios. Os dados foram analisados por meio do teste estatístico de Kruskal-Wallis. **Resultados:** Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na resistência compressiva entre as resinas fotopolimerizadas com a unidade 3M Elipar® DeepCure-L ($p < 0,105$) nem com a unidade Bluephase® N G4 ($p < 0,109$). **Conclusão:** O tipo de unidade de polimerização LED não afetou significativamente a resistência compressiva das resinas compostas avaliadas nas condições experimentais deste estudo.

Palavras-chave: resina composta; polimerização; resistência compressiva; resinas *bulk fill*.

INTRODUCCIÓN

Las unidades de polimerización LED (Light Emitting Diode) son dispositivos utilizados para activar los fotoiniciadores presentes en las resinas compuestas y desencadenar el proceso de polimerización, el cual consiste en

la transformación de monómeros a polímeros (1-3). Por lo tanto, la polimerización de estas resinas constituye un factor que interviene en la calidad y durabilidad de las restauraciones dentales. En este contexto, la elección del tipo de unidad de polimerización puede influir en las propiedades físicas del material, entre ellas, la resis-

tencia compresiva (4, 5), definida como la capacidad que posee un material para resistir fuerzas de compresión antes de sufrir una deformación permanente o fractura (6). Por tal motivo, esta propiedad resulta esencial para garantizar la integridad y longevidad de las restauraciones, especialmente en el sector posterior, toda vez que este se encuentra sometido constantemente a fuerzas oclusales significativas (7). En este sentido, la resistencia compresiva de las resinas compuestas depende de diversos factores, tales como el tamaño de las partículas, el espesor de la capa restauradora, el grado de polimerización, la densidad, la contracción por polimerización y la sorción acuosa (8).

En la actualidad, se emplean dos tipos de unidades de polimerización LED: monoonda y polionda. Las unidades monoonda fueron diseñadas para activar los fotoiniciadores de la mayoría de los materiales resinosos y se caracterizan por emitir una luz azul (9, 10). Por su parte, las unidades polionda surgieron para satisfacer la necesidad de activar resinas compuestas con fotoiniciadores alternativos que requieren no solo un espectro de luz azul, sino también de luz violeta (11, 12).

Las resinas compuestas son materiales restauradores utilizados para reponer la pérdida de tejidos dentarios causada por caries, traumatismo o lesiones erosivas, entre otras afecciones (13, 14). Entre sus variantes se encuentran las resinas convencionales, las de incremento único (*bulk fill*), entre otras (14, 15). Las convencionales se colocan en aumentos de hasta 2 mm (técnica incremental), mientras que las de incremento único permiten aplicaciones de hasta 4-5 mm, lo que simplifica el proceso restaurador (16, 17).

Para lograr una mayor profundidad de polimerización, se han realizado modificaciones en la composición de las resinas convencionales, específicamente en los fotoiniciadores, la matriz orgánica y el material de relleno inorgánico (18). El fotoiniciador más común, la canforquinona, presenta un máximo de absorción de 468 nm, dentro de un rango efectivo de 360-510 nm; su activación requiere una amina coiniciadora para generar radicales libres mediante un mecanismo de transferencia de electrones (19, 20).

En contraste, las resinas de incremento único utilizan sistemas fotoiniciadores más modernos, como Ivocerín y Lucerín, que permiten una mayor eficiencia, incluso en incrementos más gruesos. El Ivocerín posee un pico de absorción de 418 nm (370-460 nm) y se caracteriza por generar dos radicales libres por molécula sin requerir coiniciadores (21, 22). El Lucerín, por su parte, actúa mediante un mecanismo de escisión con un máximo de

absorción de 400 nm (380-425 nm), lo que ofrece una alta reactividad en menor tiempo de exposición. La correcta elección del sistema fotoiniciador y su correspondencia con la longitud de onda aseguran una adecuada conversión del monómero en polímero, además de mejorar las propiedades físicas, mecánicas y estéticas del material restaurador (23, 24).

La matriz orgánica también desempeña un rol fundamental en la resistencia compresiva. Esta se conforma por monómeros (diminutas partículas de bajo peso molecular), entre los cuales el bisfenol A-glicidil metacrilato (Bis-GMA) y el bisfenol A-metacrilato etoxilado (Bis-EMA) son los más utilizados en resinas convencionales (25, 26). En cambio, el uretano dimetacrilato (UDMA), el trietilenoglicol de dimetacrilato (TEGDMA), el dodecaneidol-dimetacrilato (DDDMA) y los monómeros por adición-fragmentación (AFM) predominan en las resinas de incremento único. Estos últimos monómeros destacan por su mayor transparencia, sensibilidad a las fuentes de luz y rapidez en el proceso de polimerización (27).

Respecto al material de relleno inorgánico, ambos tipos de resina comparten componentes, como el zirconio, la sílice y los agregados de relleno en *clusters*. Por ello, la interacción entre el tipo de unidad de polimerización LED y el tipo de resina compuesta (convencional o de incremento único) puede producir efectos diferenciados en la resistencia compresiva (28). No obstante, aún persiste una brecha en la comprensión de cómo las unidades LED (monoonda o polionda) influyen específicamente en esta propiedad.

En consecuencia, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tipo de unidad de polimerización LED en la resistencia compresiva de resinas compuestas convencionales y de incremento único. La hipótesis nula plantea que el tipo de unidad de polimerización LED no afecta dicha propiedad en ninguno de los dos tipos de resinas compuestas evaluadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio experimental preclínico *in vitro*, de corte transversal, prospectivo y cuantitativo. Se emplearon dos resinas compuestas convencionales: 3M Filtek® Z350 XT (Solventum; Minnesota, EE. UU.) y Palfique® LX5 (Tokuyama Dental; Tokio, Japón); así como dos resinas de incremento único (*bulk fill*): Tetric N-Ceram® Bulk Fill (Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein) y 3M Filtek® One Bulk Fill (Solventum; Minnesota, EE. UU.) (tabla 1).

Tabla 1. Resinas compuestas convencionales y de incremento único evaluadas en el estudio.

Resina compuesta (color)	Fabricante (lote)	Fotoiniciador	Clasificación (tamaño de partícula)	Matriz orgánica*	Porcentaje en peso del relleno inorgánico*
3M Filtek® Z350 XT (A2)	Solventum, Minnesota, EE. UU. (9712769)	CQ	Nanoparticulada (0,01-3,5 µm)	Bis-EMA, Bis-GMA, UDMA, TEGDMA	Óxidos mixtos, óxidos de sílice, nanoclusters (82 wt %; 78,5 vol %)
Palfique® LX5 (A2)	Tokuyama Dental Tokuyama, Tokio, Japón (268E13)	CQ/RAP	Supranano (0,01-3 µm)	Bis-GMA, TEGDMA	Óxidos de sílice-zirconio (82 wt %, 71 vol %)
Tetric N-Ceram® Bulk Fill (IV A)	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein (Z05DXN)	Ivocerín	Nanohíbrida (0,04-3 µm)	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA	Metacrilatos, vidrio de bario, trifluoruro, óxidos mixtos, pigmentos 1 % (80 wt %, 61 vol %)
3M Filtek® One Bulk Fill (A2)	Solventum, Minnesota, EE. UU. (10124596)	No indica	Nanoparticulada (0,01-3,5 µm)	AFM, AUDMA, UDMA, DDDMA	Óxidos mixtos, óxidos de sílice, óxido de zirconio, nanoclusters (76,5 wt %; 58,5 vol %)

CQ: canforquinona; RAP: fotopolimerización amplificada por radicales; Bis-EMA: bisfenol A-metacrilato etoxilado; Bis-GMA: bisfenol A-glicidil metacrilato; UDMA: uretano dimetil metacrilato; AUDMA: uretano dimetil metacrilato aromático; TEGDMA: trietileno glicol de dimetacrilato; AFM: monómeros por adición-fragmentación; DDDMA: dodecaneidol-dimetacrilato.

* Datos proporcionados por el fabricante.

Se utilizaron dos unidades de polimerización LED: 3M Elipar® Deep Cure-L (Solventum; Minnesota, EE. UU.), de tipo monoonda, con una irradiancia de 1470 mW/cm² y un rango de longitud de onda de 430-480 nm; y Bluephase® N G4 (Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein), de tipo polionda, con una irradiancia de 950-1500 mW/cm² y un rango de longitud de onda de 385-515 nm.

La resistencia compresiva se consideró como variable cuantitativa; y como variables cualitativas se incluyeron el tipo de unidad de fotopolimerización LED (monoonda y polionda) y el tipo de resina compuesta (convencional y de incremento único).

Dadas las características de esta investigación *in vitro*, no se requirió la evaluación por parte de un Comité de Ética. No obstante, el protocolo fue evaluado y aprobado por el Área de Investigación de la Carrera de Estomatología de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Científica del Sur. El proceso se rigió conforme a lo establecido en la Resolución Directoral n.º 12-DGIDI-CIENTIFICA-2021, referente a las normas y precisiones de exoneración del Comité de Ética, y fue registrado en el año 2023 bajo el código n.º POS-53-2023-00368.

Grupos de estudio

La población estuvo constituida por las muestras de resinas compuestas convencionales y de incremento único descritas previamente, las cuales fueron confeccionadas siguiendo los parámetros para estudios expe-

rimentales detallados más adelante. La selección de la muestra fue de tipo no probabilístico.

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión: resinas de las marcas propuestas, procesadas bajo los parámetros de confección de las unidades de polimerización LED mencionadas y que carecieran de cualquier alteración estructural visible. Como criterios de exclusión, se descartaron los especímenes con ralladuras, presencia de burbujas o aquellos que no hubieran sido condensados adecuadamente.

Para el cálculo del tamaño de la muestra, se realizó un estudio piloto con ocho grupos experimentales de tres especímenes cada uno (n = 24), los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera: G1 (control), 3M Filtek® Z350 XT/3M Elipar® DeepCure-L; G2, 3M Filtek® Z350 XT/Bluephase® N G4; G3, Palfique® LX5/3M Elipar® DeepCure-L; G4, Palfique® LX5/Bluephase® N G4; G5, 3M Filtek® One Bulk Fill/3M Elipar® DeepCure-L; G6, 3M Filtek® One Bulk Fill/Bluephase® N G4; G7, Tetric N-Ceram® Bulk Fill/3M Elipar® DeepCure-L; y G8, Tetric N-Ceram® Bulk Fill/Bluephase® N G4.

Una vez obtenidos los resultados, se emplearon los valores de la media y la desviación estándar de cada grupo para determinar el tamaño muestral final mediante el *software* G*Power (versión 3.1.9.7), utilizando el método de comprobación de hipótesis. Aunque el análisis estadístico estableció un total inicial de 56 especímenes (n = 7 por grupo), se optó por añadir 3 unidades adicionales por grupo para compensar posibles pérdidas durante el experimento. En consecuencia, la muestra final quedó constituida por

ochenta especímenes ($n = 80$), con diez unidades por grupo ($n = 10$), manteniendo la misma distribución de materiales y unidades de polimerización empleada en la fase piloto.

Confección de muestras

Para la elaboración de las muestras, se tomaron en cuenta las directrices de la norma ISO 4049:2019, la cual establece los requisitos de propiedades físicas y los métodos de prueba estandarizados para biomateriales de uso odontológico (6).

En el caso de las resinas de incremento único, se empleó un molde cilíndrico de 4×5 mm posicionado sobre una platina de vidrio. Mediante una espátula para resina, se introdujeron 4 mm de material, sobre el cual se colocó una cinta de celuloide y una lámula de microscopía. Tras aplicar una suave presión digital, se procedió al fotocurado a través de dichas láminas durante 20 segundos, utilizando la unidad de polimerización LED correspondiente a cada grupo experimental.

En cuanto a las muestras de resina compuesta convencional se confeccionaron mediante la técnica incremental en dos capas de 2 mm cada una. El primer incremento se realizó en un molde cilíndrico de 2×5 mm, siguiendo el procedimiento descrito anteriormente; posteriormente, la muestra se trasladó a un molde de 4×5 mm, donde se repitió el proceso para la segunda capa. Todos los especímenes fueron codificados, sumergidos en agua destilada y almacenados en una estufa a 37 °C durante 24 h.

Prueba de compresión

Transcurridas 24 horas señaladas, todos los especímenes se sometieron a la prueba de resistencia compresiva en una máquina de ensayos universales (CMT-5L, Jinan Liangong Testing Technology Co., Ltd.; Shandong,

China) a una velocidad de carga de 0,5 mm/min. Los valores obtenidos se registraron en megapascuales (MPa) y se organizaron en tablas según el grupo experimental correspondiente.

Análisis estadístico

Una vez obtenidos los resultados de resistencia compresiva, se evaluó la normalidad y la homogeneidad de las varianzas mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Levene, respectivamente. Al determinarse que los datos no presentaban una distribución normal ni homogeneidad, se procedió con un análisis no paramétrico, utilizando la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes. El procesamiento de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS-25 (IBM® SPSS Inc.; Chicago, IL, EE. UU.), con el fin de identificar si existían diferencias significativas entre la resistencia de las resinas evaluadas y el tipo de unidad de polimerización LED empleada. Para todos los análisis, se estableció un nivel de confianza al 95 % y un nivel de significancia de 0,05.

RESULTADOS

De acuerdo con el análisis realizado mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, se evidenció que no existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia compresiva entre los grupos evaluados, tanto para las resinas compuestas polimerizadas con 3M Elipar® DeepCure-L ($p < 0,105$) como para aquellas tratadas con Bluephase® N G4 ($p < 0,109$). Por otro lado, la mayor resistencia compresiva se observó en la resina convencional 3M Filtek® Z350 XT fotocurada con la unidad LED Bluephase® N G4 (polionda), con una mediana de 315,62 MPa y un rango intercuartílico (IQR) de 57,62. A esta le siguió la resina de incremento único 3M Filtek® One Bulk Fill fotocurada con la unidad 3M Elipar® DeepCure-L (monoonda), con una mediana de 315,46 MPa y un IQR de 40,50 (tabla 2).

Tabla 2. Resistencia compresiva de las resinas compuestas evaluadas según el tipo de unidad de polimerización LED.

Resina compuesta	3M Elipar® DeepCure-L (monoonda)		Bluephase® N G4 (polionda)		p-valor
	Mediana (MPa)	IQR	Mediana (Mpa)	IQR	
3M Filtek® Z350 XT	298,43	72,45	315,62	57,62	0,105*
Palfique® LX 5	274,15	80,23	288,65	39,72	0,109**
3M Filtek® One Bulk Fill	315,46	40,50	293,74	33,04	
Tetric N-Ceram® Bulk Fill	293,29	26,31	291,31	17,57	

IQR: rango intercuartílico.

* $p < 0,05$, prueba de Kruskal Wallis. Resinas fotocuradas con 3M Elipar® Deep Cure L ($n = 10$).

** $p < 0,05$, prueba de Kruskal Wallis. Resinas fotocuradas con Bluephase® N G4 ($n = 10$).

Los diagramas de caja y bigotes permiten visualizar la distribución y la dispersión de los datos en cada grupo experimental, lo que confirma la ausencia de diferencias

significativas entre las unidades de polimerización LED empleadas. En estas representaciones, la línea horizontal indica el valor de las medianas (figuras 1 y 2).

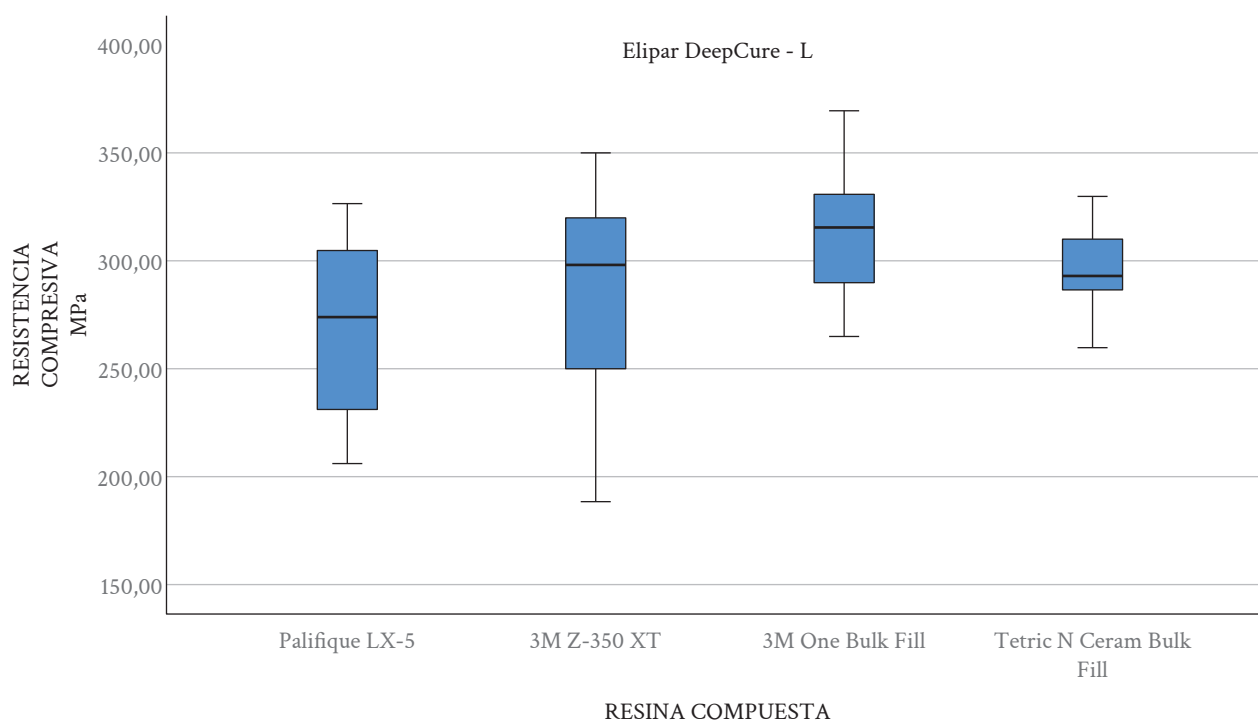


Figura 1. Gráfico de cajas y bigotes que compara la resistencia compresiva de las resinas compuestas evaluadas con la unidad de polimerización LED 3M Elipar® DeepCure-L (n = 10).

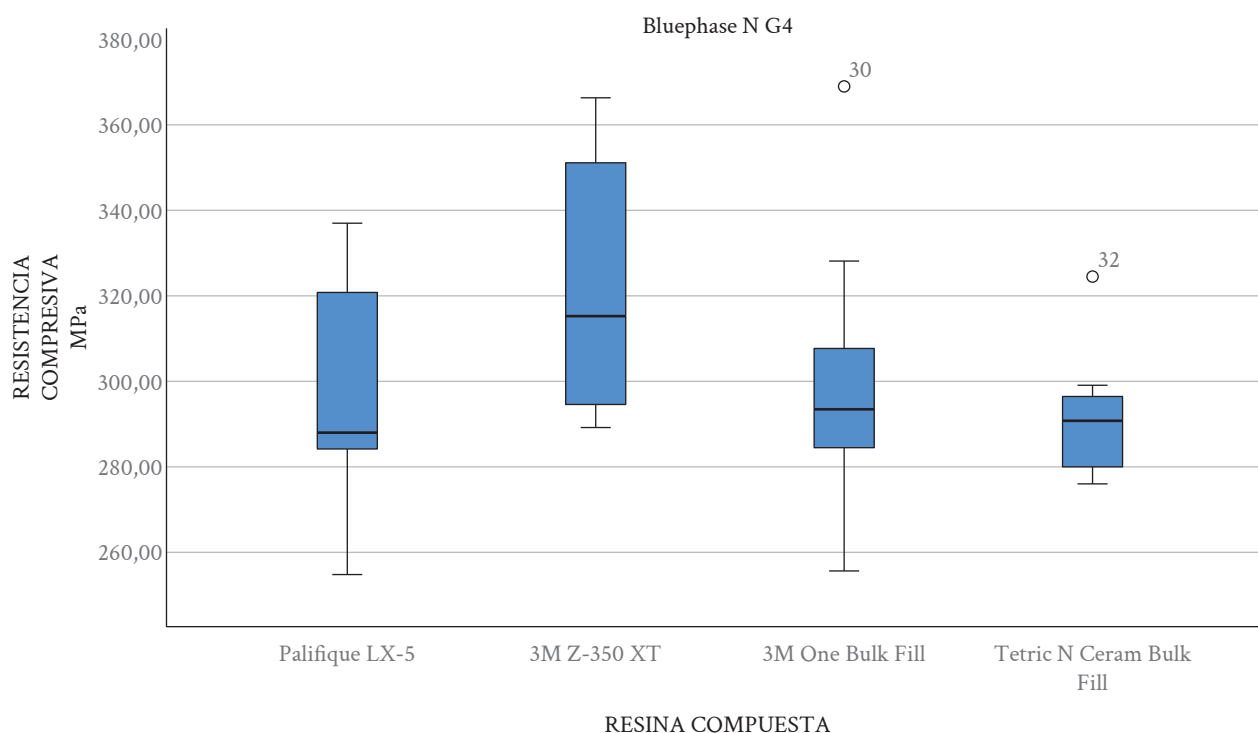


Figura 2. Gráfico de cajas y bigotes que compara la resistencia compresiva de las resinas compuestas evaluadas con la unidad de polimerización LED Bluephase® N G4 (n = 10).

DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó el efecto de dos unidades de polimerización LED (monoonda y polionda) en la resistencia compresiva de dos resinas convencionales y dos de incremento único. Los hallazgos sugieren que ambos tipos de materiales se comportan de manera similar; por lo tanto, el tipo de unidad de polimerización empleada no influyó significativamente en la resistencia de los especímenes evaluados.

Si bien la resistencia compresiva es solo una de las propiedades mecánicas de estos materiales, los resultados pueden estar afectados por factores interrelacionados, tales como la matriz orgánica, la profundidad de polimerización, el tiempo de fotopolimerizado y la longitud de onda (25, 29). En tal sentido, la matriz orgánica determina la capacidad del material para formar una red polimérica densa y resistente; por consiguiente, un mayor grado de conversión de los monómeros se traduce en una superior resistencia mecánica (29, 30). Esta conversión depende, a su vez, de la profundidad de polimerización: si la fuente de luz no penetra adecuadamente en las capas profundas, el material no queda polimerizado debidamente, lo que reduce su resistencia (30). Asimismo, el tiempo de fotopolimerización influye directamente en este proceso, ya que un tiempo insuficiente impide la dureza máxima, mientras que un exceso podría generar tensiones internas por contracción (23, 31). Sumado a lo anterior, la longitud de onda emitida debe coincidir con el pico de absorción del fotoiniciador para activar la reacción de manera eficiente. El control de estas variables es fundamental para asegurar una adecuada resistencia compresiva de las resinas compuestas (30, 31).

En contraste con los resultados obtenidos, Pradeep et al. (32) concluyeron que la resistencia compresiva de dos resinas de incremento único fotocuradas con una unidad de polimerización LED monoonda fue superior a la resistencia compresiva de una resina compuesta convencional. Esta discrepancia puede deberse a que las resinas empleadas presentan diferentes formulaciones con distintas cargas inorgánicas, lo cual confiere estabilidad mecánica a las resinas compuestas, por lo que es probable que las características intrínsecas de las resinas hayan tenido mayor impacto que el tipo de unidad de polimerización (27, 33).

Otro factor determinante es la composición química de las matrices orgánicas, específicamente en cuanto a la cantidad, el tamaño y la distribución de las partículas (26). Las resinas evaluadas poseen matrices basadas en monómeros como Bis-GMA o UDMA, que, al ser altamente reticulables, otorgan propiedades mecánicas superiores. Además, las resinas de incremento único utilizadas son de alta viscosidad, lo que mejora la estabilidad

estructural independientemente del tipo de luz empleada para su fotopolimerización (28, 33).

Asimismo, se observó que la longitud de onda emitida no impactó significativamente el grado de conversión (34). Esto podría deberse a la compatibilidad de los fotoiniciadores (como la canforquinona y los sistemas alternativos de co iniciadores RAP) con el espectro de emisión de ambas unidades. Por tanto, la combinación de una intensidad lumínica adecuada y la composición del material parece desempeñar un rol más crítico que el espectro específico de emisión (8, 34).

En esa misma línea, Nica et al. (35) compararon las propiedades físicas de diversas resinas compuestas, incluida la resistencia compresiva. Sus resultados indicaron que la resistencia de los materiales evaluados —dos convencionales y una de incremento único—, fotopolimerizadas con una unidad LED monoonda, no presentó variaciones significativas. Esta similitud podría atribuirse a que las resinas convencionales comparten tecnologías de fotoiniciadores basados en canforquinona, sensibles al rango de emisión de las unidades monoonda (440-480 nm), lo que favorece una activación adecuada (25, 26). Asimismo, algunas resinas de incremento único incorporan fotoiniciadores alternativos que amplían el espectro de sensibilidad, permitiendo una polimerización eficaz también con unidades polionda (21, 27). Respecto a la irradiancia, esta se mantuvo en niveles promedio adecuados (alrededor de 1000 mW/cm²), lo que garantiza un grado de conversión suficiente para la formación de la red polimérica con ambos tipos de lámparas (22). Como consecuencia de estos factores, los valores de resistencia compresiva fueron similares en ambos grupos, independientemente del tipo de unidad LED empleada (6).

A pesar de que la literatura reporta resultados divergentes, este estudio subraya la importancia de considerar variables adicionales al tipo de unidad de polimerización LED al determinar la resistencia compresiva de los materiales restauradores. Una de las limitaciones de esta investigación radica en su naturaleza *in vitro*, la cual impide reproducir íntegramente factores fisiológicos de la cavidad oral, como la humedad, los cambios de temperatura, el pH salival y las cargas masticatorias. Además, debido a que la resistencia compresiva es solo una de las múltiples propiedades mecánicas relevantes, la exclusión del análisis sobre la resistencia flexural, la dureza superficial, la contracción por polimerización o el grado de conversión monomérica restringe una interpretación integral del comportamiento clínico de los materiales evaluados.

A la luz de estos hallazgos, se sugiere que la elección de la unidad de polimerización LED se base en las necesidades específicas de cada caso clínico, dado que tanto las

unidades de polimerización LED monoonda como las polionda resultaron igualmente efectivas en términos de resistencia compresiva. No obstante, aunque no se hallaron diferencias entre las resinas convencionales y las de incremento único, es imperativo considerar que el desempeño final puede variar según las condiciones de aplicación y polimerización.

CONCLUSIONES

El tipo de unidad de polimerización LED no afectó la resistencia compresiva de las resinas compuestas convencionales ni de las de incremento único evaluadas. Este hallazgo indica que, bajo las condiciones experimentales empleadas, ambos tipos de resina compuesta exhiben un desempeño similar respecto a dicha propiedad mecánica. Sin embargo, es fundamental considerar factores adicionales al seleccionar una unidad de polimerización LED, tales como el fotoiniciador, la matriz orgánica (monómeros), el relleno inorgánico, entre otros.

Conflicto de intereses:

El autor declara no tener conflicto de intereses.

Financiamiento:

Autofinanciado.

Correspondencia:

Alonso Humberto Castilla Cabello

✉ alonso.castillacabello@gmail.com

REFERENCIAS

1. Bayrak GD, Yaman-Dosdogru E, Selvi-Kuvvetli S. The effect of two different light-curing units and curing times on bulk-fill restorative materials. *Polymers*. 2022;14(9):1885. doi:[10.3390/polym14091885](https://doi.org/10.3390/polym14091885)
2. Siagian JS, Dennis D, Ikhsan T, et al. Effect of different LED light-curing units on degree of conversion and microhardness of bulk-fill composite resin. *J Contemp Dent Pract*. 2020;21(6):615-20. doi:[10.5005/jp-journals-10024-2848](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2848)
3. Mauricio F, Medina J, Vilchez L, et al. Effects of different light-curing modes on the compressive strengths of nanohybrid resin-based composites: a comparative. *J Int Soc Prevent Communit Dent*. 2021;11(2):184-9. doi:[10.4103/jispcd.JISPCD_423_20](https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_423_20)
4. Fahim SE, Mostafa MA, Abi-Elhassan MH, et al. Clinical behaviour and marginal sealing of bulk-fill resin composite restorations using light amplified high-intensity LEDs curing: a randomized controlled clinical trial. *Open Access Maced J Med Sci*. 2019;7(8):1360-8. doi:[10.3889/oamjms.2019.216](https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.216)
5. Arbildo-Vega HI, Lapinska B, Panda S, et al. Clinical effectiveness of bulk-fill and conventional resin composite restorations: systematic review and meta-analysis. *Polymers*. 2020;12(8):1786. doi:[10.3390/polym12081786](https://doi.org/10.3390/polym12081786)
6. Nakhostin A, Panahandeh N, Toudeshky HH, et al. Assessment of creep and compressive strength: bulk-fill versus conventional composites. *BMC Oral Health*. 2025;25:579. doi:[10.1186/s12903-025-05769-x](https://doi.org/10.1186/s12903-025-05769-x)
7. Abuzinadah AJ, Merdad YM, Aldharrab RS, et al. Microhardness and compressive strength of bulk fill glass hybrid material and other direct restorative materials. *J Compos Sci*. 2024;8(12):508. doi:[10.3390/jcs8120508](https://doi.org/10.3390/jcs8120508)
8. Nurdeviyanti NN, Ernawati KL, Suadnyani NN. Differences in compressive strength between composite resins bulk-fill with bulk-fill fiber composite resin. *IJDS [Internet]*. 2023;1(1):29-47. Disponible en: <https://ijds-pdgipalembang.com/index.php/ijds/article/view/5>
9. André CB, Nima G, Sebold M, et al. Stability of the light output, oral cavity tip accessibility in posterior region and emission spectrum of light-curing units. *Oper Dent*. 2018;43(4):398-407. doi:[10.2341/17-033-I](https://doi.org/10.2341/17-033-I)
10. Al-Senan D, Al-Nahedh H. The effect of different light curing units and tip distances on translucency parameters of bulk fill materials. *Saudi Dent J*. 2022;34(5):362-8. doi:[10.1016/j.sdentj.2022.04.002](https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2022.04.002)
11. Rueggeberg F, Giannini M, Arrais CA, et al. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Braz Oral Res*. 2017;31(suppl 1):e61. doi:[10.1590/1807-3107bor-2017.vol31.0061](https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2017.vol31.0061)
12. Moreira RJ, de Deus RA, Ribeiro MT, et al. Effect of light-curing unit design and mouth opening on the polymerization of bulk-fill resin-based composite

- restorations in molars. *J Adhes Dent.* 2021;23(2):121-31. doi:[10.3290/j.jad.b1079561](https://doi.org/10.3290/j.jad.b1079561)
13. Balkaya H, Arslan S, Pala K. A randomized, prospective clinical study evaluating effectiveness of a bulk-fill composite resin, a conventional composite resin and a reinforced glass ionomer in class II cavities: one-year results. *J Appl Oral Sci.* 2019;27:e20180678. doi:[10.1590/1678-7757-2018-0678](https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0678)
 14. Cuevas-Suárez CE, Nakanishi L, Isolan CP, et al. Repair bond strength of bulk-fill resin composite: effect of different adhesiv protocols. *Dent Mater J.* 2020;39(2):236-41. doi:[10.4012/dmj.2018-291](https://doi.org/10.4012/dmj.2018-291)
 15. Rizzante FA, Duque JA, Duarte MA, et al. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dent Mater J.* 2019;38(3):403-10. doi:[10.4012/dmj.2018-063](https://doi.org/10.4012/dmj.2018-063)
 16. Dieckmann P, Mohn D, Zehnder M, et al. Light transmittance and polymerization of bulk-fill composite materials doped with bioactive micro-fillers. *Materials.* 2019;12(24):4087. doi:[10.3390/ma12244087](https://doi.org/10.3390/ma12244087)
 17. Duarte J, Costa A, Veríssimo C, et al. Interfacial stress and bond strength of bulk-fill or conventional composite resins to dentin in class ii restorations. *Braz Dent J.* 2020;31(5):532-9. doi:[10.1590/0103-6440202003338](https://doi.org/10.1590/0103-6440202003338)
 18. Dumur F. Recent advances in monocomponent visible light photoinitiating systems based on sulfonium salts. *Polymers.* 2023;15(21):4202. doi:[10.3390/polym15214202](https://doi.org/10.3390/polym15214202)
 19. Bal H, Yazicioğlu O, Erdilek A. [Absorption spectra of photoinitiators and the graphical analysis of their comparison: a review]. *Dent Sci.* 2023;9(2):84-91. doi:[10.21306/dishekimligi.1253297](https://doi.org/10.21306/dishekimligi.1253297) Turco.
 20. Almeida R, Manarte-Monteiro P, Domingues J, et al. High-power LED units currently available for dental resin-based materials-a review. *Polymers.* 2021;13(13):2165. doi:[10.3390/polym13132165](https://doi.org/10.3390/polym13132165)
 21. Thomaidis S, Kampouropoulos D, Antoniadou M, et al. Evaluation of the depth of cure by microhardness of bulk-fill composites with monowave and polywave LED Light-curing units. *Appl Sci.* 2024;14(24):11532. doi:[10.3390/app142411532](https://doi.org/10.3390/app142411532)
 22. Lempel E, Szebeni D, Őri Z, et al. The effect of high-irradiance rapid polymerization on degree of conversion, monomer elution, polymerization shrinkage and porosity of bulk-fill resin composites. *Dent Mater.* 2023;39(4):442-53. doi:[10.1016/j.dental.2023.03.016](https://doi.org/10.1016/j.dental.2023.03.016)
 23. Nascimento AS, Rodrigues JF, Torres RH, et al. Physicomechanical and thermal analysis of bulk-fill and conventional composites. *Braz Oral Res.* 2019;33:e008. doi:[10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0008](https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0008)
 24. Aminoroaya A, Neisiany RE, Khorasani SN, et al. A review of dental composites: challenges, chemistry aspects, filler influences, and future insights. *Compos Part B Eng.* 2021;216:108852. doi:[10.1016/j.compositesb.2021.108852](https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2021.108852)
 25. Leyva del Rio D, Johnston WM. Effect of monomer composition and filler fraction on surface microhardness and depth of cure of experimental resin composites. *Eur J Oral Sci.* 2023;131(3):e12933. doi:[10.1111/eos.12933](https://doi.org/10.1111/eos.12933)
 26. Odabasi D, Guler C, Kucukaslan D. Evaluation of the amount of residual monomer released from different flowable composite resins. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):244. doi:[10.1186/s12903-024-04005-2](https://doi.org/10.1186/s12903-024-04005-2)
 27. Dantagnan CA, Babajko S, Nassif A, et al. Analysis of resin-based dental materials' composition depending on their clinical applications. *Polymers.* 2024;16(8):1022. doi:[10.3390/polym16081022](https://doi.org/10.3390/polym16081022)
 28. Mahmoudi N, Tsoi JK, Burrow MF, et al. A comparative study on the mechanical and antibacterial properties of BPA-free dental resin composites. *Dent Mater.* 2024;40(8):e31-9. doi:[10.1016/j.dental.2024.06.024](https://doi.org/10.1016/j.dental.2024.06.024)
 29. Gan JK, Yap AU, Cheong JW, et al. Bulk-fill composites: effectiveness of cure with poly-and monowave curing lights and modes. *Oper Dent.* 2018;43(2):136-43. doi:[10.2341/16-304-1](https://doi.org/10.2341/16-304-1)
 30. Contreras SC, Jurema AL, Claudino ES, et al. Monowave and polywave light-curing of bulk-fill resin composites: degree of conversion and marginal adaptation following thermomechanical aging. *Biomater Investig Dent.* 2021;8(1):72-8. doi:[10.1080/026415275.2021.1937181](https://doi.org/10.1080/026415275.2021.1937181)
 31. Nascimento AS, Lima DB, Fook MV, et al. Physicomechanical characterization and biological evaluation of bulk-fill composite resin. *Braz Oral Res.* 2018;32:e107. doi:[10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0107](https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0107)
 32. Pradeep K, Ginjupalli K, Kuttappa MA, et al. In vitro comparison of compressive strength of bulk-fill composites and nanohybrid composite. *World J Dent.* 2016;7(3):119-22. doi:[10.5005/jp-journals-10015-1378](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-1378)
 33. Abdulmajeed AA, Donovan T, Cook R, et al. Effect of preheating and fatiguing on mechanical properties of bulk-fill and conventional composite resin. *Oper Dent.* 2020;45(4):387-95. doi:[10.2341/19-092-1](https://doi.org/10.2341/19-092-1)
 34. Tichy A, Bradna P. Applicability of exposure reciprocity law for fast polymerization of restorative composites containing various photoinitiating systems. *Oper Dent.* 2021;46(4):406-18. doi:[10.2341/20-112-1](https://doi.org/10.2341/20-112-1)
 35. Nica I, Iovan G, Stoleriu S, et al. Comparative study regarding the compressive strength of different composite resins used for direct restorations. *Mater Plast.* 2018;55(3):447-53. doi:[10.37358/MP.18.3.5049](https://doi.org/10.37358/MP.18.3.5049)