

**RESISTENCIA COMPRESIVA DE RESINAS COMPUESTA
NANOHÍBRIDAS, ZAFIRA LIGHT CURING COMPOSITE®, 3M™ FILTEK™ Z250
XT® Y TETRIC N CERAM®**

AUTORES

MONTOYA MUÑOZ LEIDY MARYAN
RESTREPO MONTOYA JUAN FERNANDO

**COLEGIO ODONTOLÓGICO
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
POSGRADO DE REHABILITACIÓN ORAL
SANTIAGO DE CALI
JUNIO DE 2025**



**RESISTENCIA COMPRESIVA DE RESINAS COMPUESTA
NANOHÍBRIDAS, ZAFIRA LIGHT CURING COMPOSITE®, 3M™ FILTEK™ Z250
XT® Y TETRIC N CERAM ®**

AUTORES

MONTOYA MUÑOZ LEIDY MARYAN
RESTREPO MONTOYA JUAN FERNANDO

DIRECTOR

DRA. JULIANA ZULUAGA
ESPECIALISTA EN BIOMATERIALES Y ESTÉTICA DENTAL

CODIRECTORA

DRA. ALEJANDRA ORDOÑEZ MOLINA
MAGÍSTER EN EPIDEMIOLOGIA

ASESOR ESTADÍSTICO

DR. JULIÁN TAMAYO
MAESTRIA EN LOGÍSTICA INTEGRAL

**COLEGIO ODONTOLÓGICO
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
ESPECIALIZACIÓN REHABILITACIÓN ORAL**

**RESISTENCIA COMPRESIVA DE RESINAS COMPUESTA
NANOHÍBRIDAS, ZAFIRA LIGHT CURING COMPOSITE®, 3M™ FILTEK™ Z250
XT® Y TETRIC N CERAM®**

**COMPRESSIVE STRENGTH OF NANOHYBRID COMPOSITE RESINS, ZAFIRA
LIGHT CURING COMPOSITE®, 3M™ FILTEK™ Z250 XT® AND TETRIC N
CERAM®**

**Leidy Maryan Montoya Muñoz ¹, Juan Fernando Restrepo Montoya¹,
Alejandra Ordoñez Molina ², Julián Tamayo³, Juliana Zuluaga⁴**

1. Odontólogos residentes de rehabilitación oral Institución universitaria colegios de Colombia.
2. Magister en epidemiología.
3. Maestría en Logística Integral.
4. Especialista en biomateriales y estética dental.

RESISTENCIA COMPRESIVA DE RESINAS COMPUESTA NANOHÍBRIDAS, ZAFIRA LIGHT CURING COMPOSITE®, 3M™ FILTEK™ Z250 XT® Y TETRIC N CERAM®

Resumen

Introducción: Las resinas compuestas nanohíbridas son materiales esenciales en odontología restauradora, combinando propiedades estéticas y mecánicas. Este estudio evaluó la resistencia compresiva de tres resinas nanohíbridas: Zafira Light Curing Composite® (New Stetic), 3M™ Filtek™ Z250 XT® (Solventum) y Tetric N-Ceram® (Ivoclar Vivadent), con el objetivo de comparar su desempeño bajo cargas similares a las fuerzas masticatorias. La resistencia compresiva es un parámetro crítico para restauraciones posteriores, donde las cargas oclusales son mayores. Aunque existen estudios sobre resinas como 3M™ Filtek™ Z250 XT® y Tetric N-Ceram®, la literatura sobre Zafira Light Curing Composite® es limitada, lo que justifica esta investigación. **Metodología:** Se realizó un estudio experimental *in vitro* con 39 cilindros de resina (13 por grupo), fabricados según la norma ISO 3597-3:2003 (4 mm × 10 mm). Los especímenes se fotopolimerizaron en capas de 2 mm con lámpara Poliwave O-Light II (Woodpecker) (1000 - 1200 mW/cm²) y se almacenaron en solución salina a 37°C durante 48 horas. La resistencia compresiva se midió con una máquina universal Tinius Olsen H50-KS, registrando fuerza máxima (N), esfuerzo (MPa), extensión (mm) y deformación (%). Los datos se analizaron con ANOVA ($p > 0.05$). **Resultados:** Tetric N Ceram® mostró la mayor resistencia compresiva (2054.33 N; 163.5 MPa), seguida de 3M™ Filtek™ Z250 XT® (1681.52 N; 133.41 MPa) y Zafira Light Curing Composite® (1640.46 N; 130.52 MPa). Tetric N-Ceram® presentó mayor deformación (19.2%) y extensión (1.92 mm), indicando alta capacidad de absorción de energía. Zafira Light Curing Composite® exhibió menor variabilidad en los resultados, sugiriendo un comportamiento más predecible. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p > 0.05$). **Conclusiones:** Tetric N Ceram® es ideal para restauraciones posteriores por su alta resistencia y deformación. Zafira Light Curing Composite® ofrece un desempeño predecible y costo accesible, siendo una

opción prometedora en el mercado. Se recomiendan estudios adicionales para evaluar el envejecimiento acelerado y sobre estructura dental.

Palabras clave:

Resinas compuestas nanohíbridas, resistencia compresiva, Tetric N-Ceram, Zafira Light Curing Composite®, 3M™ Filtek™ Z250 XT®, odontología restauradora, propiedades mecánicas, estudio *in vitro*.

COMPRESSIVE STRENGTH OF NANOHYBRID COMPOSITE RESINS, ZAFIRA LIGHT CURING COMPOSITE®, 3M™ FILTEK™ Z250 XT® AND TETRIC N CERAM®

Abstract

Introduction: Nanohybrid composite resins are essential materials in restorative dentistry, combining aesthetic and mechanical properties. This study evaluated the compressive strength of three nanohybrid resins: Zafira Light Curing Composite® (New Stetic), 3M™ Filtek™ Z250 XT® and Tetric N-Ceram® (Ivoclar Vivadent), with the aim of comparing their performance under loads similar to masticatory forces. Compressive strength is a critical parameter for posterior restorations, where occlusal loads are higher. Although there are studies on resins such as 3M™ Filtek™ Z250 XT® and Tetric N-Ceram®, the literature on Zafira Light Curing Composite® is limited, justifying this investigation. **Methodology:** An in vitro experimental study was performed with 39 resin cylinders (13 per group), manufactured according to ISO 3597-3:2003 (4 mm × 10 mm). The specimens were photopolymerized in 2 mm layers with an LED lamp (1000 - 1200 mW/cm²) and stored in saline solution at 37°C for 48 hours. Compressive strength was measured using a Tinius Olsen H50-KS universal machine, recording maximum force (N), stress (MPa), extension (mm), and strain (%). Data were analyzed using ANOVA ($p > 0.05$). **Results:** Tetric N-Ceram® showed the highest compressive strength (2054.33 N; 163.5 MPa), followed by 3M™ Filtek™ Z250 XT® (1681.52 N; 133.41 MPa) and Zafira Light Curing Composite® (1640.46 N; 130.52 MPa). Tetric N-Ceram® showed the highest strain (19.2%) and extension (1.92 mm), indicating high energy absorption capacity. Zafira Light Curing

Composite® exhibited less variability in results, suggesting a more predictable behavior. There were no statistically significant differences between groups ($p > 0.05$). **Conclusions:** Tetric N-Ceram® is ideal for posterior restorations due to its high strength and deformation. Zafira Light Curing Composite® offers predictable performance and an affordable cost, being a promising option in the Colombian market. Additional studies are recommended to evaluate accelerated aging and on tooth structure.

Keywords

Nanohybrid composite resins, compressive strength, Tetric N-Ceram®, Zafira Light Curing Composite®, 3M™ Filtek™ Z250 XT®, restorative dentistry, mechanical properties, in vitro study.

Introducción

Los materiales de resina compuesta dental constituyen un pilar fundamental en la odontología restauradora contemporánea. Su extendido uso subraya la necesidad de una comprensión exhaustiva de sus propiedades mecánicas, entre las cuales la resistencia compresiva desempeña un papel crítico al determinar su capacidad para soportar las fuerzas masticatorias. La evolución de estos materiales ha dado lugar a diversas clasificaciones basadas en el tamaño y la composición de las partículas de relleno. Las resinas nanohíbridas han emergido como materiales versátiles que combinan propiedades estéticas y funcionales (1). Su estructura dual, compuesta por una matriz orgánica reforzada con partículas inorgánicas de tamaño nanométrico y micrométrico, les confiere una resistencia mecánica superior, acercándose a las características de los tejidos dentales naturales (2-4).

Sin embargo, su desempeño bajo cargas compresivas, especialmente en zonas posteriores sometidas a fuerzas masticatorias intensas hasta 1.200N (5,6), sigue siendo un factor clave para la selección clínica. Aunque existen estudios exhaustivos sobre resinas como Filtek™ Z250 XT y Tetric N-Ceram®, la resistencia compresiva de Zafira Light Curing Composite® una resina nanohíbrida desarrollada en Colombia con tecnología de partículas bimodales (40 nm–2.0 µm) y un 78–79% de carga inorgánica no ha sido validada independientemente. Esta brecha es relevante, ya que el fabricante reporta valores superiores a 150 Mpa (7), pero sin evidencia publicada que los respalde frente a estándares internacionales como la norma ISO 3597-3:2003.

La tensión compresiva surge cuando dos fuerzas opuestas y colineales actúan para acortar un cuerpo, tendiendo a aplastarlo. Esta acción genera una deformación por compresión. La máxima tensión que un material puede soportar antes de fallar bajo esta fuerza se conoce como resistencia compresiva.(8)

Antecedentes previos destacan que la resistencia compresiva está influenciada por la cantidad y las dimensiones de las partículas de relleno que contiene. En particular, se ha observado que partículas de menor tamaño tienden a mejorar dichas propiedades, incluyendo la resistencia a la compresión (8,9).

Investigaciones previas realizadas por Banava s, et al en el año 2008 (10), establecieron que la resistencia de los materiales resinosos está directamente relacionada con la cantidad de relleno inorgánico y el tamaño de las partículas que lo componen. No obstante, la ausencia de datos sobre Zafira Light Curing Composite® permite generar hipótesis sobre el rendimiento clínico de la resina.

Según los estudios, la resina 3M™ Filtek™ Z250 XT® presentó una resistencia compresiva de 231,1 MPa en la investigación de Huayhua en el año 2013 (11), Acurio en 2017 reporta un valor de la misma resina de 295,4 Mpa (5); mientras que la Tetric N Ceram® alcanzó 305,69 MPa en el estudio de Romani en 2022 (3), valores significativamente inferiores a los reportados por sus fabricantes: 385 MPa para 3M™ Filtek™ Z250 XT® según Solventum (12) y 371,82 MPa para Tetric N Ceram® según Ivoclar vivadent(13). Esta discrepancia podría atribuirse a diferencias metodológicas, como condiciones de polimerización o preparación de muestras. Además, Baldión et al en el año 2011 resaltan que las propiedades mecánicas dependen críticamente del tamaño y distribución de las partículas de relleno (14): la Tetric N Ceram® utiliza partículas entre 0,04 – 3 μm , lo que favorece una mejor interacción matriz-relleno y mayor resistencia, mientras que la 3M™ Filtek™ Z250 XT®, con un tamaño promedio de 0,02 μm (partículas más pequeñas y homogéneas); que podrían generar una menor capacidad de soporte estructural ante fuerzas compresivas, a pesar de su diseño nanohíbrido. Estos datos son relevantes si se compara con la resina Zafira Light Curing Composite® la cual se reporta que en su fabricación contiene partículas de tamaño entre 0.04 - 2.0 μm , pero no se encuentran datos comparativos de su resistencia compresiva, más allá de la reportada por New Stetic (> 150 Mpa)(7). Estos factores explicarían no solo las diferencias entre resinas, sino también la brecha entre los resultados experimentales y los valores teóricos del fabricante.

Este estudio *in vitro* comparó la resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida Zafira Light Curing Composite® (New Stetic) con las resinas nanohíbridas 3M™ Filtek™ Z250 XT® (Solventum) y Tetric N Ceram® (Ivoclar Vivadent) mediante ensayos estandarizados (ISO 3597-3:2003). El objetivo fue evaluar sus diferencias en resistencia compresiva.

Métodos (Materiales y métodos)

El estudio se realizó con una población de 39 cilindros de resina compuesta nanohíbrida, distribuidos equitativamente en tres grupos (13 por grupo) según la marca comercial: Zafira Light Curing Composite® (New Stetic), 3M™ Filtek™ Z250 XT® (Solventum) y Tetric N Ceram® (Ivoclar Vivadent) como se puede evidenciar en la imagen 1. Los criterios de inclusión exigieron cilindros con dimensiones estandarizadas (4 mm de diámetro × 10 mm de altura), superficies planas y ausencia de defectos como burbujas o fisuras, verificados mediante inspección visual con lupa (Bioart) 3.5X. Se excluyeron especímenes con irregularidades dimensionales o imperfecciones que pudieran afectar los resultados. El tamaño muestral se calculó mediante la fórmula para comparación de medias independientes, considerando una desviación estándar de 72.85 MPa basada en el estudio de Kanashiro en el año 2016, (15). Un margen de error del 2% ($\alpha = 0.02$) y una potencia del 90% ($\beta = 0.10$), obteniendo un mínimo de 39 cilindros (13 por grupo).

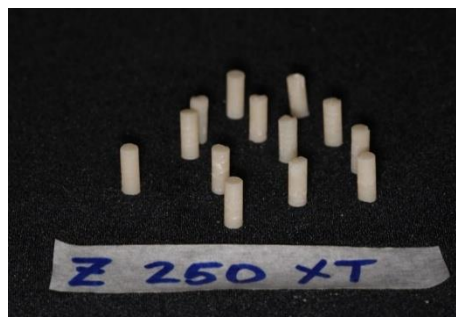
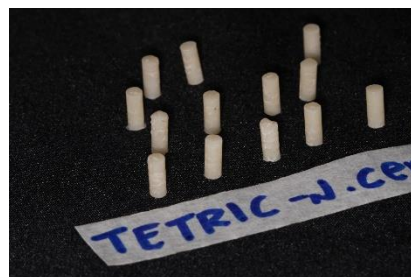


Imagen 1. Cuerpos de muestra por marcas de

Los moldes para los especímenes se diseñaron digitalmente (MeshMixer®) y se fabricaron en PMMA mediante fresado CNC, calibrados con pie de rey digital (precisión ± 0.01 mm) como se puede observar en la imagen 2. Cada cilindro se elaboró mediante estratificación incremental (5 capas de 2 mm), fotopolimerizadas con lámpara LED O-Light II® (Woodpecker) (1000 - 1200 mW/cm², 20 segundos por capa). Para simular condiciones bucales, los cilindros se almacenaron en solución salina isotónica (NaCl 0.9%) a 37°C durante 48 horas. La resistencia compresiva se midió con una máquina universal Tinius Olsen H50-KS (imagen 3), siguiendo la norma ISO 3597-3:2003 aplicando carga axial a 1 mm/min hasta fractura. Las variables analizadas incluyeron fuerza máxima (N), esfuerzo (MPa), extensión (mm) y deformación (%), registradas automáticamente por el software del equipo.

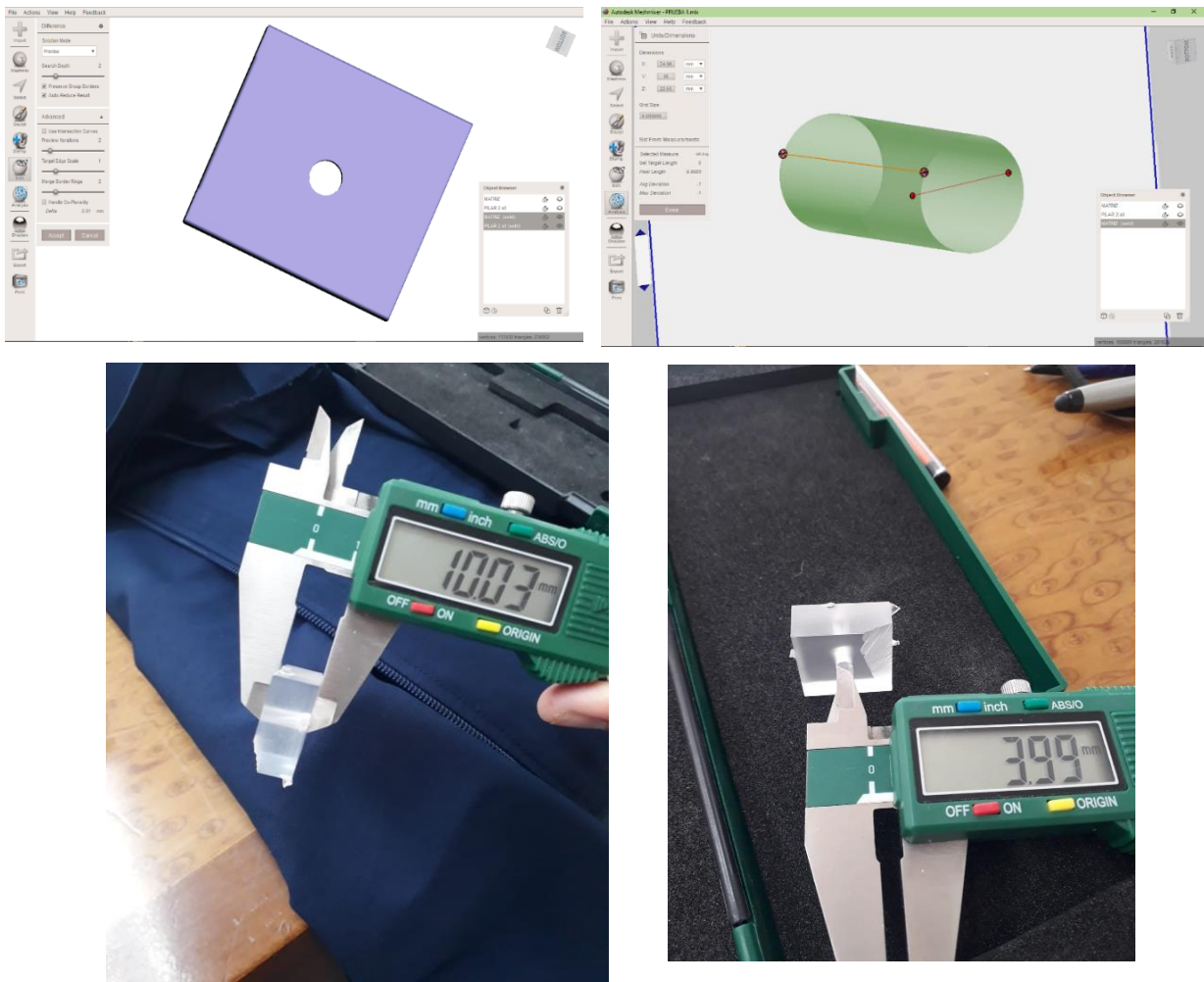


Imagen 2. Diseño de molde para cuerpos de prueba y calibración.



Imagen 3. máquina universal Tinius Olsen H50-KS



Imagen 4. Cuerpo de muestra sometido a carga.

El análisis estadístico inició con pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk). Al confirmar distribución paramétrica, se aplicó ANOVA unidireccional para comparar medias entre grupos, complementado con pruebas post hoc de Tukey para identificar diferencias específicas. El nivel de significancia se estableció en $p < 0.05$. Las variables se operacionalizaron así: fuerza máxima (carga axial en fractura), esfuerzo (fuerza/área transversal), extensión (desplazamiento hasta fractura) y deformación (cambio porcentual en longitud).

Éticamente, el estudio cumplió con las normas ISO 3597-3:2003 y 4049:2019, evitando conflicto de intereses al adquirir materiales directamente de los fabricantes sin financiamiento externo. El protocolo fue aprobado por el comité institucional de Unicoc, garantizando transparencia en la publicación de resultados y acceso controlado a datos brutos. Los especímenes descartados se eliminaron según estándares de bioseguridad, minimizando impacto ambiental.

Resultados

La población en estudio se compuso de cilindros elaborados con las resinas: Zafira Light Curing Composite® (New Stetic), una resina compuesta fotopolimerizable que incorpora la tecnología Nano Smart Position. Esta tecnología de distribución

inteligente de nanopartículas de sílice mejora la resistencia y la estética del material. Las pruebas realizadas buscan evaluar la resistencia compresiva, la capacidad de extensión y la deformación total de esta resina y compararla con otras resinas compuestas nanohíbridas: Tetric N Ceram® (Ivoclar vivadent) y 3M™ Filtek™ Z250 XT® (Solventum). Fueron evaluados 13 especímenes por cada resina compuesta nanohibrida para un total de 39 cilindros.

Inicialmente se obtuvieron resultados individuales para cada cuerpo de muestra por cada una de las resinas consideradas en el estudio, Se evidenciaron variaciones en el comportamiento de los especímenes al ser sometidos a carga compresiva, se evidencian graficas a continuación de esfuerzo vs deformación para cada grupo de resinas compuestas.

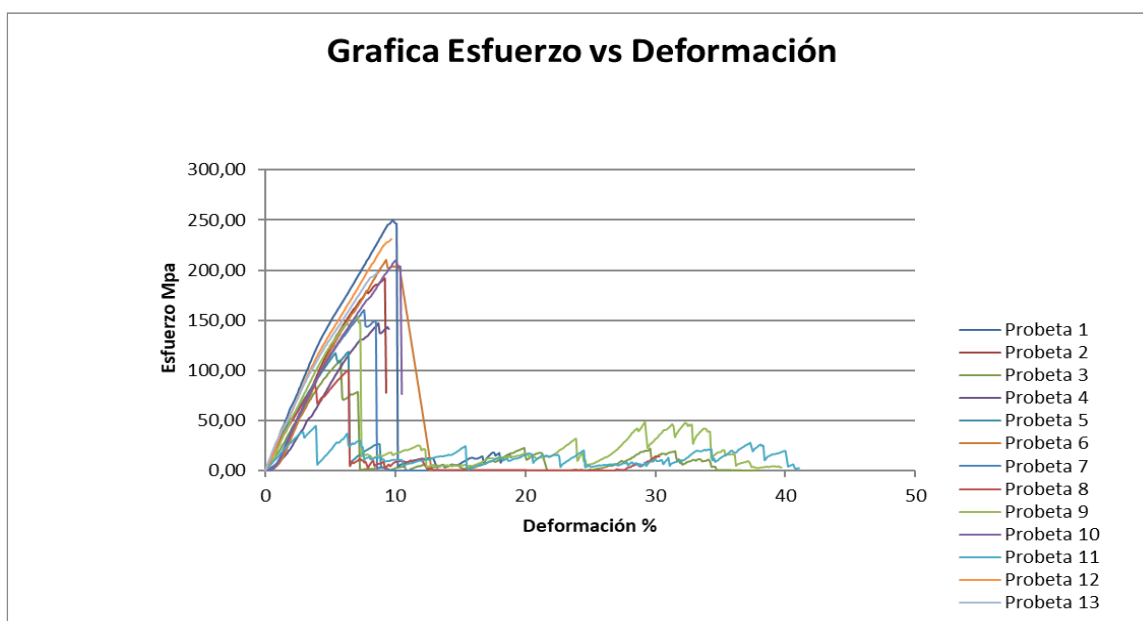


Gráfico 1. Grafica de Resistencia a la compresión en cilindros de 4 mm x 10 mm de resinas dentales nanohíbridas de Tetric N Ceram®.

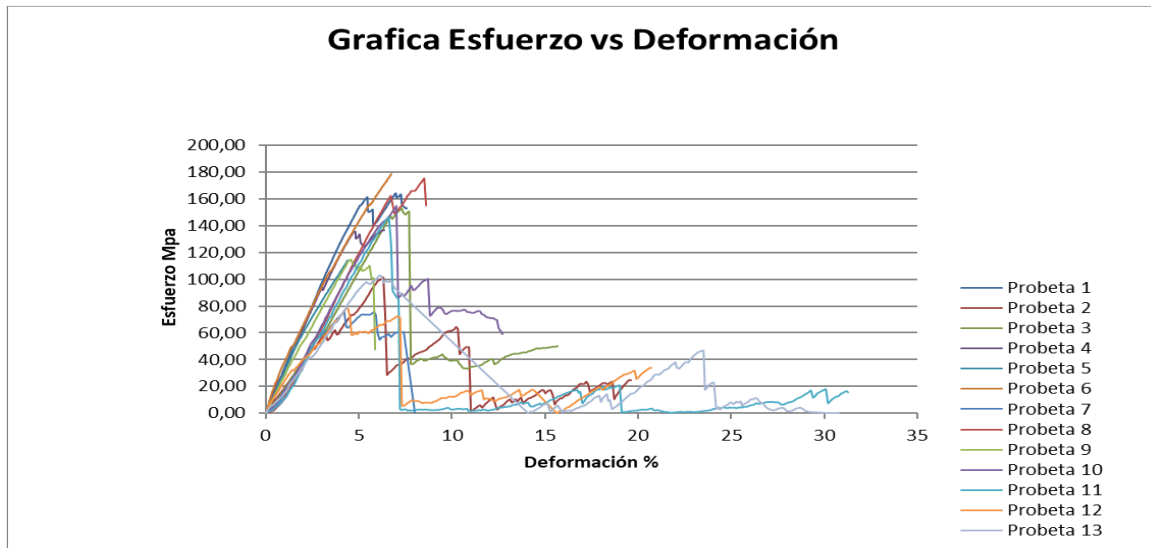


Gráfico 2. Gráfica de Resistencia a la compresión en cilindros de 4 mm x 10 mm de resinas dentales nanohíbridas de Zafira Light Curing Composite®.



Gráfico 3. Gráfica de Resistencia a la compresión en cilindros de 4 mm x 10 mm de resinas dentales nanohíbridas de 3M™ Filtek™ Z250 XT®.

Luego se realizó el análisis estadístico contrastando las resinas compuestas nanohíbridas por variable obteniendo los siguientes resultados.

Fuerza Máxima:

Marca de resinas	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Normalidad*
Tetric N ceram®	2054,33	2015	741,23	561,75	3140	0,16
Zafira Light Curing Composite®	1640,46	1720	439,87	955	2248,33	
3M™ Filtek™ Z250 XT®	1681,52	1691,67	555,19	666,75	2532	

Tabla 1. Datos estadísticos de cada resina compuesta nanohíbrida obtenidos de la variable Fuerza máxima (N).

*Prueba de ANOVA.

Nivel de significancia estadística ($p > 0.05$)

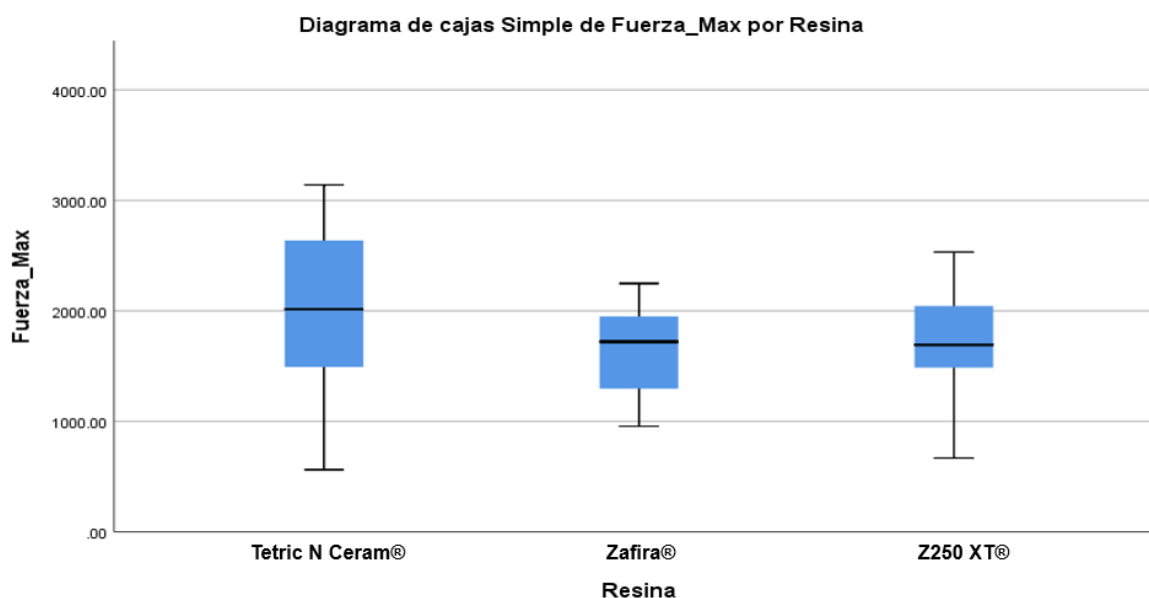


Gráfico 4. Diagrama de cajas simple de Fuerza máxima por resina.

Tetric N Ceram® parece tener una mayor capacidad de resistencia a la fuerza máxima, aunque con una mayor dispersión en los valores, lo que podría reflejar variabilidad en la calidad o en la distribución de cargas en diferentes probetas. Zafira Light Curing Composite® y 3M™ Filtek™ Z250 XT®, por otro lado, muestran un comportamiento más consistente, pero con menor resistencia promedio en comparación con Tetric N Ceram®.

Esfuerzo:

Marca de resinas	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Normalidad*
Tetric N ceram®	163,5	160,35	59	44,7	249,87	0,159
Zafira Light Curing Composite®	130,52	136,87	34,99	76	178,92	
3M™ Filtek™ Z250 XT®	133,41	134,62	45	47,8	201,49	

Tabla 2. Datos estadísticos de cada resina compuesta nanohíbrida obtenidos de la variable esfuerzo (Mpa).

*Prueba de ANOVA.

Nivel de significancia estadística ($p > 0.05$)

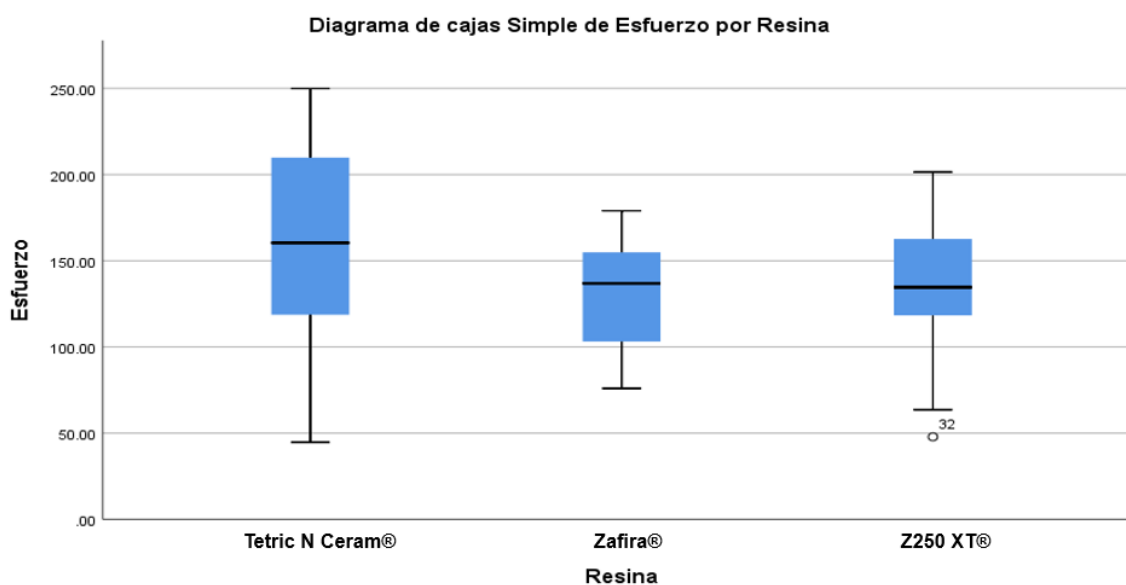


Gráfico 5. Diagrama de cajas Simple de Esfuerzo por resina.

A grandes rasgos Tetric N Ceram® destaca en su capacidad de soportar altos esfuerzos, con mayor variabilidad, mientras que Zafira Light Curing Composite® presenta un perfil más uniforme, pero con una capacidad de esfuerzo menor. 3M™ Filtek™ Z250 XT® muestra una menor resistencia al esfuerzo y un rango más estrecho, lo que podría indicar una limitación en su rendimiento bajo estrés en comparación con Tetric N Ceram®.

Extensión:

Marca de resinas	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Normalidad*
Tetric N ceram®	1,92	1,24	1,3	0,86	4,11	0,318
Zafira Light Curing Composite®	1,15	0,8	0,81	0,28	3,08	
3M™ Filtek™ Z250 XT®	1,39	0,7	1,65	0,29	5,21	

Tabla 3. Datos estadísticos de cada resina compuesta nanohíbrida obtenidos de la variable extensión (mm).

*Prueba de ANOVA.

Nivel de significancia estadística ($p > 0.05$)

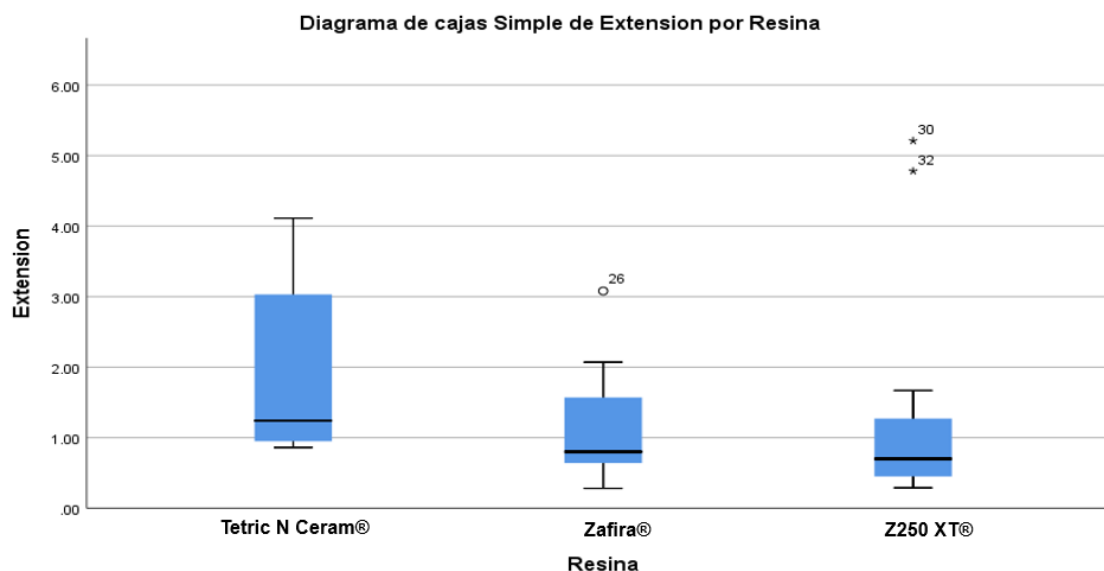


Gráfico 6. Diagrama de cajas simple de Extensión por resina.

En términos de extensión, Tetric N Ceram® es la resina que más se extiende con una variabilidad considerable, lo que podría ser favorable en aplicaciones que requieren estabilidad dimensional. Zafira Light Curing Composite® tiene una extensión menor, pero muestra un valor atípico. 3M™ Filtek™ Z250 XT® presentó una extensión moderada y presentó dos valores atípicos.

Deformación:

Marca de resinas	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Normalidad *
Tetric N ceram®	19,2	12,41	13,03	8,6	41,1	0,349
Zafira Light Curing Composite®	11,56	8	8,05	3,13	30,8	
3M™ Filtek™ Z250 XT®	14,31	6,98	17,44	2,9	53,06	

Tabla 4. Datos estadísticos de cada resina compuesta nanohíbrida obtenidos de la variable Deformación (%).

*Prueba de ANOVA.

Nivel de significancia estadística ($p > 0.05$)

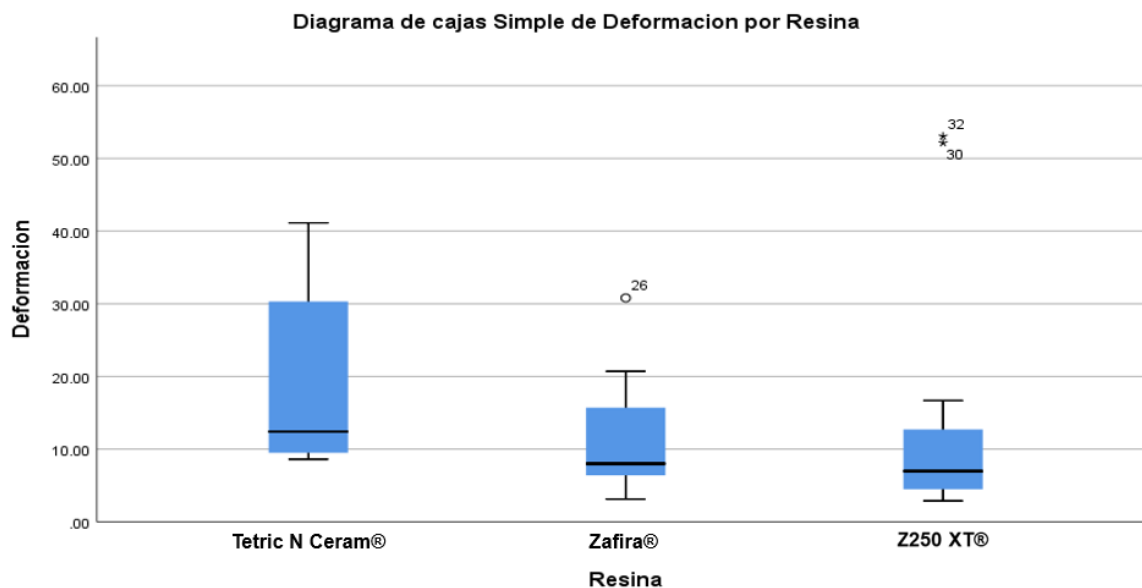


Gráfico 7. Diagrama de cajas simple de deformación por resina.

La resina Tetric N Ceram® tiene la mayor deformación y variabilidad en sus datos, lo que sugiere mayor estabilidad bajo las condiciones evaluadas. Zafira Light Curing Composite® tiene una deformación menor y es algo más consistente que Tetric N Ceram®, aunque presenta un valor atípico. 3M™ Filtek™ Z250 XT® es la resina

con la mayor consistencia, lo que la hace más adecuada si se busca minimizar la deformación.

Se puede evidenciar el comportamiento de cada una de las resinas compuestas nanohíbridas cuando fueron sometidas a la compresión, al analizar los resultados de las diferentes variables (Fuerza máxima, esfuerzo, extensión y deformación) la resina Tetric N-Ceram® mostró los valores más altos en comparación con los otros dos grupos de resinas, más sin embargo en el análisis multivariado, se empleó una prueba estadística ANOVA para evaluar las diferencias entre los grupos por cada variable presentada. Los resultados mostraron un valor de $p > 0.05$, indicando que no hay diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables contempladas en este estudio.

Este es un punto crucial, ya que significa que, si bien las estadísticas descriptivas (medias, medianas, etc.) muestran diferencias, estas podrían no ser lo suficientemente grandes como para considerarse estadísticamente significativas entre los grupos a un nivel de 0.05

Análisis comparativo de las resinas:

Tetric N Ceram®: Los datos reflejan que la resina Tetric N Ceram® destaca por su alta capacidad para soportar tanto la fuerza máxima como el esfuerzo máximo antes de la fractura, por su **mayor resistencia compresiva** y **capacidad de deformación**. Esta fortaleza sugiere que es una buena opción para restauraciones en áreas donde la carga masticatoria es considerable. La estructura nano híbrida de Tetric N Ceram® contribuye a su rendimiento, combinando estética y resistencia mecánica, lo cual la hace adecuada para restauraciones en zonas posteriores o en pacientes con alta demanda mecánica.

Sin embargo, los resultados muestran una variabilidad considerable en su resistencia. Esta dispersión en los datos podría deberse a factores como la técnica

de preparación o la disposición de sus componentes, lo que provoca que el rendimiento de Tetric N Ceram® no sea completamente uniforme entre diferentes muestras. Esta variabilidad implica que, aunque Tetric N Ceram® es capaz de soportar grandes cargas, su desempeño puede ser menos predecible y requerir una técnica más rigurosa.

Zafira Light Curing Composite®: siendo una marca nueva y colombiana, ha mostrado un desempeño prometedor en pruebas de resistencia, posicionándose como una opción competitiva frente a resinas internacionales como Tetric N Ceram® y 3M™ Filtek™ Z250 XT®. En términos de resistencia, presenta un comportamiento intermedio: su capacidad de compresión es moderada en comparación con Tetric N Ceram®, pero cuenta con una buena capacidad de deformación, lo que le permite absorber energía antes de fracturarse.

Gracias a la tecnología de distribución inteligente de nanopartículas de sílice, Nano Smart Position, Zafira Light Curing Composite®, mantiene una distribución uniforme de sus propiedades, garantizando un rendimiento constante y predecible. Además, al ser un producto nacional, representa una alternativa económica y accesible para clínicas con recursos limitados, ofreciendo una opción confiable sin comprometer la calidad del material.

Estos resultados posicionan a Zafira Light Curing Composite®, como una resina que, a pesar de ser nueva en el mercado, tiene potencial para cubrir diversas aplicaciones clínicas. Su estabilidad y costo accesible justifican investigaciones adicionales que permitan afianzar su uso y expandir su aceptación en el ámbito odontológico.

3M™ Filtek™ Z250 XT®: Es una resina que presentó un rendimiento bajo en ambas variables (fuerza y esfuerzo) y también mostró la menor variabilidad, lo cual sugiere un perfil de rendimiento consistente pero limitado. Esto puede hacer que sea una opción adecuada para restauraciones en áreas de bajo impacto o en pacientes con menor requerimiento de carga, pero su capacidad de resistencia reducida podría no ser adecuada para situaciones de alta demanda mecánica. Este comportamiento

constante y predecible en situaciones de baja carga puede ser útil en ciertas aplicaciones clínicas, aunque su aplicabilidad se ve restringida por su límite de resistencia.

Resina	Fuerza Max (N) Media	Esfuerzo (Mpa) Media	Extensión (mm) Media	Deformación (%) Media
Tetric N ceram ®	2054,33	163,5	1,92	19,2
Zafira Light Curing Composite®	1640,46	130,52	1,15	11,56
3M™ Filtek™ Z250 XT®	1681,52	133,41	1,39	14,31

Tabla 5. Resumen por resultado obtenido.

Discusión

La resistencia a la compresión representa una propiedad mecánica crítica en los materiales odontológicos, particularmente en aquellos utilizados en restauraciones sometidas a fuerzas oclusales. Esta propiedad define la capacidad de un material para soportar las cargas generadas durante la masticación sin sufrir fracturas o deformaciones permanentes(16), lo que incide directamente en la durabilidad y la resistencia a la fractura de las restauraciones, especialmente en sectores posteriores, donde las exigencias funcionales son mayores, Curiqueo A. y colaboradores han registrado cargas compresivas de 400 a 600 N en molares bajo condiciones normales, las cuales pueden incrementarse hasta 1200 N en situaciones de parafunción (17).

Como factores iniciales para tener en cuenta están la contracción de polimerización y el grado de conversión, aunque este estudio se centró en la resistencia compresiva, la contracción de polimerización y el grado de conversión son factores críticos los cuales pueden influir directamente en la longevidad de las

restauraciones (18,19). Aunque la contracción por polimerización y el grado de conversión se encuentren en antítesis clínica asociando de esta forma que un grado de conversión alto puede significar una mayor deformación por contracción (18). Debido a la preocupación existente de que una alta potencia en la lámpara pueda resultar perjudicial para nuestras restauraciones, se sugiere implementar técnicas de curado de inicio suave o configuraciones en modo rampa, logrando una intensidad baja inicial seguida de una intensidad alta disminuyendo de este modo la contracción inicial por polimerización sin afectar el grado de conversión(18,20). Para el presente estudio se siguió la línea descrita por dichos autores teniendo en cuenta la configuración de la lámpara (curado inicial suave) como medida de prevención, evitando así la deformación por contracción o un grado de polimerización bajo en los cuerpos de muestra.

Nicoluzzi et al, investigaron sobre la resistencia compresiva utilizando 16 cuerpos de muestra cilíndricos de 4 X 8mm con 3 resinas compuestas Filtek Supreme (Solventum), Charisma (Heraeus-Kulzer) y Filtek Z-250 (Solventum), teniendo en total 48 cuerpos de muestra para el estudio los cuales fueron sometidos a 24 horas de almacenamiento. Posteriormente los cuerpos de muestra pasaron por ensayos de compresión, teniendo como resultados: Filtek Z-250 (Solventum) 302,7 MPa; la resina Charisma (Heraeus-Kulzer) 280,5 MPa y la resina Filtek Supreme (Solventum) 249,1 Mpa (22).

Otro factor a tener en cuenta es la cantidad de relleno y el tamaño de partícula de las resinas. Según lo menciona Banava & Salehyar en su estudio (23), la resistencia de un material de resina es proporcional a la cantidad de relleno y al tamaño de sus partículas. Entendiendo de este modo que la disminución del tamaño de partículas proporcionaría un incremento de la resistencia a la compresión de la resina compuesta.

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con las investigaciones previas realizadas por Sepideh y Saman (2008), quienes establecieron que la

resistencia de los materiales resinosos está directamente relacionada con la cantidad de relleno inorgánico y el tamaño de las partículas que lo componen (23). Esta afirmación se ve respaldada por otros autores, como Moezzyzadeh en 2012 (24) y Huayhua en 2013 (11), quienes sostienen que una reducción en el tamaño de las partículas del relleno inorgánico conduce a un incremento en la resistencia a la compresión de las resinas compuestas. En este contexto, las resinas analizadas presentan una composición de materia inorgánica del 78-79% en peso para la resina Zafira Light Curing Composite®. 80 - 81% en peso para Tetric N Ceram® y 70-85% en peso Para 3M™ Filtek™ Z250 XT®, respectivamente, lo que sugiere una correlación entre el porcentaje de relleno inorgánico y la resistencia mecánica del material.

Además, Baldión et al. (2011) destacaron la importancia del contenido, tamaño y distribución de las partículas de relleno en las propiedades físico-mecánicas de las resinas compuestas. En este estudio, se observó que la resina Tetric N Ceram® contiene partículas de relleno con un rango de tamaño entre 0.04 y 3µm y el tamaño medio de partículas de la resina 3M™ Filtek™ Z250 XT® es de 0,02 µm (25), mientras que la resina Zafira Light Curing Composite® presenta tamaño de partículas entre 0,04µm a 2µm. Estas diferencias en la distribución y tamaño de las partículas podrían explicar las variaciones en la resistencia compresiva entre estos tres materiales, siendo la Tetric N Ceram® la que demostró un mejor desempeño.

Los resultados de este estudio respaldan la idea de que la resistencia compresiva de las resinas compuestas está influenciada por factores como el porcentaje de relleno inorgánico, el tamaño de las partículas y la técnica de aplicación. La resina Tetric N Ceram®, con su mayor contenido de relleno inorgánico y distribución de partículas, demostró ser superior en términos de resistencia compresiva, lo que la hace recomendable para restauraciones posteriores sometidas a altas fuerzas masticatorias. Aunque los algunos resultados de la resina Tetric N Ceram® se presentaron muy por debajo de la media se establece que se deben tener en cuenta factores adicionales para trabajar con dicha resina lo que la hace susceptible a la

técnica. La resina Zafira Light Curing Composite® por el contrario no presentó tanta dispersión en los valores obtenidos, lo que la hace una resina muy estable con resultados predecibles y la resina 3M™ Filtek™ Z250 XT® presentó valores muy similares con los de Zafira Light Curing Composite®, pero con un poco más de dispersión. Estos hallazgos refuerzan la importancia de seleccionar materiales y técnicas adecuadas para garantizar la durabilidad y el éxito clínico de las restauraciones en odontología.

La resistencia compresiva de la resina Tetric N Ceram®, observada en este estudio, se debe principalmente a sus propiedades físicas se ven reforzadas por el tamaño reducido de sus partículas de relleno (0.04-3µm) y su alto contenido de relleno inorgánico (80-81%), factores que, según estudios previos, incrementan la resistencia mecánica. En comparación con la resina 3M™ Filtek™ Z250 XT® y Zafira Light Curing Composite®, estos atributos hacen de la Tetric N Ceram® una opción más adecuada para restauraciones posteriores, ya que ofrece mayor capacidad para soportar las fuerzas masticatorias y simular las propiedades del sistema dental posterior.

Conclusiones

El presente estudio comparó la resistencia compresiva de tres resinas compuestas nanohíbridas: Tetric N Ceram®, Zafira Light Curing Composite® y 3M™ Filtek™ Z250 XT®, bajo condiciones que simulan fuerzas masticatorias. Los resultados demostraron que Tetric N Ceram® presentó la mayor resistencia a la compresión (2054.33 N, 163.5 MPa), así como una mayor capacidad de deformación (1.92 mm, 19.2%), atribuible a su alto contenido de relleno inorgánico (80-81%) y la presencia de partículas de refuerzo de mayor tamaño. Estas características la convierten en la opción óptima para restauraciones en zonas posteriores sometidas a altas cargas oclusales, aunque su variabilidad sugiere la necesidad de una aplicación cuidadosa.

Por su parte, Zafira Light Curing Composite® mostró un desempeño intermedio (1640.46 N, 130.52 MPa), con una distribución uniforme de nanopartículas que garantiza consistencia, haciéndola adecuada para zonas de carga moderada. Su relación costo-beneficio la posiciona como una alternativa viable en el contexto odontológico. En contraste, 3M™ Filtek™ Z250 XT® registró una resistencia de (1681.52 N, 133.41 MPa), recomendándose para restauraciones en áreas de baja exigencia mecánica debido a su comportamiento predecible.

En síntesis, la selección del material debe basarse en las demandas biomecánicas de cada caso clínico. Tetric N Ceram® destaca en situaciones de alta resistencia, mientras que Zafira Light Curing Composite® y 3M™ Filtek™ Z250 XT® ofrecen soluciones balanceadas para escenarios menos demandantes. Estos hallazgos contribuyen a una toma de decisiones fundamentada en la evidencia, optimizando la longevidad y el desempeño de las restauraciones.

Recomendaciones

Se recomienda realizar estudios adicionales con un mayor tamaño de muestra y en condiciones más controladas para validar los resultados obtenidos.

Sería interesante evaluar el efecto del envejecimiento acelerado en la resistencia compresiva de estas resinas, simulando condiciones bucales a largo plazo.

Otra recomendación sería realizar ensayos con las diferentes resinas utilizadas en el estudio con dientes premolares obturados en cavidades clase I, como se reporta en algunos estudios.

Agradecimientos

Queremos dedicar unas palabras de profundo agradecimiento a quienes han sido pilares fundamentales en este camino.

A nuestros padres, por ser nuestra fuente inagotable de apoyo y amor. Su ejemplo de esfuerzo, dedicación y sacrificio nos han guiado a lo largo de este camino académico. Su confianza en nuestras capacidades y su constante motivación han sido el motor que nos impulsó a alcanzar esta meta. Este logro es también suyo.

A nuestros docentes, quienes con su conocimiento, paciencia y compromiso nos han brindado las herramientas necesarias para nuestro crecimiento académico y profesional. En especial, a aquellos que participaron en la elaboración de este proyecto cuyo acompañamiento y valiosas sugerencias fueron clave para el desarrollo de esta investigación.

A nuestros compañeros de especialización, con quienes compartimos aprendizajes, desafíos y momentos inolvidables. Su amistad y apoyo fueron fundamentales para hacer de este recorrido una experiencia enriquecedora y gratificante.

Asimismo, queremos agradecer a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de esta tesis, ya sea brindándonos su tiempo, compartiendo sus conocimientos o motivándonos en los momentos de dificultad.

Finalmente, dedicamos este trabajo a todos aquellos que creen en el poder del esfuerzo y la perseverancia, recordándonos que cada desafío es una oportunidad para crecer y superarnos.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses financiero, comercial o personal que pudiera influir en los resultados o la interpretación de este estudio.

Bibliografía

1. Tejada Grandez KJ, Villalobos Terán CS, Coronel Zubiarte FT. Resistencia A La Compresión De Las Resinas Dentales De Nanopartículas Y Suprananopartículas. Rev Salud & Vida Sipanense [Internet]. 2020;7(2):66–75. Available From: [Http://Orcid.Org/0000-0009-4996-150X](http://Orcid.Org/0000-0009-4996-150X).[Http://Orcid.Org/0000-0003-4747-947X](http://Orcid.Org/0000-0003-4747-947X)
2. Karol Monteza-iñiguez SI, Loyola-garcía PI, Ximena Córdoba-rodríguez III M, Castillo-guarnizo ZI, Díaz-lópez CI. Resistencia Flexural De Una Resina Compuesta Nanohíbrida Sometida A Técnicas De Termopolimerización Adicional Flexural Strength Of A Nanohybrid Composite Resin Subjected To Additional Thermopolymerization Techniques Resistência À Flexão De Uma Resina Composta Nanohíbrida Submetida A Técnicas Adicionais De Termopolimerização. 2021;63(11):1667–81. Available From: [Http://Polodelconocimiento.Com/Ojs/Index.Php/Eshttps://Orcid.Org/0000-0002-7840-9748](http://Polodelconocimiento.Com/Ojs/Index.Php/Eshttps://Orcid.Org/0000-0002-7840-9748)
3. Romani Bahamonde Za, Calla Poma Rd. Comparación De La Resistencia Compresiva Entre Resinas Compuestas Y Cerómeros De Nanorelleno Y Nanohíbridos Estudio In Vitro. Universidad Nacional Mayor De San Marcos; 2022.
4. Torres Sandoval HA, Cueva LA. Resistencia A La Compresión De Cuatro Resinas Compuestas Nanohíbridas Con Circonio Utilizados En Perú [Internet] [Escuela Profesional De Estomatología]. [Huancayo, Peru]: Universidad Roosevelt; 2021 [Cited 2024 Feb 18]. Available From: Chrome-extension://Efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/Https://Repositorio.Uroosevelt.Edu.Pe/Bitstream/Handle/20.500.14140/754/Tesis-%20herna%c3%acn%20alejandro.Pdf?Sequence=1&isallowed=y

5. Acurio P, Falcón G, Casas L. Comparación De La Resistencia Compresiva De Resinas Convencionales Vs Resinas Tipo Bulk Fill. Revista Odontología Vital. 2017 Dec;2, No 27:69-77.
6. Okeson JP. Management Of Temporomandibular Disorders And Occlusion. Elsevier/Mosby; 2013. 488 P.
7. Ficha Técnica Zafira Light Curing Composite® Dpftpt-104. 2021.
8. De La Torre Maldonado JS. Resistencia Compresiva: Estudio Comparativo In Vitro Entre Un Cerómero Y Una Resina De Nanotecnología Sometida A Dos Tipos De Polimerizacion. Universidad Central Del Ecuador; 2016.
9. Quispe N, Quispe B. Evaluación De Tres Técnicas De Fotopolimerización Con Diodo Emisor De Luz En La Resistencia Compresiva De Resina Compuesta De Nanopartículas. Evaluación De Tres Técnicas De Fotopolimerización Con Diodo Emisor De Luz En La Resistencia Compresiva De Resina Compuesta De Nanopartículas. Instituto Universitario De Innovación Ciencia Y Tecnología Inudi Perú; 2022.
10. Banava S, Salehyar S. In Vitro Comparative Study Of Compressive Strength Of Different Types Of Composite Resins In Different Periods Of Time [Internet]. Vol. 4, Iranian Journal Of Pharmaceutical Sciences Winter. 2008. Available From: [Www.ijps.ir](http://www.ijps.ir)
11. Huayhua Revolledo ED. Estudio Comparativo In Vitro De La Resistencia Compresiva De Resinas Compuestas Microhibridas Y Nanohibridas. Universidad Nacional Mayor De San Marcos; 2013.
12. FICHA TÉCNICA Restaurador Universal Nano Híbrido Filtek™ De 3M™ Z250 XT [Internet]. Available From: [Www.3m.Com.Co](http://www.3m.com)
13. FICHA TÉCNICA Tetric ® N-ceram Tetric.

14. Rodriguez H, Baldión PA. Pruebas De Resistencia Compresiva De Tres Materiales De Resina Compuesta [Internet]. 2023 [Cited 2024 Feb 18]. Available From: <https://Zafiraneuwtetic.Com/Category/Estudios/>
15. Kanashiro M, Naoki F. Comparación In Vitro De La Resistencia A La Compresión De Las Resinas Compuestas Te-econom Plus®, Tetric N-ceram® Y Tetric N-ceram Bulk Fill® Item Type Info:eu-repo/Semantics/Bachelorthesis [Internet]. 2016. Available From: <http://hdl.handle.net/10757/620703>
16. Massa AK, Nashely O, Loayza G, Luis GE, Soto R. Comparación In Vitro De La Resistencia Compresiva De Resina Nanoparticulada Convencional Y Nanohíbrida. 2022.
17. Curiqueo A, Borie E, Navarro P, Fuentes R. Relationship Between The Maximum Bite Force And Anthropometric Indexes In Chilean Young Adults.
18. Silikas N, Eliades G, Watts DC. Light Intensity Effects On Resin-composite Degree Of Conversion And Shrinkage Strain [Internet]. 2000 Jan. Available From: www.Elsevier.Com/Locate/Dental
19. Balagopal S, Geethapriya N, Anisha S, Hemasathya BA, Vandana J, Dhatshayani C. Comparative Evaluation Of The Degree Of Conversion Of Four Different Composites Polymerized Using Ultrafast Photopolymerization Technique: An In Vitro Study. Journal Of Conservative Dentistry. 2021 Jan 1;24(1):77–82.
20. Mehl A, Hickel R, Kunzelmann KH. Physical Properties And Gap Formation Of Light-cured Composites With And Without “Softstart-polymerization.” Vol. 25, Journal Of Dentistry. 1997.
21. Guamán J, Luna T. Estudio Comparativo In Vitro: Resistencia Compresiva Entre Un Sistema De Resina Compuesta Monoincremental Y Uno Convencional Sometidos A Termociclado. Loja– Ecuador; 2019.

22. Nicoluzzi A, Ribeiro Moysés M, Candido Dos Reis A, Carlos J, Ribeiro R, Dias SC. Influencia Del Envejecimiento Artificial Acelerado Sobre La Resistencia A Compresión De Resinas Compuestas. 2007 Jun; Available From: Www.Actaodontologica.Comwww.Actaodontologica.Com/Ediciones/2008/4/Envejecimiento_artificial_acelerado_resistencia_compresion_resinas.Asp
23. Banava S, Salehyar S. In Vitro Comparative Study Of Compressive Strength Of Different Types Of Composite Resins In Different Periods Of Time [Internet]. Vol. 4, Iranian Journal Of Pharmaceutical Sciences Winter. 2008. Available From: Www.Ijps.Ir
24. Moezzyzadeh M. Evaluation Of The Compressive Strength Of Hybrid And Nanocomposites. Vol. 1, Journal Dental School. 2012.
25. Alejandra P, Baldion P, Alexander D. Estudio Comparativo De Las Propiedades Mecanicas De Diferentes Tipos De Resina Compuesta Comparative Study Of The Mechanical Properties Of Different Types Of Composite Resin [Internet]. 2011. Available From: <https://Www.Researchgate.Net/Publication/281864764>