



Facultad de Ciencias de la Salud

**Tema:**

**Resistencia a la compresión de resinas bulk-fill en condiciones de carga controlada: un estudio experimental in vitro**

**Trabajo del Títulos para la obtención de Especialista en Operatoria Dental y Estética**

**Presentada por:**

Oscar Santiago Benalcázar Aguilar

**Tutora:**

María Gracia Ruiz

**Quito, mayo del 2026**

## **Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos**

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

### **Firma del estudiante**

Oscar Santiago Benalcázar Aguilar

1003941620

## Dedicatoria

A mi madre, mi pilar incondicional y la persona que ha estado presente en cada momento de mi vida con su amor, su fortaleza y su ejemplo silencioso. Cada logro que he alcanzado lleva su huella, porque fue ella quien me enseñó que los sueños se construyen con dedicación y con el corazón. Este logro es tuyo tanto como mío, y ninguna palabra será suficiente para expresar lo que significa haberlo alcanzado a tu lado.

A mi hermana, quien fue una parte fundamental de este camino académico. Su compañía, su apoyo constante y su presencia en los momentos más difíciles me dieron la energía necesaria para continuar cuando el camino se ponía cuesta arriba. Gracias por ser cómplice de este proceso y por creer en mí de una manera tan genuina.

A cada miembro de mi familia, por su confianza y por nunca dejar de alentar mis pasos. Saber que contaba con su respaldo fue un sostén silencioso pero poderoso que me acompañó a lo largo de toda esta etapa.

Y a mí mismo, por no rendirme. Por sostenerme en los momentos de miedo, por encontrar fortaleza cuando parecía no quedar ninguna, y por demostrarme que el sacrificio y la voluntad siempre encuentran su recompensa. Este camino estuvo lleno de obstáculos que me formaron, de noches largas que me templaron y de decisiones difíciles que me definieron.

Este logro no es solo una culminación académica, sino un tributo a la fortaleza, el amor y la fe que nos sostuvieron a lo largo de este trayecto. Con todo mi corazón, lo dedico a quienes siempre estuvieron y al hombre en que me he convertido.

## Índice

Resumen.....	6
Introducción .....	10
Materiales y Métodos.....	13
Resultados .....	17
Estadística descriptiva.....	17
Estadística inferencial .....	18
Discusión.....	20
Conclusiones .....	22
Referencias.....	24

## Índice de tablas

Tabla 1. Materiales evaluados: tipo, sistema de polimerización y fabricante ..... 14

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de resistencia a la compresión (MPa) por grupo experimental  
..... 17

## Índice de figuras

figura 1.....	18
figura 2.....	19

## Resistencia a la compresión de resinas bulk-fill en condiciones de carga controlada: un estudio experimental in vitro

Oscar Santiago Benalcázar Aguilar

[osbenalcazara@estudiantes.uhemisferios.edu.ec](mailto:osbenalcazara@estudiantes.uhemisferios.edu.ec)

### Resumen

**Objetivo:** Evaluar y comparar la resistencia a la compresión de tres resinas compuestas bulk-fill disponibles comercialmente: Tetric N-Power Fill (Ivoclar Vivadent), Tetric N-Flow Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) y Bulk Fill Up (Coltene). **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio experimental in vitro de diseño comparativo. Se confeccionaron 60 especímenes cilíndricos (5 mm de diámetro × 4 mm de altura), distribuidos en tres grupos (n = 20): Grupo A (Tetric N-Power Fill), Grupo B (Tetric N-Flow Bulk Fill) y Grupo C (Bulk Fill Up). Los especímenes fueron almacenados en agua destilada a 37 °C durante 24 horas. La resistencia a la compresión se evaluó mediante una máquina universal de ensayos con celda de carga de 5 kN y velocidad de 0.5 mm/min. Los datos se analizaron con pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk), homogeneidad de varianzas (Levene), ANOVA de una vía y test post hoc de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). **Resultados:** Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos [F(2,57) = 12.25;  $p < 0.001$ ]. Tetric N-Flow Bulk Fill presentó la mayor resistencia ( $181.1 \pm 25.7$  MPa), seguido de Tetric N-Power Fill ( $175.3 \pm 33.4$  MPa) y Bulk Fill Up ( $140.4 \pm 24.5$  MPa). Las diferencias fueron significativas entre Bulk Fill Up y los otros grupos ( $p < 0.001$ ). **Conclusiones:** Los resultados confirmaron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión entre los tres materiales evaluados. Tetric N-Flow Bulk Fill y Tetric N-Power Fill (Ivoclar Vivadent) superaron significativamente a Bulk Fill Up (Coltene), mientras que entre

ambas resinas Ivoclar no se identificaron diferencias significativas, evidenciando un rendimiento mecánico equivalente independientemente de su viscosidad. El sistema de polimerización constituye un factor determinante en la selección clínica de resinas bulk-fill para restauraciones posteriores..

**Palabras clave:** Resinas bulk-fill, resistencia a la compresión, polimerización, estudio in vitro.

## Abstract

**Objective:** To evaluate and compare the compressive strength of three commercially available bulk-fill composite resins: Tetric N-Power Fill (Ivoclar Vivadent), Tetric N-Flow Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), and Bulk Fill Up (Coltene). **Materials and methods:** A comparative experimental in vitro study was conducted. Sixty cylindrical specimens (5 mm diameter × 4 mm height) were fabricated and distributed into three groups (n = 20): Group A (Tetric N-Power Fill), Group B (Tetric N-Flow Bulk Fill), and Group C (Bulk Fill Up). Specimens were stored in distilled water at 37 °C for 24 hours. Compressive strength was assessed using a universal testing machine with a 5 kN load cell at a crosshead speed of 0.5 mm/min. Data were analyzed using normality (Shapiro-Wilk) and homogeneity of variance (Levene) tests, one-way ANOVA, and Tukey post hoc test ( $\alpha = 0.05$ ). **Results:** Statistically significant differences were observed among groups [ $F(2,57) = 12.25$ ;  $p < 0.001$ ]. Tetric N-Flow Bulk Fill showed the highest compressive strength ( $181.1 \pm 25.7$  MPa), followed by Tetric N-Power Fill ( $175.3 \pm 33.4$  MPa) and Bulk Fill Up ( $140.4 \pm 24.5$  MPa). Significant differences were found between Bulk Fill Up and the other groups ( $p < 0.001$ ). **Conclusions:** The results confirmed statistically significant differences in compressive strength among the three materials evaluated. Tetric N-Flow Bulk Fill and Tetric N-Power Fill (Ivoclar Vivadent) significantly outperformed Bulk Fill Up (Coltene), while no significant differences were identified between the two Ivoclar resins, demonstrating equivalent mechanical performance regardless of viscosity. The polymerization system represents a determining factor in the clinical selection of bulk-fill resins for posterior restorations.

**Keywords:** Bulk-fill composites, compressive strength, polymerization, in vitro study.

## Introducción

Las resinas compuestas se han consolidado como uno de los materiales restauradores más utilizados en la odontología contemporánea, debido a su capacidad de adhesión a la estructura dentaria, sus propiedades estéticas y su adecuado comportamiento mecánico. Estos materiales están constituidos por una matriz orgánica reforzada con partículas inorgánicas de relleno, unidas mediante agentes de acoplamiento, generalmente silanos (Anusavice et al., 2013). Con el propósito de optimizar su desempeño clínico, han experimentado modificaciones continuas en la matriz resinosa, en el tamaño y distribución de las partículas de relleno, así como en los sistemas fotoiniciadores empleados (Watts, 2023).

A pesar de estos avances, las resinas compuestas presentan limitaciones inherentes asociadas al proceso de polimerización, entre las que destacan la contracción volumétrica y la profundidad de curado restringida. Ferracane (2011) señala que el estrés generado durante este proceso no depende exclusivamente del porcentaje de contracción, sino también de las propiedades viscoelásticas del material durante la conversión, lo que implica que una menor contracción no garantiza necesariamente una reducción del estrés interno.

Para mitigar estos efectos, se ha recomendado la técnica incremental, que consiste en la colocación de capas de aproximadamente 2 mm de espesor (Acurio et al., 2017). Sin embargo, la aplicación de múltiples incrementos incrementa la complejidad del procedimiento clínico y puede favorecer la aparición de defectos interfaciales, como vacíos o discontinuidades, los cuales podrían derivar en sensibilidad postoperatoria, deterioro de las propiedades mecánicas y deflexión de las cúspides remanentes (Alrahlah et al., 2013; Sajnani & Hegde, 2016).

En respuesta a estas limitaciones, surgieron las resinas bulk-fill, diseñadas para aplicarse en incrementos de entre 4 y 5 mm. Su formulación incorpora sistemas fotoiniciadores más eficientes y una mayor translucidez, lo que facilita una penetración lumínica más profunda y un grado de conversión más homogéneo. Arbildo-Vega et al. (2020), en una revisión sistemática con metaanálisis, concluyeron que las resinas bulk-fill presentan un desempeño clínico comparable al de las resinas convencionales en restauraciones posteriores, respaldando así su uso en la práctica clínica actual (Benetti et al., 2015; Guney & Yazici, 2020).

El desempeño de estos materiales depende en gran medida de sus propiedades mecánicas, especialmente en restauraciones posteriores sometidas a elevadas cargas oclusales. En este sentido, Craig & Powers (2004) destacan que la resistencia a la compresión constituye una de las propiedades más relevantes para predecir el comportamiento clínico de los materiales restauradores, ya que refleja su capacidad para soportar cargas oclusales sin fractura. Esta propiedad adquiere particular importancia en cavidades con un alto factor de configuración cavitaria (factor C) o en preparaciones extensas y profundas (Boaro et al., 2019).

En el mercado odontológico actual coexisten distintos sistemas de resinas bulk-fill que difieren en composición, viscosidad y mecanismo de polimerización. Tetric N-Power Fill (Ivoclar Vivadent) es una resina de alta viscosidad cuyo fotoiniciador Ivocerin® (bis-acilgermanio), activo en el espectro de 390–445 nm (Kowalska et al., 2021). Por su parte, Tetric N-Flow Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) incorpora el mismo fotoiniciador en una formulación fluida, cuya menor viscosidad facilita la adaptación a las paredes cavitarias (Koc-Vural et al., 2017). En contraste, Bulk Fill Up (Coltene) combina la fotopolimerización con un mecanismo de activación química, lo que permite su uso en cavidades donde la penetración lumínica resulta limitada (Coltene, 2015).

A pesar del creciente uso clínico de las resinas bulk-fill, la literatura reporta resultados variables en relación con sus propiedades mecánicas, y existe un número limitado de estudios que comparen materiales con diferentes sistemas de polimerización bajo condiciones experimentales estandarizadas. En este sentido, resulta necesario generar evidencia que permita evaluar su comportamiento mecánico de manera controlada, aportando información relevante para la toma de decisiones clínicas.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar y comparar la resistencia a la compresión de tres resinas compuestas bulk-fill disponibles comercialmente: Tetric N-Power Fill (Ivoclar Vivadent), Tetric N-Flow Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) y Bulk Fill Up (Coltene), bajo condiciones experimentales controladas y siguiendo las especificaciones indicadas por los fabricantes.

## Materiales y Métodos

El presente estudio corresponde a un diseño experimental in vitro de tipo comparativo, en el que se evaluaron tres resinas compuestas bulk-fill, organizadas en tres grupos experimentales

El tamaño muestral se estableció en 60 especímenes ( $n = 20$  por grupo), determinado mediante un cálculo a priori y considerando estudios previos con metodologías comparables (Alkudhairy, 2017; Mofidi et al., 2021) y parámetros estadísticos que incluyeron una desviación estándar estimada de 25 MPa, una diferencia mínima detectable de 35 MPa, un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  y una potencia del 80%. Bajo estos criterios, el tamaño muestral se consideró adecuado para detectar diferencias clínicamente relevantes.

Los materiales evaluados correspondieron a tres resinas compuestas bulk-fill de uso clínico: Tetric N-Power Fill (Ivoclar Vivadent), Tetric N-Flow Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) y Bulk Fill Up (Coltene), organizadas en tres grupos experimentales (A, B y C). Las características principales de los materiales, incluyendo tipo y sistema de polimerización, se detallan en la Tabla 1. Todos los materiales fueron manipulados siguiendo estrictamente las indicaciones de sus respectivos fabricantes. Se registraron los números de lote y fechas de caducidad de cada material para garantizar la trazabilidad experimental.

**Tabla 1.**

*Materiales evaluados: tipo, sistema de polimerización y fabricante*

<b>Material</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sistema de polimerización</b>	<b>Fabricante</b>
Tetric N-Power Fill	Alta viscosidad	Fotopolimerizable (Ivocerin®)	Ivoclar Vivadent
Tetric N-Flow Bulk Fill	Fluida	Fotopolimerizable (Ivocerin®)	Ivoclar Vivadent
Bulk Fill Up	Fluida	Dual (foto + química)	Coltene

Los especímenes fueron confeccionados con geometría cilíndrica de 5 mm de diámetro y 4 mm de altura, dimensiones adoptadas en concordancia con los protocolos descritos en la literatura y las recomendaciones de los fabricantes para aplicaciones en incrementos de hasta 4 mm. El material fue colocado en moldes cilíndricos, cubierto con una tira de celuloide y una platina de vidrio, aplicando presión manual uniforme para obtener superficies planas y libres de irregularidades.

La fotopolimerización fue realizada por un único operador utilizando una unidad LED VALO Grand (Ultradent Products, South Jordan, USA), en modo estándar, con una irradiancia de 1000 mW/cm<sup>2</sup>, un rango de emisión de 385–515 nm y una lente de 12 mm de diámetro. La intensidad lumínica fue verificada previamente con un radiómetro digital, manteniendo la guía de luz en contacto directo con la superficie del material (Ultradent Products, 2019).

Una vez polimerizados, cada espécimen fue retirado cuidadosamente del molde y marcado individualmente con marcador indeleble para su identificación. Para eliminar irregularidades superficiales y los residuos propios de la capa inhibida por oxígeno, se llevó a cabo el acabado y pulido mediante el sistema de dos pasos Jota Spiral Kit 1921 (Jota AG, Rüthi, Suiza), iniciando con el espiral de granulometría gruesa y finalizando con el de granulometría fina, siguiendo las indicaciones del fabricante. Cada etapa tuvo una duración de 30 segundos, ejecutada con pieza de mano a 8.000 RPM, ejerciendo una presión táctil suave sin necesidad de pasta diamantada ni aditivos adicionales. Para evitar cualquier posibilidad de contaminación cruzada entre materiales y mantener condiciones homogéneas, se destinó un kit de pulido exclusivo para cada grupo experimental. Durante toda la manipulación, los especímenes fueron sostenidos con guantes de nitrilo y examinados bajo magnificación, verificando la uniformidad de la superficie obtenida en cada unidad (Koc-Vural et al., 2017).

Posteriormente, cada espécimen fue medido con un calibrador digital de precisión (0,01 mm), registrando su diámetro y altura. Solo se incluyeron en el estudio aquellos que se encontraban dentro del rango establecido ( $5 \pm 0,1$  mm de diámetro y  $4 \pm 0,1$  mm de altura), en concordancia con Alkhudhairy (2017).

Los especímenes fueron distribuidos por grupos en recipientes herméticos con agua destilada y almacenados en una estufa de incubación a  $37 \pm 1$  °C durante 24 horas previo al ensayo. Este procedimiento permite reproducir de forma controlada el entorno oral y facilita la comparabilidad entre estudios.

Los procedimientos experimentales se realizaron siguiendo los lineamientos generales de la norma ISO 4049:2019 para materiales restauradores de base resinosa. Para la evaluación de la

resistencia a la compresión, se consideraron además los criterios establecidos en la norma ASTM D695-15. La velocidad de carga se estableció en 0.5 mm/min, de acuerdo con protocolos previamente reportados (Alkhudhairy, 2017; Kowalska et al., 2021), garantizando condiciones de carga controladas y reproducibles (ASTM International, 2015).

La resistencia a la compresión fue evaluada mediante una máquina universal de ensayos (Muver), equipada con una celda de carga de 5 kN y platinas de acero inoxidable paralelas. Cada espécimen fue posicionado de forma centrada entre ambas platinas para asegurar una distribución uniforme de la carga y evitando excentricidades. La carga fue aplicada a una velocidad de avance constante de 0.5 mm/min hasta la fractura. Todos los ensayos se realizaron bajo condiciones ambientales controladas de  $23 \pm 1$  °C y  $50 \pm 10$  % de humedad relativa.

La resistencia a la compresión se calculó en megapascales (MPa) mediante la ecuación:

$$RC \text{ (MPa)} = F \text{ (N)} / A \text{ (mm}^2\text{)}$$

donde F corresponde a la carga de fractura y A al área de la sección transversal del espécimen.

Los datos fueron registrados en hojas de cálculo y analizados mediante el software R (versión 4.3.1). Se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Tras verificar el cumplimiento de los supuestos paramétricos, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, seguido de comparaciones múltiples mediante la prueba post hoc de Tukey HSD, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ .

## Resultados

Se analizaron 60 especímenes cilíndricos ( $n = 20$  por grupo), sin pérdidas muestrales. Todos los especímenes presentaron dimensiones estandarizadas de 5 mm de diámetro y 4 mm de altura.

### Estadística descriptiva

Los valores descriptivos de resistencia a la compresión por grupo se presentan en la Tabla 2. El Grupo B (Tetric N-Flow Bulk Fill) presentó la mayor media de resistencia (181,1 MPa), seguido del Grupo A (Tetric N-Power Fill: 175,3 MPa) y del Grupo C (Bulk Fill Up: 140,4 MPa).

**Tabla 2.**

*Estadísticos descriptivos de resistencia a la compresión (MPa) por grupo experimental*

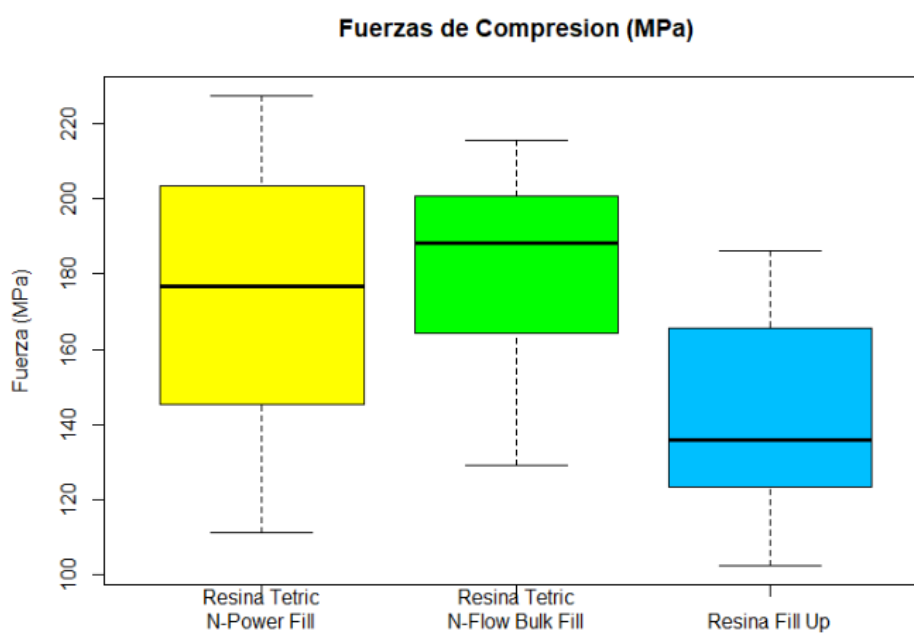
Grupo / Material	Media (MPa)	DE (MPa)	Mín (MPa)	Máx (MPa)	n
A - Tetric N-Power Fill (Ivoclar Vivadent)	175,3	33,4	111,4	227,4	20
B - Tetric N-Flow Bulk Fill (Ivoclar Vivadent)	181,1	25,7	129,1	215,6	20
C - Bulk Fill Up (Coltene)	140,4	24,5	102,5	186,2	20

DE: Desviación estándar; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; n: número de especímenes por grupo.

La distribución de los datos por grupo se presenta en la Figura 1.

**figura 1.**

*Diagrama de caja y bigotes de la resistencia a la compresión (MPa) por grupo experimental. Grupo A: Tetric N-Power Fill; Grupo B: Tetric N-Flow Bulk Fill; Grupo C: Bulk Fill*



### Estadística inferencial

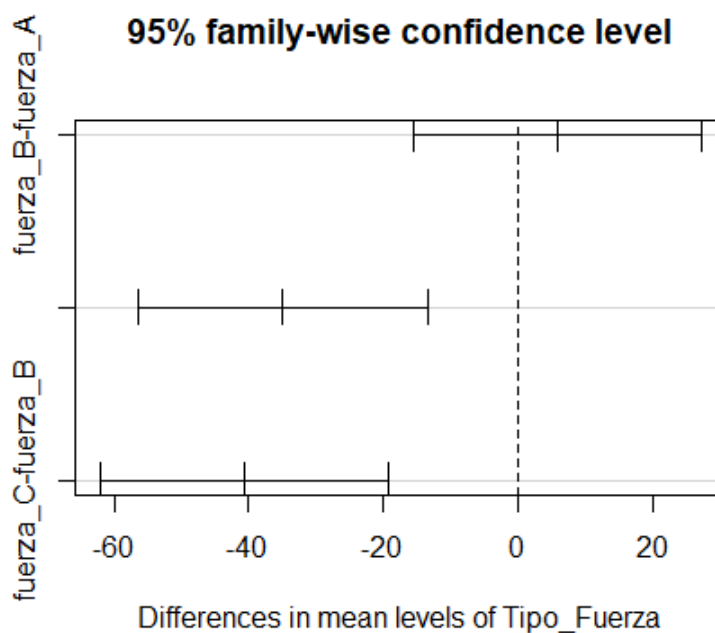
La prueba de Shapiro-Wilk confirmó la distribución normal de los datos en los tres grupos (Grupo A:  $W = 0,942$ ;  $p = 0,3565$ ; Grupo B:  $W = 0,939$ ;  $p = 0,2939$ ; Grupo C:  $W = 0,943$ ;  $p = 0,3713$ ). La prueba de Levene evidenció homogeneidad de varianzas entre los grupos ( $F = 1,27$ ;  $p = 0,2898$ ).

En función del cumplimiento de los supuestos paramétricos, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, que mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos [ $F(2, 57) = 12,25$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2 = 0,301$ ], lo que indica un tamaño del efecto grande.

El análisis post hoc de Tukey HSD evidenció diferencias significativas entre el Grupo C y los Grupos A y B (C vs. A:  $p = 0,0007$ ; C vs. B:  $p < 0,001$ ), mientras que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los Grupos A y B ( $p = 0,791$ ). Estos resultados se ilustran en la Figura 2.

**figura 2.**

*Comparaciones múltiples mediante la prueba de Tukey HSD (nivel de confianza familiar: 95%).*



## Discusión

Los resultados obtenidos para las resinas de Ivoclar, 175,3 MPa en el caso de Tetric N-Power Fill y 181,1 MPa para Tetric N-Flow Bulk Fill, muestran una correspondencia razonable con los 192,89 MPa documentados para Tetric N-Ceram Bulk Fill en investigaciones anteriores que compararon resinas bulk-fill con nanocompuestos (Kowalska et al., 2021). Este paralelismo permite sostener que las distintas generaciones de formulaciones de Ivoclar tienden a conservar un rango de resistencia compresiva relativamente estable. No obstante, compuestos con mayor proporción de relleno inorgánico, como Filtek Z350 XT, superaron los 262 MPa en ese mismo estudio, lo que pone de manifiesto que la densidad y la naturaleza del relleno actúan como moduladores adicionales del desempeño compresivo, independientemente del sistema fotoiniciador empleado.

En cuanto a Bulk Fill Up, los 140,4 MPa obtenidos en este trabajo se ubican por encima de los 110,42 MPa reportados para resinas bulk-fill fluidas medidas a las 24 horas del curado (Mofidi et al., 2021). Güler et al. (2023) han relacionado este tipo de diferencias con una maduración incompleta del componente autopolimerizable durante ese periodo inicial, planteamiento que cobra sentido al observar que esos mismos materiales fluidos alcanzaron 172,87 MPa al mes de evaluación. Desde esta perspectiva, no puede descartarse que la resistencia de Bulk Fill Up continúe incrementándose con el tiempo conforme avanza la polimerización química, aspecto que merecería ser explorado en estudios de seguimiento a mayor plazo.

La ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre Tetric N-Power Fill y Tetric N-Flow Bulk Fill resulta coherente con lo planteado por Kowalska et al. (2021), quienes señalaron que el tipo de fotoiniciador constituye el factor de mayor influencia sobre las propiedades mecánicas de las resinas bulk-fill, por encima de variables como la viscosidad o la proporción de relleno. Desde el punto de vista clínico, esta equivalencia resulta relevante, ya que otorga al profesional la posibilidad de elegir entre ambas formulaciones atendiendo únicamente a las características morfológicas de la cavidad, sin que ello implique una diferencia en el rendimiento mecánico esperado de la restauración.

En términos generales, los tres materiales evaluados mostraron valores de resistencia a la compresión que se encuadran dentro del rango descrito en la literatura científica para resinas bulk-fill, aunque sin alcanzar los niveles de los composites nanohíbridos convencionales de alta densidad de relleno, cuya resistencia supera los 260 MPa. Esta diferencia no debe considerarse una desventaja determinante, ya que las resinas bulk-fill fueron formuladas con el propósito de conjugar una adecuada profundidad de curado, una menor generación de estrés de contracción y propiedades mecánicas suficientes para afrontar las demandas funcionales del sector posterior (Guney & Yazici, 2020; Benetti et al., 2015).

Finalmente, los hallazgos de cualquier estudio in vitro deben interpretarse con la cautela que impone la naturaleza del modelo experimental, dado que reproducir en el laboratorio la totalidad de los factores que operan en el entorno oral resulta una tarea inherentemente limitada. Variables como las cargas masticatorias repetidas, los ciclos térmicos, la presencia de saliva y la humedad constante quedan fuera del control experimental y podrían modificar el comportamiento del material en condiciones reales de uso. Asimismo, aspectos mecánicos relevantes para la longevidad clínica de las restauraciones, como la resistencia al desgaste, la

dureza superficial o la fatiga por carga cíclica, no fueron evaluados en este estudio y representan líneas de investigación futuras.

Los resultados obtenidos sugieren que los materiales con fotoiniciadores de alta eficiencia podrían ofrecer un mejor desempeño en restauraciones sometidas a cargas oclusales elevadas. Estos hallazgos pueden orientar al clínico en la selección de materiales restauradores para el sector posterior, priorizando aquellos con sistemas fotoiniciadores de mayor eficiencia cuando el caso clínico requiera un mayor rendimiento mecánico (Szczesio-Wlodarczyk et al., 2025; Van Ende et al., 2014).

### **Conclusiones**

Los resultados confirmaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión entre los tres materiales evaluados, lo que llevó al rechazo de la hipótesis nula planteada inicialmente.

Tetric N-Flow Bulk Fill y Tetric N-Power Fill (Ivoclar Vivadent) superaron de forma significativa a Bulk Fill Up (Coltene) en cuanto a resistencia a la compresión, posicionándose como los materiales con mejor desempeño mecánico dentro de los grupos estudiados.

El comportamiento entre ambas resinas Ivoclar Vivadent resultó estadísticamente comparable, sin que se identificaran diferencias significativas entre ellas, lo que apunta a un rendimiento mecánico equivalente independientemente de su viscosidad.

El sistema de polimerización del material es un factor que el clínico debería tener en cuenta al momento de elegir una resina bulk-fill, dado que incide directamente sobre su

resistencia a la compresión y, en consecuencia, sobre su capacidad para responder a las exigencias mecánicas de las restauraciones posteriores.

## Referencias

- Alkudhairy, F. I. (2017). The effect of curing intensity on mechanical properties of different bulk-fill composite resins. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 9, 1–6. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S113851>
- Alrahlah, A., Silikas, N., & Watts, D. C. (2013). Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin composites. *Dental Materials*, 30(2), 149–154. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.10.011>
- Balkaya, H., Arslan, S., & Pala, K. (2019). A randomized, prospective clinical study evaluating effectiveness of different adhesive strategies on two bulk-fill composites at 2 years. *Journal of Adhesive Dentistry*, 21(4), 347–358. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43047>
- Benetti, A. R., Havndrup-Pedersen, C., Honoré, D., Pedersen, M. K., & Pallesen, U. (2015). Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Operative Dentistry*, 40(2), 190–200. <https://doi.org/10.2341/13-324-L>
- Coltene/Whaledent AG. (2015). Fill-Up!: Dual-cure bulk-fill composite. Technical product information. Coltene.
- Flury, S., Hayoz, S., Peutzfeldt, A., Hüsler, J., & Lussi, A. (2012). Depth of cure of resin composites: Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dental Materials*, 28(5), 521–528. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.02.002>

- Güler, M. S., Yilmaz, B., & Güler, Ç. (2023). Depth of cure, mechanical properties and morphology of dual-cure bulk-fill composites. *Journal of Oral Science*, 65(1), 72–77.  
<https://doi.org/10.2334/josnusd.22-0248>
- Guney, T., & Yazici, A. R. (2020). 24-month clinical evaluation of different bulk-fill restorative resins in class II restorations. *Operative Dentistry*, 45(2), 123–133.  
<https://doi.org/10.2341/18-200-C>
- Koc-Vural, U., Baltacioglu, I., & Altinci, P. (2017). Influence of polishing time intervals on the color stability of a bulk-fill composite resin. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 42(4), 277–283. <https://doi.org/10.5395/rde.2017.42.4.277>
- Kowalska, A., Sokolowski, J., & Bociog, K. (2021). The photoinitiators used in resin-based dental composite — A review and future perspectives. *Polymers*, 13(3), 470.  
<https://doi.org/10.3390/polym13030470>
- Mofidi, M., Zanguei, E., Shadman, N., & Salehi, H. (2021). Compressive strength of bulk-fill and conventional nano-hybrid composite resins: An in vitro study. *Journal of Dental School*, 38(3), 110–114. <https://doi.org/10.22037/jds.v38i3.33780>
- Rueggeberg, F. A. (2011). State-of-the-art: Dental photocuring — A review. *Dental Materials*, 27(1), 39–52. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.021>
- Sajnani, A. K., & Hegde, M. N. (2016). Leaching of monomers from bulk-fill composites: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 19(6), 482–486.  
<https://doi.org/10.4103/0972-0707.194016>

- Szczesio-Wlodarczyk, A., Fronczek, M., Ranoszek-Soliwoda, K., Sokolowski, J., & Bociong, K. (2025). Comparative in vitro analysis of mechanical properties in three high-viscosity bulk-fill composite resins. *Journal of Composites Science*, 9(11), 623. <https://doi.org/10.3390/jcs9110623>
- Van Ende, A., De Munck, J., Liseaux, J. P., Smet, P. F., & Van Meerbeek, B. (2014). New curing conditions to extend the bulk-filling potential of dental composites. *Dental Materials*, 30(10), 1042–1049. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.06.006>
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2013). *Phillips. Ciencia de los materiales dentales* (12.<sup>a</sup> ed.). Elsevier.
- Craig, R. G., & Powers, J. M. (2004). *Materiales de restauración dental* (11.<sup>a</sup> ed.). Elsevier Mosby.
- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite—State of the art. *Dental Materials*, 27(1), 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>
- Ultradent Products, Inc. (2019). VALO Grand LED curing light: Instructions for use. Ultradent Products. <https://www.ultradent.com/products/categories/equipment/curing-lights/valo-grand>
- Ivoclar Vivadent. (2023). Tetric N-Power Fill: Instructions for use. Ivoclar Vivadent. <https://www.ivoclar.com>
- Ivoclar Vivadent. (2023). Tetric N-Flow Bulk Fill: Instructions for use. Ivoclar Vivadent. <https://www.ivoclar.com>
- Coltene. (2015). Fill-Up!: Instructions for use. Coltene Group. <https://www.coltene.com>