

Resistencia a la compresión y flexión de resinas compuestas bulk fill y nanocompuestas, in vitro

Compressive and flexural strength of bulk fill composite and nanocomposite resins, in vitro

Recibido: 18 de marzo de 2024 | Revisado: 18 de mayo de 2024 | Aceptado: 05 de junio de 2024

Emerson Isaías Aguirre Caldas¹
Paul Orestes Mendoza Murillo²

Abstract

The objective was to compare the compressive and flexural strength of Filtek Bulk Fill and Tetric N-Ceram Bulk Fill composite resins with Filtek Z350 XT and Tetric N-Ceram nanocomposite resins activated with LED light. Specimens were made for compressive strength according to ISO 3597-3 and for flexural strength according to ISO 4049; an LED B Stylo Woodpecker Lamp was used, with output optical wavelength: 420-480nm, output light intensity: 1200-1500mw/cm²; the tests were done with a LG Digital Universal Testing Machine, Model CMT-5L, Series 7419. It was found that, the compressive strength Filtek Bulk Fill presented 219.98 Mpa, Tetric N-Ceram Bulk Fill, 192.89 Mpa, Filtek Z350 XT, 262.07 Mpa and Tetric N-Ceram, 228.01 Mpa. In flexural strength, Tetric N-Ceram Bulk Fill presented 139.92 Mpa, Filtek Bulk Fill, 93.71 Mpa, Filtek Z350 XT, 130.13 Mpa and Tetric N-Ceram, 97.64 Mpa. It was analyzed with ANOVA of one factor and Tukey's test ($p \leq 0.05$). Significant differences were found between them, but they all comply with the established safety parameters. The use of Bulk fill resins in children is recommended because, by allowing increments of up to 4mm, it would help us to reduce operative times.

Keywords: Bulk fill resins, nanocomposite resins, compressive strength, flexural strength.

Resumen

El objetivo fue comparar la resistencia a la compresión y flexión de resinas compuestas Filtek Bulk Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill, con resinas nanocompuestas Filtek Z350 XT y Tetric N-Ceram, activadas con luz LED. Se confeccionó especímenes para resistencia a la compresión según la norma ISO 3597-3 y para la resistencia a la flexión según la norma ISO 4049; se usó una Lámpara LED B Stylo Woodpecker, con longitud de onda óptica de salida: 420-480nm. intensidad de luz de salida: 1200-1500mw/cm²; las pruebas se hicieron con una Máquina Digital de Ensayos Universales Marca LG, Modelo CMT-5L, Serie 7419. Se encontró que la resistencia a la compresión Filtek Bulk Fill presentó 219.98 Mpa, Tetric N-Ceram Bulk Fill, 192.89 Mpa, Filtek Z350 XT, 262.07 Mpa y Tetric N-Ceram, 228.01 Mpa. En resistencia a la flexión Tetric N-Ceram Bulk Fill presentó 139.92 Mpa, Filtek Bulk Fill, 93.71 Mpa, Filtek Z350 XT, 130.13 Mpa y la Tetric N-Ceram, 97.64 Mpa. Se analizó con ANOVA de un factor y la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Realizado el análisis, se encontró diferencias significativas entre ellas, pero todas cumplen con los parámetros de seguridad, establecidos. Se recomienda el uso de las resinas Bulk fill en niños por cuanto, al permitir incrementos de hasta 4mm, nos ayudaría a disminuir los tiempos operatorios.

Palabras Clave: Resinas Bulk Fill, resinas nanocompuestas, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

Este artículo es de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International



1, 2 Escuela Universitaria de Posgrado – UNFV. Lima, Perú

Correo: cdaguirrec@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1262-3857>

2 Correo: pmendoza@unfv.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-9026-9131>

<https://doi.org/10.62428/rcvp2024311735>

Introducción

Las resinas o composites, en su composición, contienen polímeros que están reforzados por una parte inorgánica vítrea que difieren en su composición, tamaño y proporción de su relleno (Hervás et al., 2016); esta parte orgánica y relleno inorgánico, han sido modificadas a partículas cada vez más pequeñas llegando a estar compuestas por nanopartículas (Rachmia y Fauziah, 2019); la biocompatibilidad, fortaleza, estética, resistencia a la corrosión y la facilidad ser procesado son propiedades que no deben ser alteradas con las modificaciones (Söderholm, 2012); los composites independientemente de su consistencia han buscado siempre satisfacer requerimiento funcionales, algunas veces sin demasiado éxito (Hervás et al. 2016); dentro de las propiedades que deberían reunir están: rugosidad superficial, módulo de elasticidad, resistencia al paso de RX, estabilidad del color, difusión acuosa y expansión higroscópica, tenacidad a la fractura, resistencia compresiva, a la tracción y resistencia a la flexión (Rodríguez et al., 2008); otras propiedades que deben reunir las resinas están relacionadas con la dimensión y la concentración porcentual de partículas de relleno; cuanto mayores sean los porcentajes y tamaños, mayor será la resistencia a la compresión; cuanto mayor sea el módulo de elasticidad, menor será la flexibilidad del material (Rodríguez et al., 2008); deben ser resistentes a las fuerzas oclusales y estas son medibles a través de la resistencia a la flexión del material, su rigidez y la resistencia a la ruptura (Sabbagh et al., 2002); la resistencia compresiva de los materiales está referido a la capacidad que poseen éstos, a soportar las presiones verticales antes de fracturarse y que esta propiedad es importante a tener en cuenta durante el acto masticatorio (Baldeón et al., 2011); muchas las fuerzas masticatorias son de naturaleza compresiva (Hassan, 2014); la prueba calificada para evaluar el módulo de elasticidad de las resinas es la flexión (Ilie et al., 2017); la rigidez de los materiales utilizados para la restauración dental, idealmente, deberían ser semejante al del tejido dentario; los materiales que se utilizan para las restauraciones deberían tener un módulo de elasticidad semejante o superior al de la dentina, para evitar la destrucción en la interfase material-dentina (Ruiz et al., 2003).

Las resinas han experimentado un progreso continuo con la mejora sustancial sus propiedades tanto físicas como mecánicas, así como la resistencia a la ruptura, su permanencia del color y su mejor ajuste a los tejidos dentarios (Loarte et al., 2019); se desarrollan nuevas técnicas de medición de materiales para que se puedan obtener mediciones precisas (Rachmia y

Fauziah, 2019); con las modificaciones se busca, en general, mejorar su eficiencia, sin embargo, se requiere determinar su contenido y sus propiedades a través de la experimentación (Yadav y Kumar, 2019).

Actualmente se disponen de composites o resinas nanohíbridas y de nanorelleno, un material altamente relleno y pulible que se puede utilizar en la región posterior, así como en las áreas estéticas de la cavidad oral (Lowe, 2015); existen inconvenientes, en encontrar materiales con una proporcionalidad equilibrada de su componentes, por cuanto las propiedades estéticas se podría ver afectadas cuando el material presenta un relleno inorgánico muy alto en su estructura, es decir la estética podría ser deficiente; por el contrario, si la cantidad de relleno es insuficiente, podría traer como consecuencia una restauración deficitaria, susceptible de fracturas; teniendo en cuenta estos detalles, los fabricantes, buscan por a disposición materiales con un componente equilibrados de elementos, para garantizar una restauración estética y duradera (Loarte et al., 2019). Dentro de las investigaciones “in vitro” precedentes, que buscan examinar la resistencia a la flexión y compresiva de los composites dentales, se tiene la realizada por García (2021), quien refiere que la nonoresina Forma mostró una superior resistencia a la flexión que Filtek Z350 y Tetric N-Ceram, pero sin diferencias notables estadísticamente.

Hiriotappa (2020), encontró que la resina Bulk Fill (Sonic-Fill) mostró una resistencia de flexión superior a la Filtek Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Tetric Flow Bulk y Surefill SDR.

Beshr y Abdullah (2020), no encontraron diferencias notables entre la dureza de los composites (resinas) Tetric N-Ceram Bulk Fill y Tetric N Ceram; en cuanto a la resistencia compresiva, la diferencia fue estadísticamente significativa siendo mayor la alcanzada por Tetric N Ceram.

Warangkulkasemkit y Pumpaluk (2019), compararon las resistencias compresivas, de flexión y microdureza de los composites (resinas) Filtek Z350, Filtek Bulk fill y Multi Core Flow y encontraron que Filtek Z350 mostró una resistencia compresiva mayor y Filtek Bulk Fill una superior resistencia a la flexión, con diferencias estadísticamente significativas.

Peñafiel (2019), encontraron que Filtek Z250 mostró una resistencia compresiva de 162,998 Mpa, Filtek Z350XT mostró 177,05Mpa y Filtek Bulk Fill obtuvo 172,305 Mpa; pero las diferencias no fueron estadísticamente notables.

Meenakumari et al. (2018), estudiaron las resistencias compresivas, flexurales, módulo de flexión y nano dureza de cinco resinas nanocompuestas y encontraron que Filtek Z350 mostró los valores más altos de nanodureza, pero no hubo una diferencia significativa; CFM mostró una resistencia compresiva superior; Z350 mostró mayor resistencia flexural, con una diferencia notable entre Z350 y las otras resinas.

Los resultados de las investigaciones nos conducen a continuar examinando las propiedades de los composites (resinas) y es así que, el propósito de esta investigación fue comparar la resistencia a la compresión y flexión de resinas compuestas Filtek Bulk Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill, con resinas nanocompuestas Filtek Z350 XT y Tetric N-Ceram, activadas con luz LED.

Materiales y métodos

Dimensión espacial: Laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. (HTL), Lima Perú.

Dimensión temporal: Agosto del 2023.

Es una investigación experimental “in vitro”, se sometieron a pruebas de compresión y flexión dos resinas compuestas: Bulk Fill: Filtek™ Bulk Fill de 3M-ESPE y Tetric N-Ceram Bulk Fill de Ivoclar Vivadent). Y dos resinas nanocompuestas: Filtek Z350 (3M ESPE) y Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent).

Para probar la resistencia compresiva, se confeccionaron los especímenes y se ejecutó las pruebas según las especificaciones ISO 3597- 3; se confeccionó 40 especímenes de 4 mm de diámetro y 10 mm de altura. 10 por cada resina. Para examinar la resistencia a la flexión: se confeccionó 40 especímenes de 25mm x 2mm x2mm. 10 por cada resina; la confección y el sometimiento a prueba posterior se realizaron siguiendo las especificaciones ISO 4049. La confección de las muestras (especímenes) y la polimerización con una lámpara de luz LED, se realizaron siguiendo las recomendaciones de las casas comerciales 3M ESPE e IVOCALAR VIVADENT. Los especímenes de las resinas Bulk Fill se hicieron con incrementos de 4mm y las de nanocompuestas con incrementos de 2 mm. La polimerización se hizo con una Lámpara LED B Stylo Woodpecker, Longitud de onda óptica de salida: 420-480nm. Intensidad de luz de salida: 1200-1500mw/cm². 20 segundos por capa de 4mm, en caso de las resinas Bulk Fill y de 10 segundos por capa en caso de las resinas nanocompuestas. Los ensayos de resistencia

compresiva y de flexión se realizaron en el laboratorio de pruebas mecánicas y físicas High Technology Laboratory Certificate S.A.C. (HTL), laboratorio que cuenta con la calibración vigente; que tiene como fecha de su última calibración, 16 de agosto del 2022, por LABORATORIOS MECALAB S.A.C. fecha en que fueron calibrados la Máquina Digital de Ensayos Universales Marca LG, Modelo CMT-5L, Serie 7419 y el Vernier Digital (Pie de Rey) marca MITUTOYO, Modelo CD-8”CSX-B, Serie 12902617.

La data obtenida se analizó con el uso de software estadístico SPSS 25.0; se realizaron cálculos de medias y desviaciones estándar; se realizaron pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk, que según Triola (2009), es la prueba a aplicarse cuando se trata de muestra menores a 50, con un nivel de confianza del 95%, $p < 0,05$; el análisis de varianza con ANOVA de un factor y el test de Tukey para evaluar si hay diferencia significativas o no, que según el mismo autor refiere que es el método de prueba a utilizarse cuando se quiere evaluar 3 o más medias poblacionales por medio del análisis de las varianzas de las muestras.

Resultados

Los datos obtenidos, como resultado del experimento realizado, se presentan en tablas estadísticas para realizar el análisis descriptivo y las pruebas de hipótesis de investigación.

En la Tabla 1 se muestran los resultados la resistencia a la compresión, incluyendo las medias, de las pruebas realizadas a las muestras de las resinas Filtek Bulk Fill de 3M ESPE, Tetric N-Ceram Bulk fill de Ivoclar Vivadent y también de resinas nanocompuestas Filtek Z350 XT de 3M ESPE y Tetric N-Ceram de Ivoclar Vivadent, y observamos que en el caso de las resinas Bulk, la resina Filtek Bulk Fill es la que presentó una resistencia compresiva superior con 219.98 Mpa frente a los 192.89 Mpa de la resina Tetric N-Ceram Bulk fill. Con relación a la resistencia a la compresión que experimentaron las resinas nanocompuestas se observa que, la resina Filtek Z350 XT presentó una resistencia a la compresión de 262.07 Megapascuales siendo superior a la experimentada por la Tetric N-Ceram que alcanzó 228.01 Mpa. Si analizamos en conjunto evidenciamos que la Filtek Z350 XT mostró una resistencia a la compresión superior con 262,07Mpa, seguida por Tetric N-Ceram con 228.01Mpa y Filtek Bulk Fill con 219.98Mpa y, la menor resistencia a la compresión fue mostrada por la Tetric N-Ceram Bulk Fill 192.89 con Mpa.

Tabla 1

Resistencia a la compresión de resinas dentales, medidas en megapascuales (Mpa)

Espécimen	Filtek Bulk Fill (3M SPE)	Filtek X 350 XT (3M ESPE)	Tetric N-Ceram Bulk Fill (IVOCLAR)	Tetric N-Ceram (IVOCLAR)
1	208,65	253,41	205,65	199,29
2	269,58	265,92	185,97	217,48
3	207,98	289,89	192,50	231,06
4	206,58	240,39	192,45	233,56
5	214,02	264,52	181,62	194,64
6	228,36	229,70	190,94	224,35
7	205,36	231,79	206,12	281,39
8	228,05	297,52	189,30	233,77
9	219,32	287,87	197,87	227,33
10	211,90	259,71	186,52	237,25
Média	219,98	262,09	192,89	228,01

Nota. La tabla muestra los resultados de las mediciones resistencia a la compresión realizados a cada muestra (espécimen) de las resinas Bulk Fill y nanocompuestas (de los fabricantes 3M ESPE e Ivoclar Vivadent) así como las medias (promedios) alcanzadas en cada tipo de resina.

En la Tabla 2, se presentan los resultados de las mediciones realizadas sobre resistencia a la flexión de las resinas dentales Filtek Bulk Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill, así como de las nanoparticuladas Filtek Z350 XT y Tetric N-Ceram, de los cuales se desprende que, si comparamos las resinas Bulk fill, observamos que la Tetric N-Ceram Bulk Fill muestra una mayor resistencia a la flexión, con 139.92Mpa, en relación, a la resina Filtek Bulk Fill que alcanza 93.71Mpa. Con relación

a las resinas nanoparticuladas observamos que Filtek Z350 XT (3M) con 130.13 Mpa muestra una resistencia superior a la flexión que la Tetric N-Ceram de Ivoclar con 97.64 Mpa. Analizando en conjunto encontramos que la superior resistencia a la flexión es mostrada por la Tetric N-Ceram Bulk Fill con 139.92 Mpa seguida por la Filtek Z350 XT con 130.13Mpa y la Tetric N-Ceram con 97.64 Mpa; Filtek Bulk Fill es la que muestra la menor resistencia a la flexión la con 93.71Mpa.

Tabla 2

Comparación de medias de resistencia a la flexión de resinas dentales, medidas en megapascuales (Mpa)

Espécimen	Filtek Bulk Fill 3M ESPE	Filtek Z350 XT 3M ESPE	Tetric N-Ceram Bulk Fill (IVOCLAR)	Tetric N- Ceram (IVOCLAR)
1	93,53	125,24	139,01	100,48
2	89,96	123,82	152,88	96,25
3	102,27	138,80	133,38	94,88
4	92,41	139,28	142,85	103,25
5	101,23	124,15	147,36	104,98
6	86,29	126,02	128,54	94,27
7	86,41	125,94	144,94	98,62
8	94,08	137,57	132,18	92,08
9	94,30	128,43	136,03	94,91
10	96,75	132,02	142,05	96,65
Média	93,71	130,13	139,92	97,64

Nota. En esta tabla se muestran los resultados de las mediciones de flexión realizados a cada muestra (espécimen) de las resinas Bulk Fill y nanocompuestas (de las marcas 3M ESPE e Ivoclar Vivadent) así como las medias (promedios) obtenidas en cada tipo de resina.

Flores (2017), comenta que para determinar el tipo de prueba estadística a utilizar es indispensable determinar la forma como se distribuyen los datos, es decir si provienen o no de una distribución simétrica (normal) y que existen diferentes estadísticos de prueba como las de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk o las de sesgo y curtosis. Dado que las muestras, en la presente

investigación, son menores a 50 se ejecutó la prueba de Shapiro-Wilk con un p valor $\leq 0,05$ ($p \leq 5$) que se muestra en la tabla 3; al realizar la prueba observamos que no todas las variables poseen una distribución simétrica de sus datos, por los que deberíamos recurrir a una prueba no paramétrica para continuar con los análisis de prueba de hipótesis.

Tabla 3

Test de normalidad de datos sobre las pruebas de compresión y flexión de resinas dentales

Variables	Resina sometida a prueba	Test de Shapiro-Wilk		
		Estadístico de prueba	gl	Signific.
Resistencia a la Compresión	Filtek Bulk Fill	,735	10	,002
	Filtek Z350 XT	,935	10	,494
	Tetric N-Ceram Bulk Fill	,921	10	,368
	Tetric N Ceram	,886	10	,153
Resistencia a la Flexión	Filtek Bulk Fill	,940	10	,555
	Filtek Z350 XT	,832	10	,035
	Tetric N-Ceram Bulk Fill	,984	10	,982
	Tetric N Ceram	,954	10	,719

Nota. En la tabla se muestran las pruebas de normalidad, de Shapiro-Wilk, realizadas tanto a los resultados de compresión como de flexión, con la finalidad de decidir si aplicamos pruebas estadísticas paramétricas o no paramétricas.

En la Tabla 4 se muestra del análisis de varianza (ANOVA), este método, según Triola (2014), nos permite analizar si tres o más promedios poblacionales son diferentes o son equivalentes, refiere además que, si bien se requiere que las distribuciones sean simétricas y las distribuciones estándar o varianzas sean también iguales, estas no son requisitos indispensables, por cuanto el método funciona muy bien. El mismo autor dice, que un p-valor de 0,05 o menor, da lugar al rechazo

de la hipótesis nula de igualdad de medias y valores superiores a esta nos llevan al no rechazo de la hipótesis nula. Teniendo en cuenta esta referencia, los datos de la presente investigación, se sometieron a prueba con un p-valor $\leq 0,05$ ($p \leq 0,05$), obteniéndose un nivel de significancia de 0,00; lo cual conduce a afirmar que las medias de las muestras sometidas a prueba son estadísticamente diferentes.

Tabla 4

Análisis de varianza de la resistencia a la compresión y flexión de resinas dentales (ANOVA)

Variables	Comparaciones	Suma de cuadrados	gl	Promedio cuadrático	F	Signific.
Resistencia a la Compresión	Entre los grupos	24372,135	3	8124,045	20,508	,000
	Dentro de grupos	14261,211	36	396,145		
	Total	38633,346	39			
Resistencia a la Flexión	Entre grupos	15937,100	3	5312,367	148,963	,000
	Dentro de grupos	1283,840	36	35,662		
	Total	17220,940	39			

Nota. En esta tabla, se describe los resultados del análisis de varianza de un factor a las que fueron sometidas, los resultados de las mediciones de compresión y flexión de las muestras de resinas Bulk Fill y Nanocompuestas, para establecer si existen diferencia o no entre ellas.

La Tabla 5 contiene la prueba post Hoc de Tukey, sobre los resultados de resistencia compresiva, con una significancia de 0,05, se observa que el menor promedio le corresponde al composite Tetric N Ceram Bulk Fill con 192,89Mpa; entre los resultados de las resinas Filtek Bulk Fill con 219,98Mpa y Tetric N Ceram con 228,01Mpa existen diferencias, pero no son significativos; el mayor promedio la presenta la resina Filtek Z350 XT con 262,07Mpa. Analizando en conjunto

se observa que existen diferencias significativas entre la resina Tetric N Ceram Bulk Fill, siendo ésta la que tiene menor resistencia a las fuerzas de compresión, con el grupo formado por los composites Filtek Bulk Fill y Tetric N Ceram, que tienen una resistencia intermedia a las fuerzas de compresión, y la resina Filtek Z350 XT, que muestra una resistencia a la compresión superior que las demás.

Tabla 5*Test de Tukey sobre los resultados de resistencia a la compresión de resinas dentales*

Tipo de Resina		N	Alfa = 0,05		
			1	2	3
HSD Tukey	Tetric N Ceram Bulk Fill	10	192,89		
	Filtek Bulk Fill	10		219,98	
	Tetric N Ceram	10		228,01	
	Filtek Z350 XT	10			262,07
	Signific.		1,00	,08	1,00

Nota. En esta tabla se muestra el test de Tukey, aplicado a los resultados obtenidos al realizar las pruebas de compresión, para establecer si las diferencias encontradas son o no significativas.

De la misma forma en la Tabla 6 se muestran las pruebas post Hoc, de resistencia a la flexión, con una significancia de 0,05, según el test de Tukey, se observa que los menores promedios les corresponden a las resinas Filtek Bulk Fill con 93,71Mpa y Tetric N Ceram con 97,94Mpa, que si bien son diferentes pero sus diferencias no son significativas; los resultados de las mediciones de resistencia a la flexión realizadas a las muestras resina Filtek Z350 XT presentan una media de 130,13Mpa; la Tetric N Ceram Bulk Fill presenta

una media de 139,92Mpa siendo esta mayor que las demás. Al hacer un análisis en conjunto encontramos que hay diferencias notables estadísticamente en cuanto a resistencia a la flexión entre el grupo formado por la Filtek Bulk Fill y Tetric N Ceram, que presentan menor resistencia a la flexión, la resina Z350 3M ESPE que presenta una resistencia a la flexión intermedia, en comparación con las demás y la resina Tetric N Ceram Bulk Fill, que presenta una mayor resistencia a la flexión.

Tabla 6*Test de Tukey sobre los resultados de resistencia a la flexión de resinas dentales*

Tipo de Resina		N	Alfa = 0,05		
			1	2	3
HSD Tukey	Filtek Bulk Fill	10	93,7080		
	Tetric N Ceram	10	97,9370		
	Filtek Z 350 XT	10		130,1270	
	Bulk Fill Tetric N Ceram	10			139.9220
	Signific.		.401	1.000	1.000

Nota. En esta tabla se muestra la prueba de Tukey, aplicado a los datos obtenidos sobre las pruebas de resistencia a la flexión, a las que fueron sometidas las resinas dentales, para establecer si las diferencias encontradas son o no significativas.

Discusión

El objetivo de esta investigación fue y contrastar la resistencia a las fuerzas de compresión y flexión que experimentan las resinas (composites) Bulk: Filtek Bulk Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill, con resinas (composites) nanocompuestas Filtek Z350 XT (3M-ESPE) y Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent), activadas con luz LED.

Resumiendo, los resultados obtenidos, tenemos que Filtek Z350 XT 3M ESPE mostró una resistencia compresiva superior alcanzando 262,07Mpa, seguida por Tetric N Ceram con 228,01Mpa, Filtek Bulk Fill 3M ESPE con 219,98Mpa y Tetric N Ceram Bulk Fill 192,89Mpa que mostró la menor resistencia. En cuanto a la resistencia a la flexión, la Tetric N Ceram Bulk Fill mostró mayor resistencia flexural con 139,92Mpa, Filtek Z350 XT 3M ESPE, una resistencia intermedia de 130,13Mpa, Tetric N Ceram con 97,64Mpa y Filtek Bulk Fill 3M ESPE con 93,71Mpa mostraron una menor resistencia; con diferencias notables entre las resinas en ambas variables estudiadas. Lo destacable que se observa en esta investigación es, que las resinas nanocompuestas ofrecen mayor resistencia compresiva

pero una resistencia a la flexión intermedia, estos datos son importantes porque no ayudarían a tomar una mejor decisión a la hora de elegir los materiales restaurativos. En cuanto a la resistencia a la flexión, la resina Bulk Fill Tetric N-Ceram es la que ofrece mayor resistencia flexural y la menor resistencia la observamos en la resina Bulk Fill de 3M.

Los resultados al compararlos con los hallazgos de García (2021), se encuentran algunas coincidencias y diferencias, quien al examinar la resistencia a la flexión de 3 resinas dentales encontró que la Filtek Z350 XT (3M) mostró una resistencia promedio de 145,94 Mpa, Tetric N Ceram (Ivoclar Vivadent) de 128,06 y Forma (Ultradent) 166,1 Mpa, pero estadísticamente no encontró diferencias significativas. Estos resultados, específicamente, las de Tetric N Ceram, difiere con nuestra investigación, donde Tetric N Ceram alcanzó una media de 97,64 Mpa y en cuanto a Filtek Z350 XT (3M) los resultados son semejantes.

También se encuentran diferencias con los resultados de Hiriotappa et al. (2020) quienes examinaron la resistencia a la flexión de cinco resinas

compuestas y encontraron que Sonic-Fill mostró 138.9 Mpa, Filtek Bulk Fill-Posterior 118.3 Mpa, Tetric N-Ceram Bulk Fill 114.6 Mpa, Tetric Flow BF 86.0 y Surefill SDR 84.3Mpa; precisan además que Sonic Fill fue significativamente mayor que las demás. Las resistencias a la flexión alcanzadas por Filtek Bulk Fill de 3M (118,3 Mpa) y Tetric N Ceram bulk Fill (114,6 Mpa), difieren con nuestros resultados, principalmente Filtek Bulk Fill 3M que alcanzó 93,71 Mpa y con Tetric N Ceram Bulk Fill que alcanzó 139,92 Mpa.

Se encuentran concordancias con el estudio de Beshr y Abdullah (2020), ellos compararon la dureza y la resistencia compresiva de las resinas Tetric N-Ceram Bulk Fill y Tetric N Ceram, al realizar el análisis y las pruebas estadísticas no encontraron diferencias significativas con relación a la dureza. Con respecto a la resistencia a la compresión si encontraron diferencias estadísticamente significativas, siendo el composite Tetric N Ceram la que alcanzó una resistencia compresiva superior, análisis que es coincidente con el nuestro puesto que también encontramos diferencias estadísticamente significativas, donde la Tetric N Ceram alcanzó la mayor resistencia.

Se encontró diferencias con el estudio realizado de Warangkulkasemkit y Pumpaluk (2019), ellos al evaluar la resistencia compresiva, de flexión y microdureza de los composites Filtek Z350 XT, Filtek Bulk fill, and MultiCore Flow; encontraron que Filtek Z350 obtuvo 283.43 Mpa, Filtek Bulk fill 239.75Mpa y MultiCore Flow 193.25Mpa; en a la resistencia a la flexión encontraron que Filtek Z350 obtuvo 125.22Mpa, Filtek Bulk fill 142.43Mpa y MultiCore Flow 114.71Mpa., pero no encontraron diferencias estadísticas significativas, destacando que Filtek Z350 XT alcanzó una resistencia compresiva superior y Filtek Bulk Fill 3M obtuvo una mayor resistencia a la flexión. En nuestra investigación, Filtek Bulk Fill 3M ESPE mostró menor resistencia compresiva con un promedio de 219,98Mpa y Filtek Z350 XT 3M ESPE mostró una mayor resistencia con 262,07Mpa; con relación a resistencia flexural, Filtek Bulk Fill 3M ESPE alcanzó una media de 93,71Mpa, Filtek Z350 XT 3M ESPE 130,13Mpa; el análisis estadístico muestra diferencias significativas. La diferencia radica en que, en nuestra investigación, la resina Filtek Z350 XT mostró una resistencia superior tanto a la compresión como a la flexión.

Otro estudio con cuyos resultados también se encuentran diferencias es el desarrollado por Peñafiel et al. (2019); que, al evaluar la resistencia a las fuerzas compresivas de composites dentales, Filtek Z350 XT alcanzó 177,05 Mpa y Filtek Bulk Fill 172,305 Mpa; si bien Filtek Z350XT mostró mayor resistencia a la compresión, pero las diferencias no fueron significativas. La diferencia radica en que, en nuestra investigación, los valores alcanzados son mayores, Filtek Bulk Fill 3M ESPE alcanzó una media de 219,98Mpa y Filtek Z350 XT

3M ESPE 262,07Mpa; con resultados estadísticamente diferentes.

Igualmente se hallan diferencias con el estudio realizado por Sadananda-Bhat et al. (2017), que compararon la resistencia a la compresión y flexión de composites Filtek Bulk Fill (3M ESPE), Bulk Fill floable SDR (Dentplay) y Tetric N Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent). En resistencia a la flexión encontraron que Filtek Bulk Fill obtuvo 141.44 Mpa, y Tetric N Ceram Bulk Fill obtuvo 128.32Mpa; en resistencia compresiva Filtek Bulk Fill obtuvo 318.49 Mpa y Tetric N Ceram Bulk Fill obtuvo 267.24Mpa; con diferencias considerables ($p < 0.001$) entre los grupos en ambas variables. En nuestro estudio encontramos valores diferentes por cuanto para la compresión Filtek Bulk Fill 3M alcanzó 219.98 Mpa y Tetric N Ceram Bulk Fill 192,89 Mpa, y para la flexión Filtek Bulk fill 3M ESPE alcanzó 93,71Mpa y Tetric N Ceram Bulk Fill alcanzó 139,92 Mpa, esta última cifra se asemeja con las del estudio; difieren con Filtek Bulk Fill 3M que en nuestro estudio obtuvo los menores valores.

Encontramos similitud con el estudio de Ramdas et al. (2017) ellos al contrastar la resistencia compresiva y de flexión de resinas nanocompuestas encontraron que, la resistencia compresiva de Filtek Z250 fue de 255.29, Filtek Z350XT de 256.16, Tetric N Ceram de 180.38 y para Brilliant NG de 218.00 Mpa; la resistencia a las fuerzas de Flexión para Filtek Z250 fue de 122.00Mpa, Filtek Z350XT 124.26Mpa, Tetric N Ceram 79.05Mpa y para Brilliant NG 89.62Mpa; no encontraron diferencias notables entre la Filtek Z250 y Filtek Z350 XT pero si con los composites Tetric N Ceram y Brilliant, siendo Filtek Z350 XT la que mostro una superior resistencia compresiva y de flexión. Las resistencias alcanzadas por Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram son comparables con nuestros resultados por cuanto encontramos igualmente diferencias significativas entre ellas siendo Filtek Z350 XT la alcanzó una superior resistencia compresiva y de flexión.

Del análisis comparativo con los antecedentes se desprende que la resina Filtek Z330-3M, es la que ofrece mayor resistencia compresiva, resultado que es coincidente con el nuestro; en resistencia a la flexión los resultados son mas dispersos, en algunos estudios la que ofrece mayor resistencia a la flexión es la Filtek Z350-3M, en otras es la Bulk Fill-3M, resultados que son discrepantes con este estudio donde la resina Bulk Fill Tetric-N Ceram fue la que mostró mayor resistencia; pero en todos los casos están dentro de los parámetros de permisividad establecidos.

Conclusiones

La resina Filtek Z350 XT (3M) muestra un a superior resistencia a la compresión, seguida por la Tetric N-Ceram y Bulk Fill 3M, la menor resistencia es

En resistencia a la flexión Tetric N-Ceram Bulk Fill presenta una mayor resistencia, seguida por Filtek Z350 XT 3M y Tetric N-Ceram; la menor resistencia es alcanzada por Bulk Fill 3M. En ambas características evaluadas, las diferencias fueron estadísticamente significativas.

Dentro del análisis comparativo con los antecedentes, Filtek Z350 XT (3M) ofrece mayor resistencia a la compresión, que coincide con este estudio; Bulk Fill 3M en resistencia a la flexión, en otros estudios destaca la Filtek Z350; las cuales son discrepantes con esta investigación.

Las resistencias de compresión y flexión alcanzadas por todas las resinas examinadas estuvieron dentro de los parámetros de permisividad establecidos.

Recomendaciones

Las resinas examinadas pueden ser usadas en los tratamientos respectivos, por cuanto sus propiedades de resistencia a la compresión y flexión estuvieron dentro de los parámetros permitidos.

Se recomienda el empleo de resinas Bulk Fill para las restauraciones dentales, en niños, por cuanto al permitirnos incrementos de hasta 4mm, ayudaría disminuir los tiempos operatorios, teniendo en cuenta, además, la poca tolerancia que pueden mostrar los niños en la atención odontológica

Se recomienda continuar con investigaciones relacionadas con las características que poseen las resinas de uso odontológico, con la finalidad de generar mayor evidencia para su mejor elección.

Referencias

Beshr M., & Abdullah, A. (2020). An in vitro comparative study of mechanical properties between bulk-fill composite and conventional composite. *International Journal of Applied Dental Sciences*, 6(1), 90-93. <https://www.oraljournal.com/pdf/2020/vol6issue1/PartB/6-1-7-987.pdf>

García, A. (2021). *Estudio comparativo de la resistencia a la flexión de 3 resinas compuestas* [Tesis de especialidad, Universidad Autónoma de Querétaro]. Repositorio institucional TESIUAQ. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/2855>

Hassan, S. (2014). An Evaluation of Mechanical Properties of Different Types of Composite Resins (An in vitro study). *Al-Rafidain Dent J*, 14(1), 123-131. <https://doi.org/10.33899/>

Hervás, A., Martínez, M., Cabanes, J., Barjau, A., & Fos, P. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 11, 215-20. <http://hdl.handle.net/10550/63556>

Hiriottappa, W., Kraisintu, P., Somyhokwilas, S., Klaisiri, A., & Peampring, C., Thamrongananskul, N. & Sriamporn, T. (2020). Comparison of Flexural Strength between Five Commercial Bulk-Fill Resin Composites. *Thammasat Medical Journal*, 20(2). <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/tmj/article/view/243130/165319>

Ilie, N., Hilton, T., Heintze, S., Hickel, R., Watts, D., Silikas, N., Stansbury, J., Cadenaro, M., & Ferracane, J. (2017). Academy of Dental Materials guidance—Resin composites: Part I - Mechanical properties. *Dent Mater*, 33(8). <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2017.04.013>

Internacional Organization for Standardization [ISO]. (2003). *ISO 3597-3, Textile-glass-reinforced plastics — determination of mechanical properties on rods made of roving-reinforced resin — part 3: determination of compressive strength, Second edition*. www.iso.org

Internacional Organization for Standardization [ISO]. (2000). *ISO 4049. Dentistry-polymer-based filling, restorative and luting materials (Third edition)*. www.iso.ch

Loarte, G., Perea, E., Portilla, S., & Juela C., (2019). Fundamentos para elegir una resina dental. *Revista Oactiva UC Cuenca*, 4(Esp), 55-62. <https://doi.org/10.31984/oactiva.v4iEsp.408>

Lowe, R. (2015). Advances in Composite Resin Materials, The material science behind modern restoratives. *Inside Dentistry*, 11(12). <https://www.shofu.com/wp-content/uploads/Composite-Resin-Materials-Article-US-Inside-Dentistry.pdf>

Meenakumari, C., Bhat, K. Bansal, R., & Singh, N. (2018). Evaluation of mechanical properties of newer nanoposterior restorative resin composites: An In vitro study. *Contemp Clin Dent*, 9, 142-146. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_160_18

Peñafiel, M., Quisigüña, S., Alban, C., & Robalino, H. (2019). Comparación de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas híbrida, nanohíbrida y bulk fill. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 3(3), 585-595. [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(3\).septiembre.2019.585-595](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(3).septiembre.2019.585-595)

- Rachmia, Y., & Fauziyah, S. (2019). Dental composite resin: A review. *AIP Conference Proceedings*, 2193(1). <https://doi.org/10.1063/1.5139331>
- Ramdas, R., Jayasree, S., Ramesh, K., Balan, P., Rajeeesh, M., & Semeer, A. (2017). Comparative Evaluation of Compressive and Flexural Strength of Newer Nanocomposite Materials with Conventional Hybrid Composites-An Invitro Study. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 16(12), 65-69. <https://doi.org/10.9790/0853-1612046569>
- Rodríguez, G., Douglas, R., Pereira, S., & Natalie, A. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezonala*, 46(3). https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026
- Ruiz J., Ceballos L., Fuentes M., Osorio R., Toledano M., & García, F. (2003). Propiedades mecánicas de resinas compuestas modificadas o no con políácidos. *Avances en Odontoestomatología*. 19(6), 291-297. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852003000600005
- Sabbagh, J., Vreven, J., & Leloup, G. (2002). Dynamic and static moduli of elasticity of resin-based materials. *Dent Mater*; 18(1), 64-71. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(01\)00021-5](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(01)00021-5)
- Sadananda, V., Bhat, G., & Hegde, M. (2017). Comparative Evaluation of Flexural and Compressive Strengths of Bulk-Fill composites. *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research*, 7(1). https://researchgate.net/publication/314086866_COMPARATIVE_EVALUATION_OF_FLEXURAL_AND_COMPRESSIVE_STRENGTHS_OF_BULK-FILL_COMPOSITES
- Söderholm, K. (2012). Fracture of Dental Materials. InTech. <https://doi.org/10.5772/48354>
- Triola, M. (2009). *Estadística* (Décima Edición). Pearson Educación.
- Warangkulkasemkit, S., & Pumpaluk, P. (2019). Comparison of physical properties of three commercial composite core buildup materials. *Dental Materials Journal*, 38(2), 177–18. <https://doi.org/10.4012/dmj.2018-038>.
- Yadav R., & Kumar, M. (2019) Dental restorative composite materials: A review. *Journal of Oral Biosciences*, 61, 78-83. <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.04.001>