

Resistencia a la fractura de 2 materiales para reconstrucción coronal en molares tratados endodónticamente. Estudio *in- vitro*

Fracture Resistance of Two Materials for Coronal Restoration in Endodontically Treated Molars: An *In Vitro* Study

González Martínez Leidy Yineth¹, Palacios León Angie Stefania²

¹ Estudiante del posgrado de Prostodoncia de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC ; Bogotá; Colombia; lygonzalez@unicoc.edu.co

² Estudiante del posgrado de Prostodoncia de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC ; Bogotá; Colombia; aspalacios@unicoc.edu.co

RESUMEN

Introducción: El objetivo de este estudio fue evaluar la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente restaurados coronalmente mediante la reconstrucción del muñón utilizando diferentes materiales: fibras de polietileno, resina compuesta reforzada con fibras cortas (SFC) y resina compuesta Bulk-Fill utilizada como grupo control.

Materiales y métodos: Se distribuyeron aleatoriamente cuarenta y cinco molares humanos tratados endodónticamente en tres grupos de 15 dientes cada uno. La preparación de las cavidades se estandarizó para todos los especímenes con las siguientes dimensiones: grosor de la pared vestibular–palatina/lingual de 2,5 mm, altura de las paredes mesial y distal de 3,5 mm y grosor de las paredes de 2 mm. El Grupo 1 fue restaurado utilizando fibras de polietileno Ribbond; el Grupo 2 fue restaurado con resina compuesta reforzada con fibras cortas EverX Posterior; y el Grupo 3 como grupo control, restaurado con resina compuesta Filtek™ One Bulk Fill (3M). Todos los especímenes fueron sometidos a pruebas de resistencia a la fractura utilizando una máquina de ensayo universal, aplicando una carga axial compresiva hasta que se produjo la fractura. **Resultados:** Tras el análisis estadístico, EverX Posterior presentó la mayor resistencia a la fractura y la menor dispersión de datos, sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos según ANOVA. En cuanto al tiempo hasta la fractura, se observaron diferencias significativas: Ribbond mostró el mayor tiempo promedio, pero con alta variabilidad. Las pruebas no paramétricas confirmaron estas diferencias, destacando una mayor consistencia en los resultados para EverX Posterior y Bulk Fill. **Conclusión:** Se concluyó que EverX Posterior presentó la mayor resistencia a la fractura y los resultados más consistentes, seguido por Filtek™ Bulk Fill. Ribbond, a pesar

de su menor resistencia, presentó el mayor tiempo antes de la fractura. Todos los materiales evaluados resultaron opciones viables para la reconstrucción de muñones en molares tratados endodónticamente.

ABSTRACT

Introduction: The objective of this study was to evaluate the fracture resistance of endodontically treated teeth restored coronally through core build-up using different materials: polyethylene fibers, short fiber–reinforced composite resin (SFC), and Bulk-Fill composite resin, which served as the control group. **Materials and methods:** Forty-five endodontically treated human molars were randomly distributed into three groups of 15 teeth each. Cavity preparation was standardized for all specimens with the following dimensions: buccal–palatal/lingual wall thickness of 2.5 mm, mesial and distal wall height of 3.5 mm, and wall thickness of 2 mm. Group 1 was restored using Ribbond polyethylene fibers; Group 2 was restored with EverX Posterior short fiber–reinforced composite; and Group 3 served as the control group, restored with Filtek™ One Bulk Fill composite resin (3M). All specimens were subjected to fracture resistance testing using a universal testing machine, applying axial compressive load until fracture occurred. **Results:** Following statistical analysis, EverX Posterior exhibited the highest fracture resistance and the lowest data dispersion, with no statistically significant differences between groups according to ANOVA. Regarding the time to fracture, significant differences were observed: Ribbond showed the highest average time, but with high variability. Non-parametric tests confirmed these differences, highlighting greater consistency in the results for EverX Posterior and Bulk Fill. **Conclusion:** It was concluded that EverX Posterior exhibited the highest fracture resistance and most consistent results, followed by Filtek™ Bulk Fill. Ribbond, despite lower resistance, had the longest time before fracture. All materials tested were viable options for core build-up in endodontically treated molars.

PALABRAS CLAVE: Resistencia a la fractura, materiales para reconstrucción coronal, dientes tratados endodónticamente, molares, fibras de polietileno Ribbond, EverX Posterior, resina Filtek™ One Bulk Fill, restauraciones adhesivas, biomimética, adhesión.

KEYWORDS: Fracture resistance, coronal build-up materials, Endodontically treated teeth, Molars, Ribbond polyethylene fibers, EverX Posterior, Filtek™ One Bulk Fill resin, adhesive restorations, biomimetics, adhesion.

INTRODUCCIÓN

La restauración de dientes tratados endodónticamente representa uno de los mayores desafíos en la odontología restauradora moderna. Estos dientes, a diferencia de los vitales, presentan una mayor susceptibilidad a la fractura debido a factores como la pérdida excesiva de estructura dental, la deshidratación de la dentina y las alteraciones en la distribución de las fuerzas oclusales tras el tratamiento endodóntico.(1) (2) (3)La combinación de estos factores biomecánicos genera un compromiso estructural significativo, haciendo indispensable una planificación restauradora que refuerce la integridad del diente y prolongue su funcionalidad clínica.(4)

Tradicionalmente, la rehabilitación de dientes desvitalizados incluía técnicas invasivas como la colocación de postes metálicos y coronas convencionales, procedimientos que, aunque efectivos, implicaban una pérdida adicional de tejido dental. (5)Actualmente, el enfoque restaurador ha evolucionado hacia alternativas más conservadoras y biomiméticas, buscando preservar la mayor cantidad posible de tejido sano y utilizando biomateriales que imiten las propiedades físicas de la estructura dental original.(6)(7)

El éxito clínico de las restauraciones en dientes tratados endodónticamente no solo depende de la elección del material, sino también de la cantidad de estructura dental remanente y de la calidad de la adhesión entre el biomaterial y el diente. (8) (9)La adecuada selección de los materiales restauradores, basados en sus propiedades mecánicas como el módulo de elasticidad y la resistencia a la fractura, es fundamental para optimizar los resultados clínicos y garantizar la supervivencia a largo plazo del diente restaurado.(10)(11)

Entre estas nuevas alternativas destacan los materiales restauradores reforzados con fibras, los cuales han demostrado mejorar la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente. En particular, las fibras de polietileno (como Ribbond) y las resinas compuestas reforzadas con fibras cortas (como EverX Posterior) han mostrado resultados prometedores en diversos estudios in vitro. Albar y Khayat (2022) reportaron que las restauraciones reforzadas con Ribbond alcanzaron valores de resistencia a la fractura de hasta 148.74 MPa, superando significativamente a las restauraciones sin refuerzo (130.08 MPa).(12)Por otro lado, Garoushi et al. encontraron que EverX Posterior presenta una

resistencia a la flexión de 124 MPa y una resistencia a la fractura de 2.9 MPa. Estos materiales, gracias a su capacidad para redistribuir y disipar las tensiones, promueven un comportamiento biomecánico más favorable, reduciendo la propagación de grietas y aumentando la longevidad de las restauraciones.(10)(13)

En este contexto, el presente estudio *in vitro* tiene como objetivo evaluar la resistencia a la fractura de dos tipos de reconstrucciones coronales reforzadas con fibras de polietileno Ribbond y EverX Posterior y Resina Filtek one Fill 3M (grupo control), en molares tratados endodónticamente.

MATERIALES Y METODOS

Se llevó a cabo un estudio experimental *in vitro*, adscrito a la línea de investigación en biomateriales y procesos de laboratorio dental. El estudio fue realizado en el laboratorio de la Fundación Universitaria CIEO-UniCIEO. Con una muestra conformada por 45 molares humanos, distribuidos en 3 grupos. La muestra se distribuyó en tres grupos de 15 especímenes cada uno, conforme a la norma ISO 9917-1 (2017). El primer grupo consistió para Ribbond, el segundo Everx posterior y el tercero correspondió para la resina Filtek™ One Bulk Fill 3M siendo este el grupo control (Fig.1). Los dientes seleccionados presentaban integridad coronal y radicular adecuada y fueron tratados endodónticamente para cumplir los criterios de inclusión. Se excluyeron dientes vitales, dientes con fracturas de instrumentos en conductos radiculares o destrucción coronal severa (Fig.2).

Figura 1

Dientes molares del estudio



Fuente: Elaboración propia

Figura 2

Tratamiento convencional de conductos - Radiografías



Fuente: Elaboración propia

Procedimiento

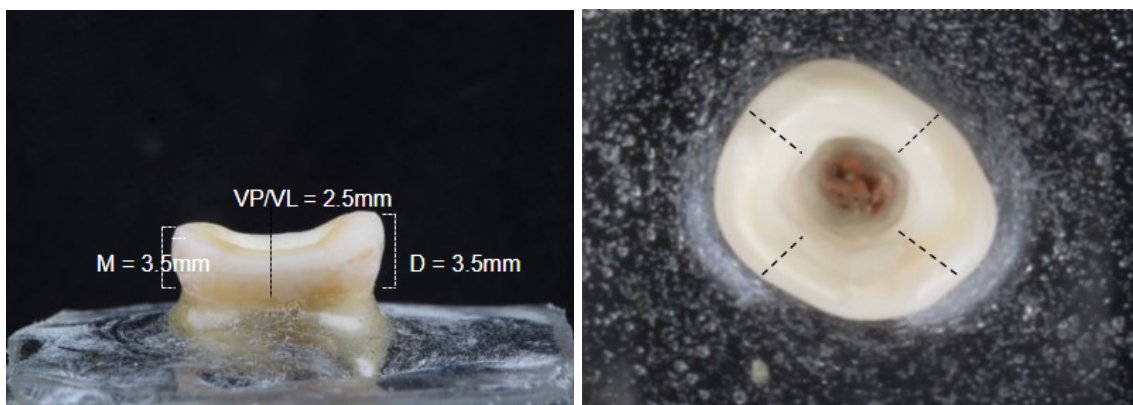
Los dientes fueron inicialmente desinfectados en solución de Cloramina al 0,5% durante 24 horas y almacenados posteriormente en solución salina al 0,9% (NaCl) para mantener su hidratación. A cada molar se le realizó tratamiento endodóntico estandarizado utilizando el sistema rotatorio HYFLEX EDM (COLTENE), empleando hipoclorito de sodio al 5,25% como irrigante y cemento sellador AH Plus. Posteriormente, se estandarizó una preparación cavitaria en cada diente, manteniendo paredes de 2.5 mm en las caras vestibular y palatina, y 3.5 mm en las paredes mesial y distal, con un espesor mínimo de 2 mm. La preparación fue realizada bajo magnificación con microscopio dental y motor eléctrico controlado (Fig.3).

Una vez realizadas las preparaciones, los especímenes fueron incrustados en resina epóxica, dejando expuesta la estructura dental hasta 2 mm por debajo de la unión cemento-esmalte. Esta estandarización buscó garantizar la uniformidad de las condiciones experimentales. (Fig.4). Posteriormente, se procedió a la restauración de cada grupo según el material asignado. En el Grupo 1 (Ribbond), se aplicó un sistema adhesivo universal (All Bond Universal), se impregnó la fibra Ribbond con PermaSeal y se posicionó cuidadosamente sobre una capa de resina no polimerizada (Filtek™ One Bulk Fill 3M). Luego, se fotopolimerizó por 40 segundos y se cubrió con más resina para completar la restauración (Fig.5). En el Grupo 2 (EverX Posterior), se aplicó el adhesivo universal siguiendo la técnica recomendada, y las cavidades fueron restauradas utilizando EverX Posterior colocado en incrementos de 2 mm de espesor, polimerizando cada capa de manera individual (Fig.6). En el Grupo 3 (Control), se aplicó el mismo adhesivo y se realizó la restauración con resina bulk fill Filtek™ One Bulk Fill 3M en capas de hasta 4 mm, de acuerdo con las especificaciones del fabricante (Fig.7). Todos los procedimientos restauradores fueron llevados a cabo siguiendo estrictos protocolos de manipulación y fotopolimerización con una lámpara LED de alta intensidad. (Valo Grand)

Posteriormente, las muestras restauradas fueron almacenadas en agua destilada a 37°C durante 24 horas antes de ser sometidas a la prueba mecánica de resistencia a la fractura. (Fig.8). Esta prueba se realizó en una máquina de ensayos universales, aplicando una carga de compresión axial hasta la fractura de cada espécimen. Se registró la fuerza máxima soportada en Newtons (N) (Fig.9).

Figura 3

Diseño de la cavidad: Estandarización de las paredes del remanente dental



Fuente: Elaboración propia

Figura 4

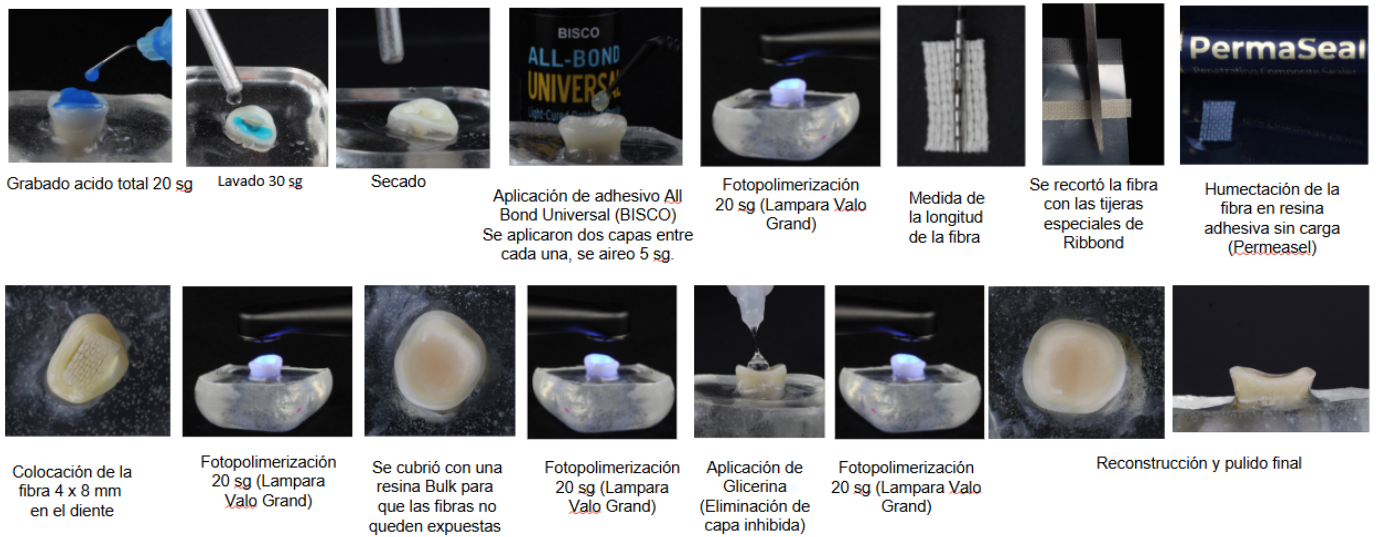
Dientes Molares incrustados en resina Epoxi



Fuente: Elaboración propia

Figura 5

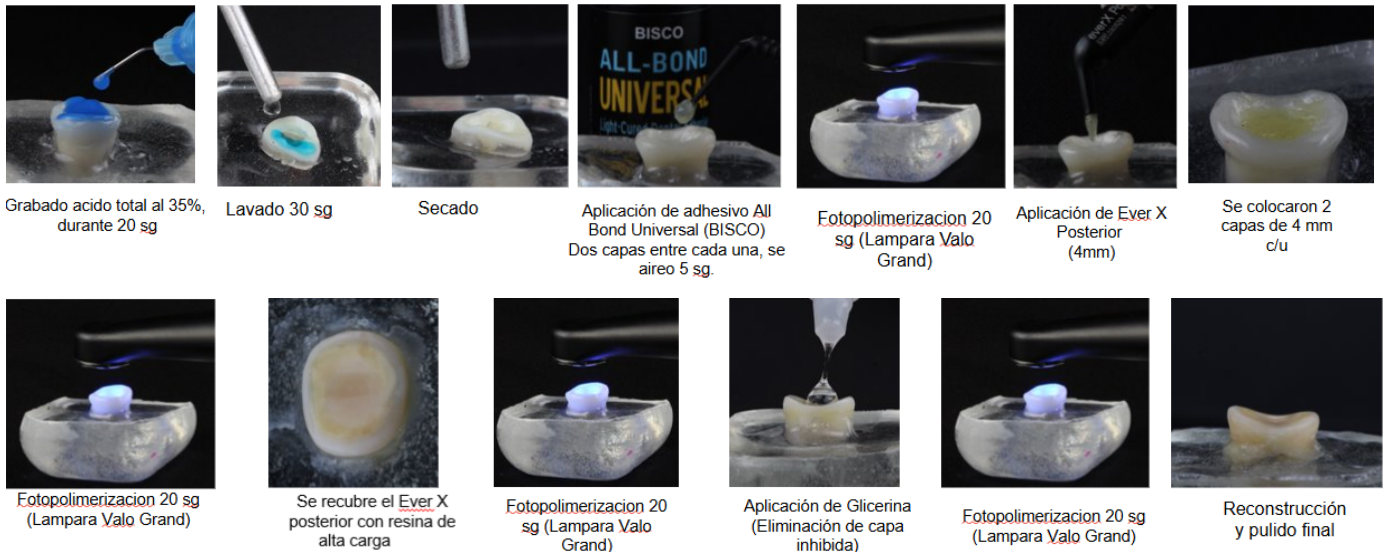
15 muestras para reconstrucción coronal con fibra Ribbond



Fuente: Elaboración propia

Figura 6

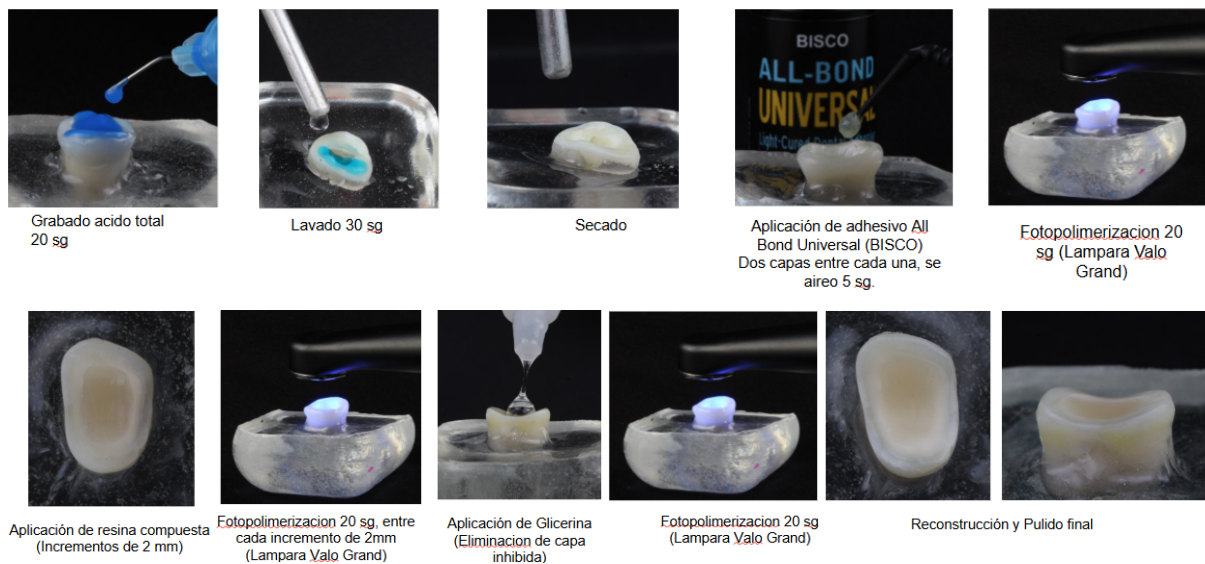
15 muestras de composite Ever x Posterior



Fuente: Elaboración propia

Figura 7

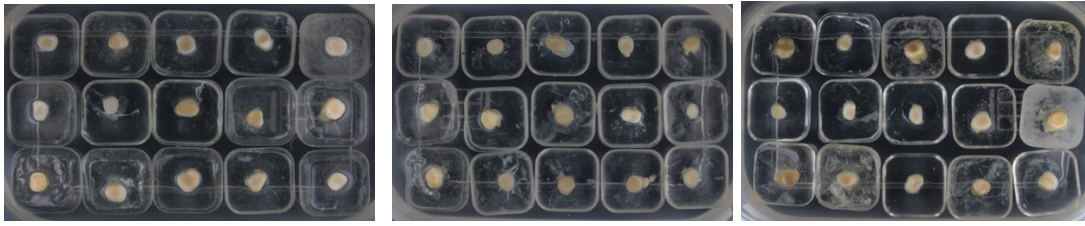
15 muestras de Resina Filtek™ Bulk Fill 3M



Fuente: Elaboración propia

Figura 8

Muestras restauradas fueron almacenadas en agua destilada a 37°C durante 24 horas



Fuente: Elaboración propia

Figura 9

Instron aplicando fuerzas compresivas a Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3.



Fuente: Elaboración propia

Análisis estadístico

Se llevó a cabo un análisis Univariado utilizando la prueba de Shapiro-Francia para evaluar la normalidad de la distribución de los datos de resistencia a la fractura. En el análisis descriptivo, se calcularon las medianas y los rangos intercuartílicos para describir la resistencia a la fractura de acuerdo con el tipo de material: fibras Ribbond, EverX Posterior y resina Bulk Fill Filtek One. Para el análisis inferencial, las diferencias en la resistencia a la fractura entre los distintos grupos se analizaron mediante la prueba de análisis de varianza (ANOVA), seguida de una prueba de comparación múltiple post hoc de Tukey. Asimismo, las diferencias en el tiempo hasta la fractura entre los materiales se evaluaron mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, seguida de la prueba de Nemenyi para comparaciones múltiples. En todos los casos, se consideró un valor de $p < 0,05$ como estadísticamente significativo.

RESULTADOS

La resistencia a la fractura de los especímenes se evaluó aplicando una carga axial compresiva mediante una máquina de ensayos universal, registrando los valores hasta alcanzar el punto de fractura. Los resultados obtenidos se expresaron en Newtons (N), como media $\pm$ desviación estándar.

Previo al análisis estadístico, se verificó la normalidad de la variable dependiente "Máximo de carga" mediante la prueba de Shapiro-Francia (W'). Se obtuvo un estadístico $W' = 0.97546$, valor cercano a 1, lo que indica un alto grado de ajuste a la distribución normal de los datos, y un valor de $p = 0.37934$ (mayor al nivel de significancia de 0.05). Estos resultados indican una distribución normal de los datos, por lo que se valida el uso de pruebas paramétricas, como el análisis de varianza (ANOVA), para comparar las medias entre los grupos experimentales (Tabla 1).

Tabla 1

Evaluación de la distribución de la variable máximo de carga

	Shapiro	Francia W'	Prueba de normalidad de los datos	
Variable	Obs	W'	z	Prob> z
MáximoCargaN	45	0.97546	0.307	0.37934

Nota: Estadístico de Shapiro-Francia (W'), Prob> z : valor p . Fuente: Elaboración propia

Para evaluar el cumplimiento del supuesto de normalidad de la variable "Tiempo máximo de resistencia", se aplicó la misma prueba de normalidad, la cual arrojó un estadístico W' de 0.73441 y un valor de $p = 0.00001$. Dado que el valor p fue inferior al nivel de significancia establecido ($p < 0.05$), se concluyó que los datos no siguen una distribución normal. Por lo tanto, se utilizaron pruebas no paramétricas, específicamente la prueba de Kruskal-Wallis, para su análisis estadístico (Tabla 2).

Tabla 2

Evaluación de la distribución de la variable tiempo máximo de resistencia

	Shapiro	Francia W'	Prueba de normalidad de los datos	
Variable	Obs	W'	z	Prob>z
Tiempo Máximo(~s)	45	0.73441	4.780	0.00001

Nota: Estadístico de Shapiro-Francia (W'), Prob>z: valor p . Fuente: Elaboración propia

Entre los materiales evaluados, EverX Posterior presentó la mayor resistencia a la fractura, con valores promedio superiores en 232,42 N y 102,56 N en comparación con Ribbond y la resina compuesta Filtek™ Bulk Fill (3M), respectivamente. Además, este material mostró la menor desviación estándar entre los grupos, lo que indica una menor dispersión de los datos y sugiere una mayor consistencia en los resultados obtenidos (Tabla 3).

Mediante el análisis de varianza (ANOVA) aplicado, se observó que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a la resistencia a la fractura ($p = 0,4996$). Por lo tanto, no se puede afirmar con certeza que alguno de los materiales evaluados presente una resistencia significativamente superior respecto a los otros, bajo las condiciones de este estudio. En contraste, sí se observaron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de resistencia máxima entre los grupos ($p < 0,001$).

En relación con el tiempo de resistencia a la fractura, el grupo restaurado con Ribbond presentó el mayor tiempo promedio antes de fracturarse (223,16 s), superando en 169,71 segundos al grupo restaurado con EverX Posterior (53,45 s) y en 174,79 segundos al grupo con resina Bulk Fill 3M (48,37 s). A su vez, EverX Posterior mostró un tiempo promedio ligeramente superior al de la resina Bulk Fill 3M, con una diferencia de 5,08 segundos. La prueba de Kruskal-Wallis evidenció una diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos ($H = 26,201$; $gl = 2$; $p < 0,001$), lo que indica que el comportamiento frente al tiempo de carga varió significativamente entre los materiales antes de fracturarse (Tabla 4).

Las comparaciones post hoc entre los tres grupos no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en las medias de la variable analizada. La diferencia de medias entre Ribbond y EverX Posterior fue de 232,424 unidades ($p = 0,728$);

entre Ribbond y resina Bulk 3M, de 130,479 unidades ($p = 1,000$); y entre EverX Posterior y resina Bulk 3M, de -101,945 unidades ($p = 1,000$). Aunque se observaron variaciones numéricas, ninguna de ellas fue estadísticamente significativa (Tabla 5).

Por otro lado, el análisis de comparación por pares evidenció diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la fractura entre el grupo Ribbond y los grupos EverX Posterior (diferencia de medias = -169,72 s ; $p = 0,000$) y resina Bulk 3M (diferencia de medias = -174,782 s; $p = 0,000$), lo cual indica que ambos materiales ofrecieron una resistencia significativamente superior al material reforzado con Ribbond. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre EverX Posterior y resina Bulk 3M (diferencia de medias = -506,253 s ; $p = 1,000$), a pesar de la diferencia numérica observada entre sus medias (Tabla 6).

Tabla 3

Comparación de medias de resistencia entre Ribbond, Everx posterior, Resina FILTEK™ ONE BULK 3M

Grupo		Frecuencia	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Grupo 1	Ribbond	15	1.527,14	662,46	588,68	2.804,96
Grupo 2	EverX Posterior	15	1.759,57	317,24	1.127,70	2.176,05
Grupo 3	Resina Bulk 3M	15	1.657,62	571,08	622,93	2.532,59
			gl	F		p valor
			2	0.71		0,4996

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Comparación de Tiempo máximo de resistencia entre Ribbond, Everx posterior, Resina FILTEK™ ONE BULK 3M mediante prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Grupo	Media	Frecuencia	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
1 Ribbond	223,16	15	103,59	60,3	360,00
2 Ever X Posterior	53,45	15	18,79	27,7	88,99
3 resina Bulk 3M	48,37	15	16,21	29, 5	79,60
			gl	Kruskall-Wallis	p valor
			2,00	26,201	<0,001

Nota: Valores de tiempo promedio (en segundos), desviación estándar, y rangos mínimo y máximo de resistencia a la fractura para cada grupo restaurador. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, considerando un nivel de significancia del 0,05. Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Comparación de medias de resistencia entre los grupos. Post hoc

Mean	Grupo 1 Ribbond	Grupo 2 EverX Posterior
Grupo 2 Ever X Posterior		
Diferencia de Medias	232,42	
Valor p	0,728	
Grupo 3 Resina Bulk 3M		
Diferencia de Medias	130,48	-101,95
Valor p	1,000	1,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Comparación de medias de resistencia a la fractura entre los materiales restauradores experimentales

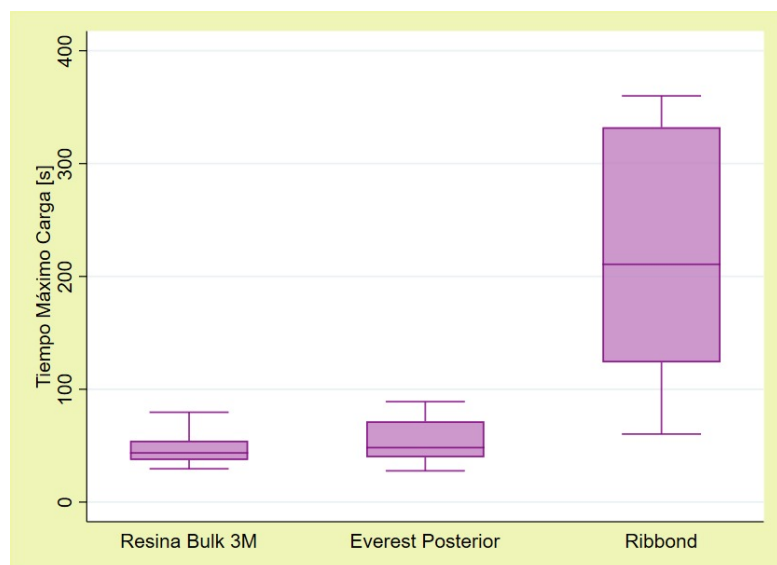
Mean	Grupo 1 Ribbond	Grupo 2 Ever X Posterior
------	-----------------	--------------------------

Grupo 2 Ever X Posterior		
Diferencia de Medias	-169,72	
Valor p	0,000	
Grupo 3 Resina Bulk 3M	-174,78	-506,25
	0,000	1,000

Nota : Las diferencias de medias fueron calculadas mediante prueba post hoc no paramétrica (Kruskal-Wallis). Se considera significancia estadística cuando $p < 0,05$.
Fuente: Elaboración propia

Figura 10

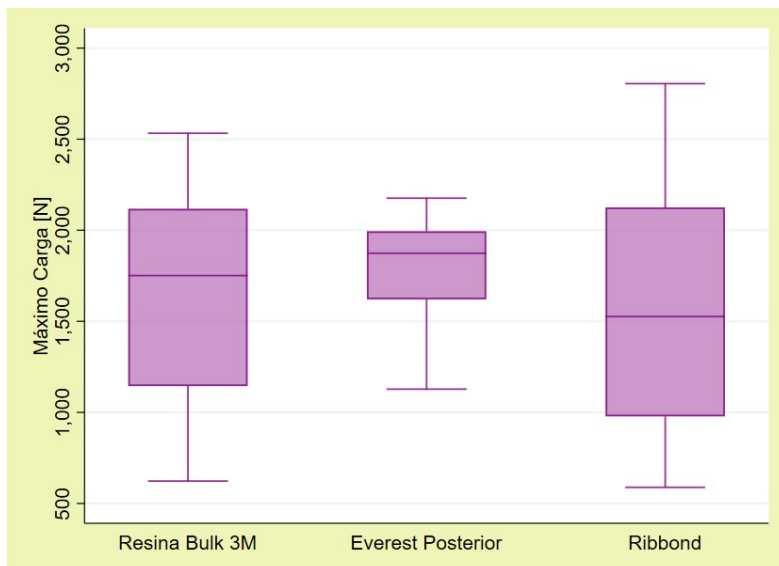
Comparación del Tiempo Máximo de Carga de los tres materiales restaurativos



Nota : Diagrama de caja y bigotes (*boxplot*) ilustra la distribución del tiempo máximo de carga (expresado en segundos) para los materiales Resina Bulk 3M, Everest Posterior y Ribbond. Fuente: Elaboración propia

Figura 11

Comparación de la capacidad de carga máxima entre los tres materiales restaurativos



Nota : Diagrama de caja y bigotes (*boxplot*) ilustra la distribución de la capacidad de carga máxima (medida en Newtons [N]) para tres materiales de restauración dental distintos: Resina Bulk 3M, Everest Posterior y Ribbond. Fuente: Elaboración propia

El análisis conjunto de la resistencia a la fractura y del tiempo máximo de carga reveló diferencias sustanciales entre los materiales evaluados. Ribbond presentó la mayor capacidad de resistencia prolongada, con una mediana de ≈ 210 s y un rango amplio (60–370 s), así como una carga máxima con mediana ≈ 1.500 N, pero con alta dispersión (600–2.900 N), reflejando comportamiento variable. EverX Posterior mostró medianas más altas en carga (≈ 1.850 N) y tiempos moderados (≈ 55 s), con rangos estrechos, lo que indica mayor estabilidad y predictibilidad. En tanto, Resina Bulk 3M registró medianas intermedias de carga (≈ 1.750 N) y los tiempos más bajos (≈ 40 s), también con baja variabilidad. Estos hallazgos sugieren que, aunque Ribbond soporta cargas mayores durante más tiempo, EverX Posterior y Resina Bulk 3M ofrecen comportamientos más consistentes ante esfuerzos mecánicos.

DISCUSIÓN

La restauración de un diente no vital tras un tratamiento endodóntico requiere comprender la elasticidad reducida del diente y la morfología de la estructura dental perdida, lo cual debe considerarse al seleccionar el material para la restauración. El rendimiento de un material restaurador dependerá significativamente de la configuración de la cavidad (factor C), el tamaño del diente, la forma, el espesor del material de reconstrucción y la

restauración, el área de superficie, el envejecimiento del material elegido y su capacidad para soportar las fuerzas de oclusión. (14)(15)(16)

En este estudio *in vitro* se comparó la resistencia a la fractura de dos tipos de material de reconstrucción coronal en molares tratados endodónticamente. Los resultados mostraron que el Grupo 2 (EverX Posterior) presentó los valores más altos de resistencia a la fractura, seguido por el Grupo 3 (Resina bulk 3M), mientras que el Grupo 1 (Ribbond) obtuvo los valores más bajos, no siendo estadísticamente significativos con G3.

Estos hallazgos concuerdan con estudios previos como el de (Garoushi et al., 2021), en donde la superioridad del Grupo 2 podría explicarse por la tecnología de refuerzo con fibras de vidrio cortas de EverX Posterior, que actúan como barreras de propagación de grietas, mejorando la distribución del estrés interno y la resistencia estructural del material. Así mismo, varias investigaciones *in vitro* han demostrado que los dientes restaurados con este material tienen gran capacidad de carga y un patrón de fractura favorable.(17)

Otro estudio *in vitro* de (Garlapati et al., 2017) evaluó la resistencia a la fractura de molares tratados endodónticamente restaurados con diferentes materiales, incluyendo EverX Posterior y Ribbond combinado con resina compuesta convencional. Los resultados mostraron que el grupo restaurado con EverX Posterior presentó la mayor resistencia a la fractura, seguido por el grupo restaurado con Ribbond y resina compuesta convencional. (18)Esto podría atribuirse a los resultados obtenidos en este estudio en donde los resultados de G1 fueron menores a G2.

Khan et al. (2018) compararon la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente y restaurados con fibras de polietileno (Ribbond®), composites reforzados con fibras de vidrio y composites convencionales. Los resultados mostraron que las restauraciones reforzadas con fibras de vidrio presentaron valores significativamente más altos de resistencia a la fractura en comparación con las restauraciones con fibras Ribbond® y aquellas realizadas únicamente con resina compuesta sin refuerzo. Esta diferencia se atribuyó, en parte, a que la impregnación manual de las fibras de polietileno podría ser deficiente, generando vacíos dentro de la matriz que comprometen la integridad del conjunto restaurador y favorecen el fallo prematuro bajo cargas funcionales.

En línea con estos hallazgos, el presente estudio mostró que los molares restaurados con resina bulk fill (Filtek™ Bulk Fill, 3M) presentaron una resistencia a la fractura superior a la observada en los dientes reconstruidos con Ribbond®, aunque ligeramente inferior al grupo restaurado con EverX Posterior®. Aunque la investigación de Khan et al. (2018) no incluyó resinas tipo bulk fill, sus conclusiones respaldan la importancia de las propiedades mecánicas y estructurales del material restaurador en el rendimiento clínico. En este

sentido, el comportamiento favorable de la resina Filtek™ Bulk Fill podría atribuirse a su matriz de alta densidad de carga, su baja contracción de polimerización y su capacidad para ser aplicada en incrementos de hasta 5 mm sin comprometer la integridad del diente restaurado, características que permiten una distribución más homogénea de las tensiones oclusales y un sellado eficaz en cavidades de gran volumen.(19)

Así mismo, la revisión de estudios *in vitro* realizada por Mangoush et al., 2021 concluye que, en la mayoría de las investigaciones analizadas, las resinas reforzadas con fibras cortas tienen un rendimiento igual o superior al de las fibras de polietileno de polietileno (Ribbond), en términos de resistencia a la fractura. Además, se observó que el uso de resinas reforzadas con fibras cortas disminuye la microfiltración de las restauraciones.(20) Es importante considerar que, aunque los resultados *in vitro* ofrecen información valiosa, no replican por completo las condiciones dinámicas del medio oral. El tipo de carga, el envejecimiento térmico, la humedad y el estrés funcional varían considerablemente en la boca del paciente, por lo que estudios clínicos adicionales son necesarios para validar su aplicabilidad en la práctica diaria.

De acuerdo con los hallazgos del estudio, tanto las fibras de polietileno Ribbond, Everx posterior y la Resina condensable filtek™ one bulk 3M demuestran ser opciones efectivas para reestructores de muñones en molares tratados endodónticamente si tienen una estructura dental remanente moderada.

Este estudio presentó una limitación que pudo haber influenciado los resultados atípicos en comparación a lo que está reportado en la literatura debido a que durante las pruebas de resistencia las bases de las muestras del G2 y G3 sufrieron modificaciones estructurales, esto pudo haber influenciado ya que compromete la estabilidad de los especímenes durante la prueba. Además, se evidenció una diferencia estadísticamente significativa en el tiempo máximo de resistencia entre los grupos evaluados. El grupo Ribbond presentó el mayor tiempo promedio antes de fracturarse, seguido por Everx posterior y Filtek™ Bulk Fill 3M, sugiriendo que Ribbond presenta mayor capacidad de resistencia prolongada, aunque con mayor variabilidad, posiblemente influenciado por el compromiso estructural anteriormente mencionado en el cambio de base del material de las muestras. No obstante, las reconstrucciones con fibras Ribbond fueron las que se fracturaron en el mayor tiempo registrado, lo cual sugiere que, clínicamente, podrían ofrecer una mayor longevidad funcional frente a los otros materiales evaluados.

La resistencia a la fractura fue evaluada mediante la aplicación de cargas estáticas, sin

considerar los efectos de la fatiga mecánica provocada por fuerzas cíclicas, ni el envejecimiento simulado a través de termociclado o almacenamiento prolongado. Estas limitaciones resaltan la necesidad de realizar investigaciones futuras que incluyan simulaciones clínicas más representativas, así como estudios in vivo que permitan evaluar el desempeño a largo plazo de los materiales restauradores analizados.

CONCLUSIONES

Este estudio in vitro evaluó la resistencia a la fractura en molares tratados endodónticamente reconstruidos con fibras Ribbond, EverX Posterior y resina compuesta Filtek™ One Bulk Fill 3M. Los resultados mostraron que EverX Posterior presentó los valores más altos de resistencia a la fractura, seguido por la resina bulk fill y, por último, Ribbond.

Las diferencias no fueron estadísticamente significativas para la carga máxima soportada, sí se evidenciaron diferencias significativas en el tiempo máximo de resistencia, siendo Ribbond el que mostró mayor duración antes de fracturarse. Esto sugiere que EverX Posterior ofrece una mayor capacidad para soportar cargas intensas de forma estable, mientras que Ribbond podría ofrecer mayor resistencia prolongada bajo condiciones de carga continua, aunque con mayor variabilidad. Filtek™ Bulk Fill 3M mostró un comportamiento intermedio en ambos aspectos. Se concluye que, bajo las condiciones de este estudio, EverX Posterior representa la opción más favorable en términos de resistencia a la fractura, sin descartar la viabilidad clínica de los otros materiales cuando se aplican adecuadamente. Se recomienda continuar con estudios que incluyan envejecimiento simulado y carga cíclica para validar estos resultados en contextos clínicos más realistas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Linju V, Singh VPP, Madhu H, Gayathri P. Evaluation of effect of core build-up materials on fracture resistance of endodontically treated teeth. International Journal of Dental Materials. 2022;04(02):37–41.
2. Jonathan Hernández Espino R, Ángel Cabrera Iberico M. Resistencia a la fractura de premolares superiores con tratamientos de endodoncia por accesos conservador y tradicional Resistance to Fracture of Upper Premolars with Endodontic Treatment by Conservative and Traditional Access [Internet]. Available from: <http://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/3889>

3. priyaa PN, Lecturer S. Biomechanical Changes in an Endodontically Treated Tooth-A Review [Internet]. Vol. 25, Annals of R.S.C.B. 2021. Available from: <http://annalsofrscb.ro>
4. Shah S, Shilpa-Jain DP, Velmurugan N, Sooriaprakas C, Krithikadatta J. Performance of fibre reinforced composite as a post-endodontic restoration on different endodontic cavity designs— an in-vitro study. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2020 Apr 1;104.
5. Aslan T, Sagsen B, Er O, Ustun Y, Cinar F. Evaluation of fracture resistance in root canal-treated teeth restored using different techniques. *Niger J Clin Pract*. 2018 Jun 1;21(6):795–800.
6. Shah EH, Shetty P, Aggarwal S, Sawant S, Shinde R, Bhol R. Effect of fibre-reinforced composite as a post-obturation restorative material on fracture resistance of endodontically treated teeth: A systematic review. Vol. 33, *Saudi Dental Journal*. Elsevier B.V.; 2021. p. 363–9.
7. Kimble P, Corso AM, Beattie M, Campos MS, Cavalcanti B. Biomimetics and the restoration of the endodontically treated tooth. *Braz Dent Sci*. 2023 Jan 1;26(1).
8. Bijelic-Donova J, Bath AK, Rocca GT, di Bella E, Saratti CM. Can Fiber-reinforced Composites Increase the Fracture Resistance of Direct Composite Restorations in Structurally Compromised Teeth? A Systematic Review and Meta-analysis of Laboratory Studies. *Oper Dent* [Internet]. 2024 Nov 27; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/39601683>
9. Ostapiuk M, Tarczydło J, Kamińska K, Surowska B, Tarczydło B. Compressive Strength Testing of Glass-Fibre-Reinforced Tooth Crown Tissues After Endodontic Treatment. *Ann Biomed Eng*. 2023;
10. Garoushi S, Gargoum A, Vallittu PK, Lassila L. Short fiber-reinforced composite restorations: A review of the current literature. Vol. 9, *Journal of investigative and clinical dentistry*. 2018. p. e12330.
11. Selvaraj H, Krithikadatta J, Shrivastava D, Onazi MA Al, Algarni HA, Munaga S, et al. Systematic review fracture resistance of endodontically treated posterior teeth restored with fiber reinforced composites- a systematic review. *BMC Oral Health*. 2023 Dec 1;23(1).
12. Albar NHM, Khayat WF. Evaluation of Fracture Strength of Fiber-Reinforced Direct Composite Resin Restorations: An In Vitro Study. *Polymers (Basel)*. 2022 Oct 1;14(20).

13. Metwaly AA, Elzoghby AF, Abd ElAziz RH. Clinical performance of polyethylenefiber reinforced resin composite restorations in endodontically treated teeth: (a randomized controlled clinical trial). BMC Oral Health [Internet]. 2024 Oct 24;24(1):1285. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/39448991>
14. Shah EH, Shetty P, Aggarwal S, Sawant S, Shinde R, Bhol R. Effect of fibre-reinforced composite as a post-obturation restorative material on fracture resistance of endodontically treated teeth: A systematic review. Vol. 33, Saudi Dental Journal. Elsevier B.V.; 2021. p. 363–9.
15. Aguirre Segarra AP, Rodríguez León TC, Abad Salinas YR. Dientes posteriores tratados endodónticamente: Alternativas para su rehabilitación basadas en evidencia científica. Revisión de la literatura. Research, Society and Development. 2021 Mar 19;10(3):e37210313647.
16. Zafar MS, Amin F, Fareed MA, Ghabbani H, Riaz S, Khurshid Z, et al. Biomimetic aspects of restorative dentistry biomaterials. Vol. 5, Biomimetics. MDPI AG; 2020. p. 1–42.
17. Säilynoja E, Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. Characterization of experimental short-fiber-reinforced dual-cure core build-up resin composites. Polymers (Basel). 2021 Jul 2;13(14).
18. Garlapati TG, Krithikadatta J, Natanasabapathy V. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with short fiber composite used as a core material—An in vitro study. J Prosthodont Res. 2017 Dec 1;61(4):464–70.
19. Khan SIR, Ramachandran A, Alfadley A, Baskaradoss JK. Ex vivo fracture resistance of teeth restored with glass and fiber reinforced composite resin. J Mech Behav Biomed Mater. 2018 Jun 1;82:235–8.
20. Mangoush E, Garoushi S, Lassila L, Vallittu PK, Säilynoja E. Effect of fiber reinforcement type on the performance of large posterior restorations: A review of in vitro studies. Vol. 13, Polymers. MDPI; 2021.

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Dientes molares del estudio	4
---	---

Figura 2 Tratamiento convencional de conductos - Radiografías.....	5
Figura 3 Diseño de la cavidad: Estandarización de las paredes del remanente dental	6
Figura 4 Dientes Molares incrustados en resina Epoxi	7
Figura 5 15 muestras para reconstrucción coronal con fibra Ribbond.....	7
Figura 6 15 muestras de composite Ever x Posterior	8
Figura 7 15 muestras de Resina Filtek™ Bulk Fill 3M	8
Figura 8 Muestras restauradas fueron almacenadas en agua destilada a 37°C durante 24 horas	8
Figura 9 Instron aplicando fuerzas compresivas a Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3.	9
Figura 10 Comparación del Tiempo Máximo de Carga de los tres materiales restaurativos	14
Figura 11 Comparación de la capacidad de carga máxima entre los tres materiales restaurativos	14

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Evaluación de la distribución de la variable máximo de carga	10
Tabla 2 Evaluación de la distribución de la variable tiempo máximo de resistencia	10
Tabla 3 Comparación de medias de resistencia entre Ribbond, Everx posterior, Resina FILTEK™ ONE BULK 3M	12
Tabla 4 Comparación de Tiempo máximo de resistencia entre Ribbond, Everx posterior, Resina FILTEK™ ONE BULK 3M mediante prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis....	12
Tabla 5 Comparación de medias de resistencia entre los grupos. Post hoc.....	13
Tabla 6 Comparación de medias de resistencia a la fractura entre los materiales restauradores experimentales.....	13