RESISTENCIA A LA FRACTURA DE 2 TIPOS DE MATERIALES DE RECONSTRUCCION CORONAL EN MOLARES TRATADOS ENDODÓNTICAMENTE. ESTUDIO *IN- VITRO.*

Leidy Yineth González Martinez

Angie Stefania Palacios León

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA UNICOC

ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA

POSTGRADO EN PROSTODONCIA – FACULTAD DE ODONTOLOGIA

BOGOTÁ, MAYO DE 2025

RESISTENCIA A LA FRACTURA DE 2 TIPOS DE MATERIALES DE RECONSTRUCCION CORONAL EN MOLARES TRATADOS ENDODÓNTICAMENTE. ESTUDIO *IN- VITRO.*

INVESTIGADORES

Leidy Yineth González Martinez

Angie Stefania Palacios León

ASESOR CIENTÍFICO

Dra. Eliana del Pilar Ibarra Soler

Odontólogo Especialista en Prostodoncia

Institución Universitaria Colegios de Colombia

ASESOR METODOLÓGICO

Dr. Camilo Romo Pérez

Odontólogo y magister en Epidemiología
Universidad del Magdalena

ASESOR ESTADÍSTICO
Dr. Camilo Romo

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA UNICOC

ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA

POSTGRADO EN PROSTODONCIA

BOGOTA, MAYO DE 2025

El Trabajo de grado **“Resistencia a la fractura de 2 tipos de materiales de reconstrucción coronal en molares tratados endodónticamente. Estudio *In-Vitro"*.** Fue elaborado por Leidy Yineth González Martínez, Angie Stefania Palacios León como requisito para optar por el título de especialista en Especialista en Prostodoncia.

La sustentación se llevó a cabo 23 de mayo de 2025

Acta No. XXXXXXXXXXXX

Dr(a). Eliana del Pilar Ibarra	**Dr. Camilo Romo Pérez**
Asesor(a) Científico(a)	Asesor(a) Metodológico(a)

Dr. Camilo Romo Pérez

Director Centro Investigación

Colegio Odontológico- CICO (BOGOTÁ)

Dra. Sandra Elizabeth Aguilera Rojas

Directora de Investigación y Gestión del Conocimiento

Institución Universitaria Colegios de Colombia - UNICO

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestra familia, quienes han sido nuestro pilar fundamental a lo largo de este camino. A nuestros padres, por su amor incondicional, comprensión, sacrificios constantes y su fe inquebrantable en nuestras capacidades.

Finalmente, dedicamos esta tesis a todas aquellas personas que, de una manera u otra, influyeron para alcanzar este logro.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a nuestra familia, cuyo apoyo incondicional ha sido nuestra mayor fuente de fortaleza.

A los docentes que han sido parte de este proceso, nuestra más sincera gratitud. Agradecemos profundamente el tiempo que dedicaron para orientarnos y compartir sus conocimientos, así como la paciencia y el compromiso que demostraron en cada corrección y sugerencia, porque nos ofrecieron su apoyo, contribuyendo con ideas, recursos y un valioso acompañamiento durante toda esta investigación.

Cada uno de ustedes ha sido una fuente de inspiración, y su guía ha enriquecido enormemente el desarrollo de esta tesis. A todos ustedes, muchas gracias por ser parte fundamental de este logro.

Introducción *11*
1. Planteamiento del problema *13*
2. Justificación *18*
3. Propósito *20*
4. Antecedentes *21*
5 . Marco teórico ..... *¡Error! Marcador no definido.*
5.1 Marco conceptual ..... ¡Error! Marcador no definido.
5.2 Marco Histórico ..... ¡Error! Marcador no definido.
5.3 Marco Referencial ..... ¡Error! Marcador no definido.
6. Objetivos *44*
6.1 Objetivo general **44**
6.2 Objetivos específicos **44**
7. Materiales y Métodos *45*
Aspectos metodológicos *45*
7.1 Tipo de estudio **45**
7.2 Objeto de estudio **45**
7.3 Material objeto de estudio **45**
8. Características de la muestra *45*
8.1 Muestra **45**
8.2 Criterios de selección Los molares utilizados en el estudio no son anatómicamente iguales. **46**
8.2.1 Criterios de inclusión **46**
8.2.2 Criterios de exclusión **46**
8.3 Procedimiento **46**
(terminar de completar redacción y uso de cloramina, tiempos y temperatura). ¡Error! Marcador no definido.
8.6 Análisis estadístico **59**
Tablas ..... *¡Error! Marcador no definido.*

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 *Evaluación de la distribución de la variable máximo de carga.* _____ *62*
Tabla 2 *Evaluación de la distribución de la variable tiempo máximo de resistencia.* _____ *62*
Tabla 3 *Comparación de medias de resistencia entre Ribbond, Everx posterior, Resina FILTEK™ ONE BULK 3M* _____ *63*
Tabla 4 *Comparación de Tiempo máximo de resistencia entre Ribbond, Everx posterior, Resina FILTEK™ ONE BULK 3M mediante prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.* _____ *64*
Tabla 5 *Comparación de medias de resistencia entre los grupos . Post hoc* _____ *65*
Tabla 6 *Comparación de medias de resistencia a la fractura entre los materiales restauradores experimentales* _____ *65*

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 *Compuestos dentales por categorías, de acuerdo con sus diferentes composiciones y características de rendimiento.* 25
Figura 2 *Clasificación de los compuestos de resina.* 26
Figura 3 *Dientes molares del estudio* 50
Figura 4 *Tratamiento convencional de conductos – Radiografías* 50
Figura 5 *Dientes Molares donados incrustados en resina Epoxi y división de las muestras de manera aleatoria.* 51
Figura 6 *Diseño de la cavidad: Estandarización de las paredes del remanente dental.* 51
Figura 7 *Preparación de muestra Grupo 1* 53
Figura 8 *Dientes Molares incrustados en resina Epóxica sumergidos en solución salina para muestra de G1* 53
Figura 9 *Preparación de muestra Grupo 2* 54
Figura 10 *Dientes Molares incrustados en resina Epóxica sumergidos en solución salina para muestra de G2* 55
Figura 11 *Se prepararon 15 muestras de Resina Filtek™ Bulk Fill 3M:* 56
Figura 12 *Dientes Molares incrustados en resina Epóxica para muestra de G3* 56
Figura 13 *Instron aplicando fuerzas compresivas a Grupo 1* 57
Figura 14 *Instron aplicando fuerzas compresivas a Grupo 2* 57
Figura 15 *Instron aplicando fuerzas compresivas a Grupo 3* 58

Glosario

Biomimética: BIO: vida MIMESSI: imitación. Imitación de la vida. Diseño fabricación de materiales que imitan las propiedades físicas, químicas y biomecánicas de los tejidos dentales, con el fin de imitar el comportamiento biomecánico natural del diente.

Biocompatible: Capaz de existir en armonía con el entorno biológico circundante. Material que no causa reacciones adversas en contacto con tejidos vivos.

Diente tratado endodónticamente: Tratamiento para preparar un diente gravemente dañado o infectado mediante la remoción de la pulpa y remplazo con materiales biocompatibles, conservando su estructura.

Fibras de vidrio: Fibras sintéticas utilizadas como refuerzo en materiales de restauración, ofrece resistencia y capacidad de distribución de cargas.

Fibras de polietileno: Fibras sintéticas altamente resistentes y flexibles utilizadas como refuerzo mecánico, mejoran la resistencia a la fractura y distribuyen las cargas oclusales.

Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMW) : Polímero utilizado en las fibras Ribbond, con una densidad elevada y resistencia, que permite generar un refuerzo en las restauraciones evitando fisuras y fracturas.

Resina: Término amplio usado para describir sustancias naturales o sintéticas que forman materiales plásticos después de la polimerización; se nombran de acuerdo con su composición química, estructura física y medios para la activación de la polimerización

Resistencia a la fractura: Capacidad de un material o estructura dental para soportar fuerzas mecánicas de tensión y compresión antes de fracturarse.

Reconstructor de muñón: Procedimiento para restaurar la estructura coronal de un diente gravemente afectado.

Restauraciones adhesivas: Procedimientos que emplean adhesión micromecánica y química para unir materiales restauradores a la estructura dental, mejorando la retención, distribución de fuerzas y preservando el tejido dental sano.

Introducción

La restauración de dientes tratados endodónticamente ha emergido como un área critica dentro de la odontología reconstructiva. Estos dientes, debido a la perdida excesiva de tejido dental, la deshidratación de la dentina y las fuerzas ejercidas durante los procedimientos de obturación, son más susceptibles a fracturas en comparación con los dientes vitales. La complejidad de mantener la integridad estructural de dientes debilitados plantea un desafío significativo para los profesionales en odontología, quienes deben seleccionar adecuadamente los materiales y técnicas restauradoras más eficientes para asegurar su durabilidad y funcionalidad.

Tradicionalmente, la restauración de estos dientes se realizaba con procedimientos invasivos como el uso de postes y retenedores interradiculares colados seguidos de coronas convencionales. Si bien, estos tratamientos ofrecían una tasa aceptable de éxito, presentaban desventajas significativas, como la perdida adicional de estructura dental y el riesgo de fracturas radiculares. Con el tiempo, la introducción de postes reforzados con fibra de vidrio ha permitido mejorar la supervivencia de los dientes tratados, reduciendo el riesgo de fractura radicular y mejorando la distribución del estrés a lo largo de la estructura dental remanente.

Diversos estudios han evaluado las tasas de éxito de los postes de fibra de vidrio en comparación con los núcleos colados, encontrando que los primeros ofrecen un mejor pronóstico de preservación dental y durabilidad a largo plazo. Sin embargo, las fallas observadas, como la descementación y la aparición de caries, siguen siendo áreas

de preocupación, lo que motiva la búsqueda continua de materiales con propiedades biomecánicas superiores.

En este contexto, la introducción de compuestos de resina reforzados con fibras, como EverX Posterior y Ribbond, ha ganado relevancia en la restauración de dientes tratados endodónticamente. Estos materiales, gracias a su módulo de elasticidad y capacidad para disipar el estrés, imitan de manera más efectiva las propiedades naturales del diente, permitiendo restauraciones más resistentes, menos invasivas, completamente adhesivas y duraderas en longevidad de tiempo.

1. Planteamiento del problema

La restauración de los dientes después del tratamiento de endodoncia se está convirtiendo en una parte integral de la odontología reconstructiva.(1) Los dientes tratados endodónticamente son más susceptibles a fracturarse que los dientes vitales debido a la pérdida excesiva de tejido dental, la deshidratación de la dentina y la presión durante los procedimientos de obturación; debido a lo anterior, los dientes estructuralmente comprometidos se convierten en un desafío para los profesionales en odontología. (2)

El diente tratado endodónticamente puede verse comprometido por la destrucción coronal causada por caries, fracturas, restauraciones previas y el mismo acceso endodóntico; además, hay más probabilidades de tener falla biomecánica que con un diente vital, debido a que los dientes no vitales son más propensos a fracturarse relacionado con los cambios en las fuerzas oclusales y el módulo de elasticidad. (1,3)

Años atrás, la restauración de dientes tratados endodónticamente se asociaba con procedimientos invasivos tradicionales como núcleos metálicos y postes seguidos de coronas convencionales, que conllevaron a la pérdida de la estructura coronal del diente(4). Sin embargo, los procedimientos endodónticos tienen una buena tasa de supervivencia; si se continúa con un tratamiento integral. (1)

Los postes de fibra de vidrio presentan tasas de supervivencia general de 3 a 7 años más altas en comparación con los postes metálicos para dientes tratados endodónticamente con daño coronal severo. (5) La mayoría de los fracasos de postes de fibra de vidrio se deben al aflojamiento de la corona, caries secundarias y al

desalojo de los mismos; mientras que, en los postes metálicos los fracasos han sido generados por fracturas o perforaciones de la raíz.

Usumez A, et. Al, en el año 2004 realizaron un estudio *In-vitro* en el que se demostró que, los postes de fibra de vidrio y las fibras de polietileno soportados por resina presentaban menos microfiltraciones en comparación con los postes colados metálicos. **(9)** Por esta razón, los tratamientos endodónticos se inclinan por realizar accesos conservadores, generando menor daño de socavamiento estructural, ya que la resistencia a la fractura del diente dependerá de la cantidad de tejido dental remanente. (3)

Restaurar la superficie coronal perdida en los dientes tratados endodónticamente representan uno de los principales objetivos de la odontología mínimamente invasiva.(6) Estos procedimientos se encaminan cada vez más por la biocompatibilidad de los materiales restauradores, enfoque conservador y estética para minimizar la perdida de estructura dental, teniendo claro que el tejido sano siempre tendrá mayor valor biológico que el tejido a restaurar. (7)

La reducción de la estructura dental a través de la práctica conservadora de preparación de la cavidad de acceso influye en la rigidez de los dientes en solo un 5%. (5) . La influencia de la instrumentación y obturación del canal radicular en los dientes posteriores conduce a una reducción en la resistencia a la fractura que se considera que tiene cambios con respecto a la biomecánica del diente (8)**.** La mayor disponibilidad en la rigidez dental se debe al exceso de preparación, especialmente por la pérdida de crestas o rebordes marginales (3) Normalmente se dice que está en un rango de 20% para cavidades oclusales, 44% en cavidades ocluso-proximales y

un 63% de reducción en la rigidez dental en cavidades ocluso meso distales en dientes posteriores. (8)

El acceso al complejo pulpar es crítico y de vital importancia; lograr una entrada precisa y sin obstáculos hacia el sistema de conductos radicular es fundamental para conservar al máximo el tejido coronal sano, esto contribuye a una conservación estructural, estética y funcional. (3)

El éxito a largo plazo, de los dientes tratados por endodoncia, dependería de la cantidad de grosor de dentina remanente y de la restauración luego de la misma. El tipo de restauración elegida para un diente con tratamiento endodóntico dependerá de la estructura dental disponible, la cantidad de este remanente determinará la resistencia a la fractura y cómo se realizará la restauración, por eso es importante preservar la mayor cantidad de tejido dental posible, ya que esto mejorará el resultado del tratamiento final; es muy importante realizar una restauración con una excelente adaptación marginal y reducir el riesgo de fracaso del tratamiento por infiltración bacteriana. (9)

La estrategia, desde un punto de vista biomimético, es reemplazar el tejido dental faltante con biomateriales que tengan propiedades físicas similares en cuanto a módulo de elasticidad y resistencia a la fractura. (10) Por lo tanto, se han recomendado diferentes materiales y métodos restauradores para mejorar la integridad estructural de los dientes con pérdida coronal significativa (11) Las restauraciones adhesivas transmiten y distribuyen tensiones a través de la interfaz de unión al diente; las fuerzas oclusales pueden distribuirse en una amplia superficie por la adhesión micromecánica para reforzar una estructura dental debilitada. (12)

En general, se han evaluado las propiedades de los materiales relacionados con la fractura, como la resistencia a la propagación de grietas, la deformación bajo la carga oclusal y la degradación marginal de los materiales, determinando los parámetros básicos del material en cuanto a resistencia a la fractura y a la flexión. (13). Actualmente la evolución de la odontología ha dado como resultados compuestos de resina mejorados con propiedades mecánicas. (14)

Si se incorporan cuidadosamente fibras con una alta relación de aspecto, se orientan con precisión y se adhieren bien al sustrato dental, el material proporciona características reforzadas incluso en aplicaciones donde se necesita una alta capacidad de carga y donde se necesita soporte para compuestos de resina logrando optimizar las restauraciones y aumentando su longevidad.(6,15) Además, las propiedades mecánicas de los compuestos de resina reforzados con fibras cortas frente a reconstructores de muñón convencionales mejoran la capacidad del material para resistir la iniciación y propagación de grietas, haciéndolo no solo más resistente, sino también flexible y duro. (16)

La resistencia a la fractura del diente se puede mejorar con fibras de polietileno, ya que actúan como una capa que absorbe el estrés (17) Ribbond está compuesto por fibras de polietileno de ultra alto peso molecular tejidas, generando una capa que sustituye a la unión amelo dentinaria y participa en el mecanismo de detención de la grieta. (17)

Las resinas compuestas reforzadas con fibra desempeñan un papel clave en las restauraciones dentales basadas netamente en la adhesión. (16) Los compuestos de resina reforzados con fibras impregnadas, poseen un excelente módulo flexural y de resistencia a la fractura (7) EverX Posterior es una resina compuesta reforzada con

fibras cortas orientadas al azar recomendada en áreas de alto estrés, que proporcionan un efecto de refuerzo isotrópico (4), estudios anteriores mostraron que podrían detener la propagación de grietas y proporcionar un aumento en la resistencia a la fractura, logrando aumentar la longevidad de las restauraciones en los dientes tratados endodónticamente (4)

El cambio hacia el uso de fibras y técnicas adhesivas para reconstrucciones coronales responde a la necesidad de conservar la estructura dental, mejorar la estética y reducir el riesgo de fracturas catastróficas. (18) Estos avances permiten una odontología más conservadora y centrada en la longevidad de los tratamientos. (19) Permitiendo técnicas adhesivas que no solo refuerzan el diente, sino que también mejoran la unión entre el material restaurador y la estructura dental. (17). La adhesión micromecánica ayuda a reforzar el diente debilitado al distribuir las fuerzas de manera más amplia (20) buscando imitar las propiedades físicas del tejido dental. (15)

Pregunta de investigación

¿Cuál es la diferencia entre la resistencia a la fractura en la reconstrucción coronal de molares no vitales tratados endodónticamente con fibras Ribbond, Everx Posterior y resina compuesta Filtek one fill 3M?

2. Justificación

La elección de los materiales restaurativos está relacionada con la resistencia a la fractura y es fundamental para lograr unas restauraciones dentales duraderas y resistentes. Por lo tanto, la investigación en este campo proporciona a los clínicos información basada en la evidencia científica sobre biomateriales con propiedades físicas similares, como dureza, módulo de elasticidad y resistencia. (21)

El tejido dental remanente es un factor determinante, ya que la pérdida de integridad marginal o la presencia de cavidades extensas disminuyen la resistencia a la fractura. Por ello, la selección del material restaurador debe basarse en sus propiedades mecánicas y su capacidad para reforzar la estructura dental. (6)

En este contexto, el estudio propuesto sobre fibras Ribbond, Everx Posterior y resina compuesta Filtek™ One Bulk Composite 3M, enfocado en la resistencia a la fractura, podría tener implicaciones significativas en la práctica clínica. Su objetivo es optimizar la selección del material de refuerzo según cada situación clínica, mejorando así los resultados. Además, proporciona información sobre las propiedades físicas y mecánicas de los diferentes materiales de refuerzo. Dado que muchas restauraciones dentales requieren materiales con mejores propiedades que permitan una mayor estabilidad y longevidad. (16)

Los compuestos reforzados con fibras incrementan la resistencia a la fractura de los dientes tratados endodónticamente. Everx posterior incorpora fibras multidireccionales y discontinuas, mejorando su capacidad de carga. Estas fibras modifican la distribución de las tensiones, creando un efecto de monobloque que disipa el estrés a lo largo del eje del diente y previene la formación de grietas. Diferentes tipos de fibras con diversas orientaciones y longitudes han sido utilizados durante décadas en ingeniería para desarrollar estructuras con alta resistencia y

tenacidad a la fractura. Debido a estas propiedades, los materiales reforzados con fibras han sido incorporados en odontología y medicina.(6,22)

Considerando las condiciones expuestas, es importante investigar los diferentes compuestos que refuercen la resistencia a la fractura en dientes desvitalizados por terapia endodóntica. Este estudio *In- Vitro* evaluó la resistencia a la fractura mediante una técnica biomimética, comparando dos materiales de reconstrucción de muñón: fibras Ribbond y Everx posterior. Los resultados proporcionan información actualizada de alta relevancia clínica, ofreciendo una comparación directa entre estas técnicas reconstructoras.

3. Propósito

Integrar el conocimiento científico, basado en un estudio experimental *In Vitro*, que muestre la resistencia a la fractura entre los materiales estudiados, generando nuevo conocimiento para el desarrollo educativo en el área de la salud.

Continuar los trabajos en esta línea de investigación en futuros estudios con métodos diferentes e incluso poder extrapolarse a la parte clinica.

4. Antecedentes

Shah, E. H., et al. En 2021 en su revisión sistemática, evaluaron el efecto de composite reforzado con fibra (FRC) como material restaurador post-endodóntico sobre la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente, incluyendo fibras de polietileno, fibras de vidrio y compuestos de fibras cortas (Ever X Posterior), en donde analizaron 25 artículos in vitro publicados entre 2000 y 2019, los resultados indicaron que el uso de FRC aumenta la resistencia a la fractura en comparación con restauraciones sin refuerzo. Se observó que las fibras de polietileno y las fibras cortas demostraron mejor desempeño en términos de resistencia a la fractura en comparación con las fibras de vidrio. Además, se destacó que la ubicación de las fibras en la restauración influye en la distribución del estrés y en la prevención de fracturas desfavorables. Concluyeron que las restauraciones con FRC son una alternativa viable para mejorar la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente, pero la técnica de aplicación y la selección del tipo de fibra son factores determinantes en su éxito clínico. Sin embargo, recomiendan la realización de estudios adicionales con metodologías estandarizadas para optimizar su aplicación en la práctica odontológica.

Albar, N.H.M., y Khayat, W.F., en 2022, realizaron un estudio in vitro donde evaluaron la resistencia a la fractura de restauraciones directas de resina compuesta reforzada con fibras de polietileno en comparación con restauraciones sin refuerzo. Se utilizaron 60 dientes humanos extraídos, divididos en cuatro grupos: un grupo de control restaurado con resina compuesta convencional y tres grupos experimentales restaurados con resina compuesta reforzada con fibras de polietileno (Ribbond) en

diferentes ubicaciones dentro de la cavidad Clase II. Los resultados indicaron que las restauraciones con fibras colocadas en la pared axial como en el piso gingival/pulpar de la cavidad, presentaron la mayor resistencia a la fractura (148.74 MPa), seguidas por las fibras colocadas en la pared axial (140.73 MPa) y en el piso gingival (136.34 MPa). El grupo sin refuerzo mostró la menor resistencia (130.08 MPa). Se concluyó que la colocación estratégica de fibras de polietileno en restauraciones de resina compuesta puede mejorar significativamente la resistencia a la fractura, representando una opción viable para restauraciones directas en dientes tratados endodónticamente

Selvaraj et al. en 2023 en su revisión sistemática y análisis crítico de los datos disponibles de estudios in vitro que examinan la resistencia a la fractura de los dientes posteriores tratados endodónticamente restaurados con composites reforzados con fibras. La búsqueda se realizó en las siguientes bases de datos: MEDLINE (a través de PubMed), Scopus, ScienceDirect, Google Scholar y LILACS en un periodo comprendido entre 2000 y 2023. Se encontró que, en comparación con los composites híbridos tradicionales, los composites reforzados con fibra mostraron una mayor resistencia a la fractura de los dientes tratados endodónticamente en la mayoría de las investigaciones. Por otro lado se encontró evidencia limitada para los composites bulk fill, se encontró evidencia moderada para la resistencia a la fractura de incrustaciones y postes de fibra de vidrio con composites reforzados con fibra para la reconstrucción de muñones en dientes tratados endodónticamente. Concluyeron según la investigación realizada que el uso de composites reforzados con fibra en lugar de composites híbridos convencionales mejora la resistencia a la fractura de los dientes tratados endodónticamente.(23)

Metwaly, A. A., et al en 2024 en un ensayo clínico aleatorizado, donde evaluaron el desempeño de la resina compuesta reforzada con fibra de polietileno en comparación con la resina compuesta con carga en dientes tratados endodónticamente en un periodo de seguimiento de dos años. En total 240 individuos con molares inferiores tratados endodónticamente con estructura dental remanente moderada, se dividieron en 2 grupos de 120 cada uno. Un grupo recibió restauración de resina compuesta reforzada con fibra de polietileno y el otro grupo restauraciones en resina compuesta con carga Bulk fill. Concluyeron que tanto las Restauraciones directas con resina compuesta reforzadas con fibras de polietileno como las restauraciones directas con resina compuesta bulk fill con carga colocadas den molares tratados endodónticamente con estructura dental remanente moderada demostraron resultados clínicos satisfactorios durante un periodo de seguimiento de 24 meses. Las resinas compuestas Bulk fill colocadas directamente en molares tratados endodónticamente con una cantidad moderada de estructura dental remanente mostraron ser una opción de tratamiento prometedora en un período de dos años.(24)

Bijelic-Donova, J. et al. en 2025 realizaron una revisión sistemática y metaanálisis de estudios de laboratorio para determinar si existía una diferencia en la resistencia a la fractura y el modo de fractura de dientes estructuralmente comprometidos restaurados con resinas compuestas directas reforzadas con una subestructura de fibra de vidrio corta o de polietileno bidireccional, y entre esos dos tipos de refuerzo con fibra. Se realizo en premolares y molares. Se realizó una búsqueda electrónica en Medline, Scopus, Web of Science, Lilacs, Google Scholar, Cochrane Library y bases de datos de bibliotecas universitarias. La última búsqueda se llevó a cabo el 16 de noviembre de 2023. Se encontró que, Ambos tipos de fibras mejoran la resistencia

a la fractura y el modo de fractura de dientes estructuralmente comprometidos con igual eficacia. Los resultados indican que ambos tipos de refuerzo de fibra son significativamente mejores en comparación con los materiales compuestos de resina, sin una diferencia estadísticamente significativa entre los dos tipos de refuerzo de fibra en términos de su eficacia. Los resultados mostraron que no había una diferencia estadísticamente significativa en los dientes molares en términos de valores de resistencia a la fractura independientemente del material. (25)

5.**Marco teórico**

5.1 Composite

Los materiales de relleno dental se han utilizado ampliamente en la aplicación clínica durante casi 50 años. Su desarrollo y evolución se basan en el acrilato, y su primera introducción en la odontología se remonta a finales de la década de 1950 y principios de la de 1960. Bowen. Se informó por primera vez sobre un monómero llamado bisfenol-A diglicidil metacrilato (bis-GMA;(2,2-bis[4-(2-hidroxi-3-metacriloxipropoxy)fenil] propano)) y la síntesis exitosa del compuesto mediante la adición de rellenos inorgánicos. (26)

Un compuesto se define como un compuesto tridimensional que se compone de al menos dos componentes químicos diferentes, también puede describirse como una mezcla de partículas inorgánicas duras unidas entre sí en una matriz de resina. Un compuesto dental incluye una matriz de resina, rellenos inorgánicos después del tratamiento de la superficie, así como los sistemas iniciadores y catalizadores.

La matriz de oligómeros a base de resina está compuesta de bis-GMA, un hidroxietilmetacrilato (HEMA), dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA) y dimetacrilato de uretano (UDMA). Los rellenos inorgánicos generalmente incluyen dióxido de silicio (sílice), cuarzo, otros polvos de vidrio, rellenos de cerámica, que pueden mejorar la dureza, la resistencia al desgaste y la translucidez del compuesto. El sistema de agente de acoplamiento o agente de unión consiste en silano orgánico como el 3-metacriloxipropiltrimetoxisilano y el fosfato de dihidrógeno de 10-metacriloiloxilo (10-MDP), cuyos grupos funcionales químicos pueden mejorar la resistencia de la unión entre el relleno de refuerzo y la matriz de resina. La polimerización del compuesto es iniciada por un sistema iniciador, como la canforoquinona (CQ), la fenilpropanediona (PPD) cuando se aplica luz o calor. Los composites requieren diferentes niveles de luz para un curado adecuado. Se añade catalizador para controlar la velocidad de polimerización. Esta polimerización de cadenas radicales en la que los monómeros se convierten en polímeros.

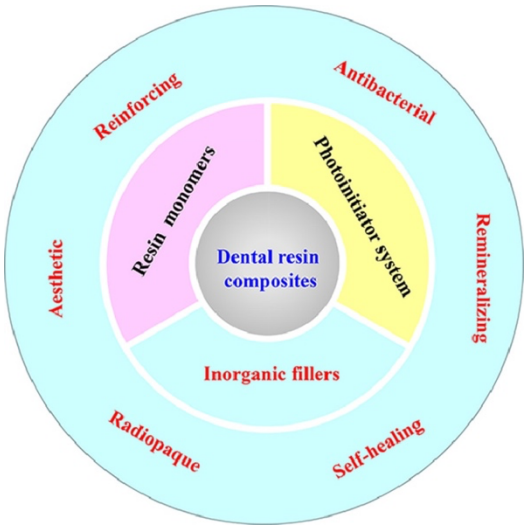


Figura 1
Compuestos dentales por categorías, de acuerdo con sus diferentes composiciones y características de rendimiento.

Tomado de: Zhou X, Huang X, Li M, Peng X, Wang S, Zhou X, et al. Development and status of resin composite as dental restorative materials. J Appl Polym Sci. 2019 Nov 20;136(44):48180.

5.1.1 Clasificación de los composites

Los compuestos se pueden clasificar en: macrorellenos, microrellenos, híbridos, híbridos modernos y compuestos nanorellenos. Con tamaños de partículas de relleno que oscilaban entre aproximadamente 10 y 50 µm, los compuestos convencionales o macrorellenos eran mecánicamente fuertes, pero difíciles de pulir y mantener una coincidencia de color favorable. Más tarde, se incorporó sílice esférica amorfa de aproximadamente 40-50 nm para formular compuestos de "microrelleno", que eran más estéticos, pero mostraban significativamente más fracturas y una pérdida significativa de forma anatómica debido al desgaste. Las propiedades mecánicas, el tamaño de las partículas de los compuestos convencionales se redujo para producir los compuestos híbridos con partículas de sílice coloidal (10-50 µm y 10–50 nm), con menor contracción, mejor rendimiento de pulido y mejor estética.

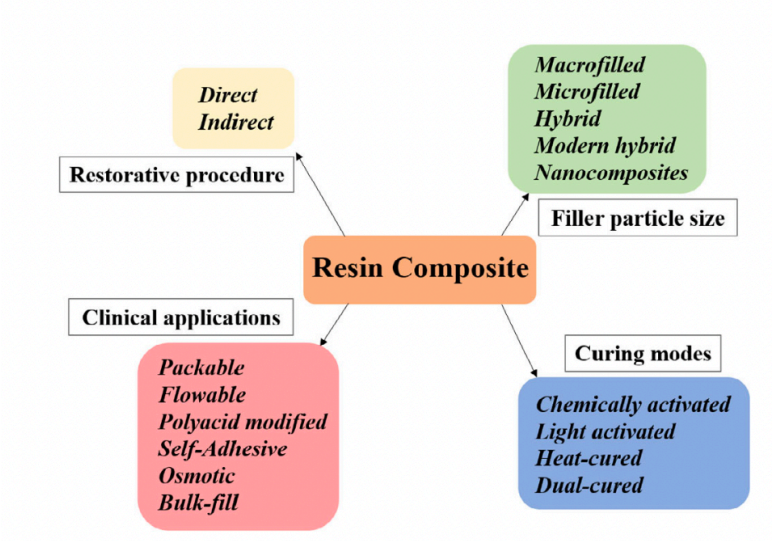


Figura 2
Clasificación de los compuestos de resina.

Tomado de: Zhou X, Huang X, Li M, Peng X, Wang S, Zhou X, et al. Development and status of resin composite as dental restorative materials. J Appl Polym Sci. 2019 Nov 20;136(44):48180.

5.1.2 Composites Bulk-fill

El composite de resina dental debe curarse por separado, y cada capa debe ser inferior a 4 mm. Se desarrollaron compuestos Bulk-fill para mejorar la técnica de llenado de cavidades incremental que requiere mayor tiempo. Los composites Bulk-fill permiten un llenado incremental de hasta 4 mm de espesor, garantizando una polimerización suficiente a esta profundidad debido a la alta translucidez de color de estos materiales que aumenta la profundidad de curado y un sistema de iniciador más innovador que acorta el tiempo de curado. (26)

5.1.3 Composites Reforzado con fibras con fibras cortas

El uso del refuerzo con fibras radica en fortalecer internamente el diente estructuralmente comprometido y prevenir la aparición de fracturas. La eficacia del refuerzo con fibras depende de varios factores, incluidos los tipos de resinas utilizadas, la longitud y orientación de las fibras, su posición, la adhesión de las fibras a la matriz polimérica y su impregnación con la resina. El efecto reforzador de las fibras se basa en la transferencia de tensión desde la matriz polimérica hacia las fibras.(27)

5.1.4 Composite reforzado con Fibras cortas Ever X Posterior

En 2013, se introdujo en el mercado el composite reforzado con fibras cortas, con el objetivo de imitar las propiedades de absorción de estrés de la dentina. (33) Everx posterior, un composite reforzado que consta de fibras de vidrio con una matriz de bis-GMA, la longitud crítica varía entre 0.5 y 1.6 mm, fibras cortas orientadas al azar en combinación con una matriz de red de polímeros impregnadas dentro del composite nanohíbrido, en su composición se encuentra Bis GMA (bisfenol-A-

diglicidil-dimetacrilato),, TEGDMA (dimetacrilato de Trietilenglicol), , fibra de vidrio, vidrio de bario, dióxido de silicio, PMMA (polimetilmetacrilato), fotoiniciadores, formando una matriz llamada red de polímeros semiinterpenetrantes (semi-IPN), que proporciona propiedades de unión mejoradas para las reparaciones y mejora la dureza de la matriz polimérica. (6)(14). Se fabrica para usarse como reemplazo de la dentina, en combinación con un composite convencional como reemplazo del esmalte. Las fibras cortas del Everx posterior crean una subestructura que refuerza la restauración con composite en cavidades grandes. Además, también se sabe que tiene ventajas, como la detención y prevención de la propagación de grietas, tenacidad a la fractura equivalente a la dentina, reducción de la contracción por polimerización y lograr una unión óptima al composite y la estructura dental convencionales. (18)

El uso del refuerzo de fibra es para fortalecer internamente el diente estructuralmente comprometido y en parte para evitar la aparición de fracturas. La eficacia del refuerzo de la fibra depende de varios factores, la longitud de las fibras, la orientación, la posición, la adhesión de las fibras a la matriz de polímeros y la impregnación de las fibras en la resina. El efecto de refuerzo de los rellenos de fibra se basa en la transferencia de tensión de la matriz de polímeros a las fibras. Sin embargo, las fibras individuales también actúan como tapones de grietas. La posición y la orientación del refuerzo dentro de una estructura influyen en sus propiedades mecánicas. (28)

Everx posterior por sus fibras multidireccionales y discontinuas ayudan a aumentar la capacidad de carga, actúan como sustituto de la dentina aumentando la resistencia. (29). Diseñado para ser utilizado como reemplazo de la dentina. Es un compuesto reforzado con fibras de curado por luz y radiopaco. El fabricante afirma que, si se

cubre con una capa de compuesto restaurador universal, la estructura de fibra corta de este material da como resultado un grado de tenacidad equivalente a la dentina. Además, tiene facilidad de uso en comparación con la fibra de polietileno. (50) . Estudio reciente donde compararon las propiedades físicas de compuestos de fibras cortas en comparación con diferentes bulk fill y resinas compuestas convencionales, la resina reforzada con fibras mostró mayor tenacidad a la fractura y resistencia a la flexión más alta que los demás materiales. (30). Garoushi et al. determinaron las propiedades físicas de las resinas reforzadas con fibra de vidrio en comparación con diferentes resinas compuestas convencionales con relleno de partículas y declararon que resinas reforzadas con fibra de vidrio difería significativamente en sus propiedades físicas y tiene una resistencia a la fractura superior (2,9 MPa $m1^{/2}$), resistencia a la flexión (124 MPa) y módulo (9,5 GPa) en comparación con otros materiales de relleno convencionales probados.(28)

5.2 Diente Tratado Endodónticamente

El tratamiento endodóntico es un procedimiento para tratar los dientes cuyo tejido pulpar se ha inflamado irreversiblemente, se ha necrosado por un proceso carioso o trauma dental. Este procedimiento implica la preparación mecánica y química del conducto radicular y puede afectar varias propiedades mecánicas y físicas de la estructura dental. (5)

El cual tiene como objetivo eliminar los tejidos infectados y restaurar la funcionalidad del diente. En los dientes DTE es importante considerar el tejido coronal remanente, tejido radicular residual, dado que los dientes DTE suelen presentar gran destrucción en sus paredes a nivel coronario, donde algunos dientes pasaron por un proceso de caries que culminó con la afectación pulpar. (31)

Estudios han demostrado que las fracturas dentales pueden ocurrir debido a que se

disminuye la resistencia del diente por perdida de estructura dental durante la preparación de la cavidad de acceso o por procesos de caries extensas, la instrumentación del conducto radicular y la técnica de obturación son aspectos relacionados con posibles fracturas dentales después del tratamiento endodóntico. (32).

Los dientes tratados endodónticamente son más susceptibles a la fractura que los dientes vitales por la pérdida de contenido de agua y las estructuras anatómicas, como el techo de la cámara pulpar. (30)

Los dientes posteriores con tratamiento de endodoncia tienen unas características morfológicas que los favorecen desde el punto de vista restaurativo como biomecánico, como son mayor volumen de tejido dental, cámara pulpar más amplia, sobre todo en los molares y los cuales son multirradiculares la mayoría, lo que les permite tener un mejor soporte ósea para distribuir las cargas funcionales y su posición les permite distribuir las cargas masticatorias por el eje axial del diente. (33)

El tratamiento endodóntico es un tratamiento predecible y confiable con tasas de éxito informadas de hasta un 86-98%. Sin embargo, no ha habido un consenso en la literatura sobre una definición del criterio “éxito”, de manera similar a la “falla” tiene definiciones variables. Algunos estudios, la han definido como la recurrencia de síntomas clínicos junto con la presencia de radio lucidez periapical. Un diente tratado endodónticamente debe ser evaluado clínica y radiográficamente para considerarse exitoso. (34) (35)

El enfoque actual más adecuado para restaurar dientes tratados endodónticamente parece ser: minimizar la perdida de tejido dental, especialmente en el área cervical para poder crear un efecto de ferulización, utilizar procedimientos adhesivos tanto a nivel radicular como coronal para fortalecer la estructura dental restante. (32)

La restauración es un aspecto esencial en la práctica dental que implica una amplia gama de opciones de tratamiento de diferente complejidad, que se complica cuando hay una perdida sustancial de la estructura del diente coronal. (36). Se requiere la necesidad de comprender la elasticidad reducida del diente y la morfología de la estructura dental perdida. (29)

5.3 Dentina

Segundo tejido mineralizado después del esmalte, que forma la mayor parte del diente, tiene un contenido mineral aproximadamente de 70% formada por hidroxiapatita, material orgánico 18% (de la cual el 90 % es colágeno tipo I y el 10% restante lo constituyen proteínas no colágenas) y 12 % de agua en peso. (17) La fase orgánica la compone del colágeno tipo I, una proteína fibrosa e insoluble formada por moléculas de tropocolágeno, compuestas por tres cadenas polipeptídicas enrolladas, unidas por puentes de hidrogeno que compactan y resisten el tejido. (25) La dentina y el esmalte están firmemente unidos en la unión dentina – esmalte. Es el componente estructural más voluminoso del diente, protege el tejido pulpar de estímulos microbianos y otros estimulo perjudiciales. Está formada por células especializadas y diferenciadas. Los odontoblastos son los responsables de la formación de la dentina. (26)

Fisiológica y anatómicamente la dentina es una estructura compleja. (28). Se caracteriza por tener dos estructuras: túbulos dentinales y la matriz intertubular. Los túbulos dentinales son estructuras cilíndricas que se localizan a lo largo de la dentina, tapizados por dentina peritubular altamente mineralizada que les proporciona rigidez, dentro de los túbulos dentinales, se encuentran las prolongaciones citoplasmáticas del odontoblasto o fibrillas de Thomes. (25) Los túbulos dentinales son estrechos; el

diámetro de los túbulos varía entre 2 y 4 micrómetros (26). El número de túbulos dentinarios es de aproximadamente 18.000 a 21.000 túbulos por mm^2. Son más numerosos en la capa interna que en la capa externa de la dentina. (28)

La dentina esta recubierta por una porción de esmalte altamente mineralizado y protector, en la raíz, está cubierta por cemento. La dentina esta menos mineralizada que el esmalte, en términos de peso, (96 % de peso). Se presentan diferentes tipos de dentina, con diferentes funciones y especificidades (28). La porción principal de la dentina se llama dentina primaria y se forma rápidamente durante la formación del diente; da el tamaño y la forma determinados genéticamente, después de la dentinogénesis primaria, la formación de dentina continua como dentina secundaria, que se forma a una velocidad mucho más lenta y difiere de la primaria por la curvatura de los túbulos dentinarios que pueden ser ligeramente diferentes y la estructura tubular puede ser menos regular (27). Como respuesta a irritaciones externas como atrición, abrasión, erosión, trauma, caries o preparación de cavidades se forma una dentina reaccionaria o terciaria. El objetivo de la dentina terciaria es proteger el tejido pulpar aumentado el grosor de la dentina entre la pulpa y el desgaste o irritación externa (27). La dentina reaccionaria es sintetizada por odontoblastos, o si estas células se alteran, esta capa es producida por las células de Höehl, emitidas para la última división de los preodontoblastos. (28)

La dentina extracelular mineralizada se divide en dentina intertubular y peritubular, la intertubular es formada por los odontoblastos durante la dentinogénesis y se forma a través de la mineralización de la predentina, la cual comprende la mayor parte del volumen dentinario. La dentina peritubular se forma mediante la mineralización dentro de las paredes de los túbulos dentinarios dentro de la dentina mineralizada.(27)

El módulo de elasticidad de la dentina varia si es dentina vital 14 a 18 Gpa y si es dentina no vital según su localización en dentina peritubular e intertubular, la dentina peritubular presenta un módulo de elasticidad de 29.8 GPa, mientras que la dentina intertubular varía entre 17,7 GPa (cerca a la pulpa) y 21,1 Gpa (cerca de la superficie radicular). (19,29). La dentina presenta una resistencia a la tracción de 44- 105 Mpa, la dentina es más resiliente y resistente que el esmalte. (30)

Dado que la dentina está compuesta por sustancia orgánica, mineral y agua, se considera un material compuesto, heterogéneo, con propiedades como es viscoelasticidad y la anisotropía, las cuales implican un comportamiento dependiente del tiempo y permiten distribuir las cargas. (25)

5.4 Biomimética

La palabra "Biomimética" fue acuñada por el biofísico/ingeniero biomédico Otto Schmitt en la década de 1950. La Biomimética ha surgido como una ciencia multidisciplinaria en diferentes ámbitos biomédicos en las últimas décadas incluido los biomateriales y la odontología. En la odontología restauradora se han aplicado enfoques biomiméticos para restauraciones de defectos dentales, remineralización, biomateriales bioactivos y biomiméticos.(29)

El diseño, adaptación o derivación biológicamente inspirada de la naturaleza se conoce como “Biomimética”. (31)

El énfasis principal de la nanotecnología desde principios de la década de 1990 ha proporcionado un impulso significativo para imitar la naturaleza utilizando técnicas de fabricación para aplicaciones comerciales. (31)

Los dientes tratados endodónticamente suelen ser un desafío restaurador, ya que estos dientes están estructuralmente comprometidos con caries profundad, grietas,

falta de paredes y extensas restauraciones previas. La reducción de la rigidez y resistencia cuspídea se atribuye a la falta de estructura coronal, La rigidez cuspídea se reduce con la preparación de cavidades oclusales un 20 %, en preparaciones de cavidades Meso Ocluso Distales (MOD) un 63 %, por tanto, la estructura dental es importante para aumentar la resistencia a la factura bajo cargas oclusales y para su supervivencia. (30)

Actualmente no se tiene un consenso sobre la elección de la restauración final para los dientes tratados endodónticamente. (32)(32) mayoría de las decisiones restauradoras se basan en factores como la falta de paredes proximales, la dentina restante. Históricamente, los dientes desvitalizados se restauraban con postes o retenedores intrarradiculares, implicando preparaciones extensas y eliminación de dentina. Los avances en la odontología adhesiva han permitido una mayor conservación dental. (30)

Para la sustitución de la dentina, hay materiales compuestos que se acercan a una resistencia a la tracción de 40-60 mPA, similar a la dentina. Dentro de estos materiales están las fibras de polietileno a las paredes residuales de la cavidad con mecanismo de absorción de impactos y protección contra las grietas. No requiere preparación adicional dental considerándolo un enfoque conservador. (30)

Los dientes tratados endodónticamente pueden beneficiarse de un enfoque Biomimética, dado que este enfoque puede ayudar a contener o mitigar el efecto de la distribución de las grietas en la estructura dental. (30)

Los avances en la odontología adhesiva y Biomimética, modalidades de tratamiento más mínimamente invasivos se han vuelto una opción viable. Un enfoque Biomimético es preservar la estructura dental restante, buscando la longevidad del diente. ((32)(32)

La Biomimética en el campo de la odontología restauradora es el estudio de la

estructura forma y función del tejido dental como modelo para el diseño y fabricación de materiales y técnicas para restaurar o reemplazar los dientes. (33)

5.5 Generalidades de los biomateriales en reconstrucción de muñones

La susceptibilidad a las fracturas de los dientes tratados endodónticamente es mayor que la de los dientes vitales debido a la pérdida extensa de la estructura dental. Por lo tanto, el refuerzo intracoronario de dichos dientes en la región posterior es de gran importancia para proporcionar resistencia a las fracturas. (34)

Anteriormente, cuando la estructura de una estructura dental se veía altamente comprometida, con la finalidad de conservarla en boca se usaban los postes, mismos que eran elaborados a base de aleaciones preciosas. De tal manera que, no se tomaba en consideración la forma particular que tenía cada conducto radicular y, por consiguiente, no se lograba una adaptación perfecta. Además, se ha determinado que estos postes no fortalecen ni aumentan la longevidad del diente, pues su sistema de núcleo está compuesto por elementos con distintos grados de rigidez, lo que puede generar estrés en las estructuras radiculares cuando existe diferencia entre el módulo elástico de la dentina y el del material del poste. (35)

El desarrollo de la odontología y las crecientes exigencias de los biomateriales estimulan la búsqueda de materiales con altas propiedades físicas, químicas y mecánica. Actualmente, la odontología restauradora enfatiza la preservación de las estructuras dentales. Para ello, una restauración dental ideal debe presentar perfecta adaptación marginal y biocompatibilidad con el entorno oral. La reconstrucción de los tejidos dentales después del tratamiento de conducto es un procedimiento encaminado a restaurar la función y la estética del diente tratado(36)

El tipo de material, el tipo de restauración y su precisión son fundamentales, ya que

los estudios demuestran que la principal causa de pérdida de dientes después de la endodoncia es una restauración inadecuada. (36)

Las resinas compuestas no se utilizan regularmente para restauraciones extensas o en áreas que soportan altas tensiones, debido a su baja resistencia a la fractura y contracción de polimerización que conduce a la formación de micro fisuras en la estructura dental. (37)

Una de las funciones clave de las fibras en un material compuesto es translocar tensiones y garantizar una rigidez adecuada del material. Las propiedades de resistencia de las fibras de refuerzo impactan directamente en las propiedades de resistencia del material compuesto. Las fibras se colocan de manera que su eje longitudinal (material compuesto) esté alineado perpendicular a las fuerzas de compresión para aumentar la resistencia de la restauración. Sin embargo, si el eje longitudinal de la fibra es paralelo a las fuerzas de compresión, no se producirá ninguna mejora en la restauración. (36)

5.6 Ribbond

Actualmente, en el ámbito de la rehabilitación post endodóntica se ha creado una nueva técnica para la reconstrucción de muñones, usando fibras de polietileno comercialmente conocidas cómo Ribbond®, el cual ha estado en el mercado desde 1992, ofreciendo un mejor ajuste a los conductos radiculares

Ribbond® Es una fibra tipo E de refuerzo que promueve la capacidad de carga de la restauración y evita que las fisuras de la restauración se extiendan hasta el diente. Son fibras cortas que miden de 12 a 17 µm de diámetro y de 0,3 a 1,9 mm de longitud, mismas que, se encuentran trenzadas triaxialmente, lo que les otorga una estructura tridimensional. (35)

COMPOSICION:

Se encuentra compuesto por fibras de polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW) que son un homopolímero lineal de etileno con una densidad de 0,97 g/cm3y un peso molecular entre 3x106u a 6x106u. Estas se encuentran silanizadas, preimpregnadas y manipuladas con plasma, para que se puedan integrar sobre la matriz de resina de dimetacrilato fotopolimerizable de tipo convencional que se encuentran tejidas de forma triaxial. (35,38)

PRINCIPIOS BASICOS FIBRAS RIBBOND

La aplicación en odontología de la tecnología de fibras laminadas comprende el uso íntimo de las capas de fibras reforzadas en su posición, por medio de una fina capa de resinas, que servirá de punto de unión entre las capas. Igual que en el caso de las carillas de porcelana o en los casos de Brackets ortodónticos, cuanto más delgada sea la capa de resina, en contacto con el diente, más resistente será la restauración. (39)

El objetivo es construir una estructura libre de fracturas y duradera. Esto se puede lograr adaptando la fibra lo más íntimamente posible al diente e incluyéndolo lo más profundo posible en los contactos interproximales. La línea de unión delgada entre las fibras de Ribbond y el diente nos produce una unión más fuerte y con resultados más predecibles, esto quiere decir que la resistencia adhesiva a las fuerzas tensiles disminuye con un aumento del grosor.(39)

Ribbond se adhiere a resinas compuestas y resinas acrílicas, para ello se deben emplear los procedimientos estandarizados y aceptados para la adhesión de resinas a otros materiales (como esmalte, dentina, metal, porcelana o resinas existentes)

Casi todos los informes de fracaso en prótesis reforzadas con Ribbond han ocurrido en la resina o la interfase entre la resina compuesta y el esmalte, dentina, metal, porcelana o restauraciones en resina previas. Para minimizar el riesgo de fracasos,

se deben seguir las instrucciones del fabricante de acuerdo con el agente de unión que este empleado.

Para el manejo, antes de humedecerla con resina, debe sacarse la fibra con instrumentos metálicos como pinzas que se encuentren completamente limpias, esto evitara la contaminación de la fibra sobrante, la manipulación de la fibra debe ser siempre con este instrumento hasta que la resina o el monómero haya sido aplicado a la fibra. Una vez que la resina sin relleno o una mezcla de resina acrílica haya sido aplicada, puede ser manipulada tal y como se manipulan las resinas (con guantes libres de talco). La resina no debe polimerizarse para que Ribbond pueda adherirse a ella. (40)

Este material es susceptible a contaminación, por lo tanto, no hay forma de saber si se ha contaminado, excepto cuando se presente un fracaso en la adhesión de esta, para ellos es sumamente importante evitar acondicionar la fibra con los dedos o guantes de látex. Posteriormente a su uso, debe almacenarse a temperatura ambiente. (41).

Para la adhesión de las fibras Ribbond a resinas, debe colocarse la porción cortada en un recipiente limpio, libre de contaminantes, en una loseta o en un protector contra la luz, debe humedecerse con una resina sin relleno, también puede emplearse selladores de fisuras para humedecerlo. Es importante tener en cuenta que no debe humedecerse la fibra con un adhesivo autograbante, no se recomienda emplear sistemas adhesivos universales que incluyan primer dentinario. (42)

Por lo tanto, debe evitarse que la resina incorporada se diluya, el exceso de resina o adhesivo debe ser removido con una gasa limpia, ya que es mucho más fácil la manipulación de la fibra Ribbond cuando no se encuentra saturada en el agente

humectante, para minimizar la polimerización previa debe protegerse de la luz, hasta el momento en que realmente deba ser polimerizada. (40)

Para el refuerzo en restauraciones de composite en general, al utilizar Ribbond se emplea un complejo restaurativo compuesto por fibra y resina compuesta que es estético, duradero y resistente a fallas, este material brinda beneficios en cuanto a que imita las características funcionales de las fibras colágenas en la unión amelo dentinaria ya que, inhibe, detiene y redirecciona los cracks. (43)

Por otro lado; si la restauración falla es muy probable que pueda ser retratada o reparada de forma segura y finalmente une a los tejidos del diente con la restauración proporcionando diferentes propiedades elásticas ya que: minimiza el factor C, minimiza la contracción de polimerización y la microfiltración, elimina la formación de brechas en la pared pulpar de cavidades extensas, aumenta la fuerza adhesiva micro-tensil y de cizallamiento, actúa como mecanismo de desacople durante la polimerización, mejora la distribución de estrés y reduce la formación de microcraks inducidos por la polimerización. (42)

REFORZAMIENTO DE RESTAURACIONES DIRECTAS DE RESINA COMPUESTA OCLUSOPROXIMALES (clase II)

El propósito de esta técnica es convertir la conformación ocluso-proximal (clase II) en una restauración oclusal (clase I) y que pueda ser restaurada con la técnica para las restauraciones oclusales (clase I). (9)(10)

1. **Reconstruir la pared proximal:** Preparar la cavidad utilizando la técnica adhesiva estándar y la resina compuesta convencional para reconstruir la pared proximal o la parte externa de una cúspide faltante con el uso de una banda matriz. La pared proximal debe tener un espesor de 1 mm, en casos de

posible sobrecarga (ej. Bruxismo), debe aumentarse el espesor para evitar fracturas marginales. (44)

2. **Control de oclusión:** analizar y modificar la oclusión con dientes antagonistas y corregir cúspides (dientes extruidos), que puedan interferir entrando en exceso en la superficie oclusal finalmente restaurada. Estas cúspides pueden provocar disfunción oclusal y llevar a la exposición del material. (45)
3. **Realizar la preparación para la restauración:** Redondear los ángulos internos, y re contornear las paredes de la cavidad para eliminar irregularidades en la superficie interna, esto elimina zonas de concentración de estrés aumentado y permite una mejor adaptación de Ribbond a las paredes cavitarias. (10)
4. **Preparar la cavidad para la adhesión y aplicar el sistema adhesivo:** utilizar la técnica y sistema adhesivo de preferencia. (46)
5. **Cortar la fibra Ribbond:** Debe cortarse un fragmento lo suficientemente largo y ancho para que cubra el piso y se proyecte hacia las paredes V.P/L, M y D de la cavidad. Es más sencillo adaptar un fragmento largo del material, en intimo contacto con el piso y las paredes de la cavidad, si es que los contornos han sido previamente regularizados. (40)

Algunas preparaciones tendrán zonas irregulares, haciendo difícil posicionar un solo fragmento que cubra la superficie es internas de la cavidad. En este caso, para preparaciones con forma irregular, deben utilizarse múltiples fragmentos más pequeños que cubran la mayor superficie posible de la preparación interna. (47)

6. **Impregnar ribbond con resina compuesta:** Impregnar completamente la fibra de Ribbond con su resina humectante o con un adhesivo de esmalte sin carga antes de posicionar la fibra sobre la resina compuesta de media

viscosidad no polimerizada. Mover el Ribbond impregnado a una superficie seca en una loseta de mezcla y remover el exceso de resina de la fibra. (40) (39)

7. **Aplicar resina compuesta**: De viscosidad media o baja en las superficies de la preparación. Aplicar una capa de 0,5 mm de grosor de una resina compuesta de viscosidad media como lo es la resina de fijación Ribbond, en el piso y en parte de las paredes cavitarias, donde se posicionará la fibra, en este momento aun no debe ser polimerizada. (41)
8. **Posicionar Ribbond:** Sobre el piso y paredes cavitarias internas de la preparación. Presionar la fibra impregnada contrala resina compuesta de viscosidad media de manera que Ribbond este directamente sobre el diente. Si el espacio disponible lo permite, posicionar un fragmento adicional circunferencialmente sobre la resina compuesta en las paredes de la cavidad. Comprobar que la cobertura con Ribbond quede mínimo 1 mm bajo el margen cavo-superficial de la cavidad. (40)

   Asegurar que no existan vacíos de aire entre la resina compuesta, Ribbond y las paredes del diente, posteriormente a esto polimerizar luego de que los fragmentos estén debidamente posicionados. (48)
9. **Finalizar la restauración:** Completar la restauración agregando incrementos de resina utilizando la técnica de preferencia (restauraciones directas) o (técnica indirecta).

En un estudio realizado por Belli et al. 2005 donde evaluaron la resistencia a la fractura de los dientes con tratamiento de conducto cuando se restauran con y sin resinas compuestas reforzadas con fibra. Compararon los dientes no restaurados, restaurados con resina compuesta, compuestos reforzados con fibras y fluidas con

polietileno colocadas en dirección vestíbulo lingual. Concluyeron que cuando se utilizaron fibras de polietileno en dientes tratados endodónticamente con cavidades mesiooclusodistales (MOD), la resistencia a la fractura aumento significativamente. (16)

5.7 Adhesivo

Los adhesivos universales representan una evolución significativa en los sistemas de unión dentales, ya que han sido formulados para ser compatibles con diversas técnicas de grabado (autograbado, grabado selectivo y grabado total), lo que les otorga una gran versatilidad clínica. Estos sistemas adhesivos de un solo frasco simplifican los procedimientos clínicos y reducen los errores operatorios, manteniendo una adhesión efectiva tanto a esmalte como a dentina, así como a diferentes sustratos restaurativos, como cerámicas, metales y resinas compuestas (37,38)

El adhesivo universal de Bisco, conocido comercialmente como All-Bond Universal, ha sido ampliamente evaluado y reconocido por su excelente desempeño clínico y laboratorial. Este adhesivo se caracteriza por:

1. Contenido de MDP (10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate), que permite una fuerte unión química a la hidroxiapatita del diente y materiales como zirconia y metales (39,40)
2. Compatibilidad con autopolimerizables y duales, sin necesidad de activadores adicionales (5).

3. Aplicabilidad en técnicas de grabado total, selectivo o autograbado, lo que lo convierte en una solución ideal para una amplia gama de procedimientos restauradores (38,40)
4. Baja sensibilidad a la técnica, permitiendo resultados más predecibles incluso en condiciones clínicas complejas (2,5).

Estudios recientes han demostrado que All-Bond Universal mantiene un alta resistencia adhesiva tanto en dentina como en esmalte, comparable o superior a otros adhesivos de su categoría (39,41). Además, su formulación libre de Bisfenol A (BPA) lo hace más biocompatible, una característica cada vez más valorada en los materiales dentales modernos (41)

En el contexto de reconstrucciones coronales posteriores, como las evaluadas en este estudio, el uso de un adhesivo universal como All-Bond Universal proporciona una base fiable para la unión de materiales restaurativos, contribuyendo directamente a la longevidad y resistencia a la fractura del conjunto restaurador (42)

6. Objetivos

6.1 Objetivo general

Evaluar la resistencia a la fractura de Fibras Ribbond y resina Ever X Posterior como reconstructor de muñón en molares tratados endodónticamente.

6.2 Objetivos específicos

1. Determinar la resistencia a la fractura de Fibras Ribbond
2. Determinar la resistencia a la fractura de entre Ever X Posterior
3. Determinar la resistencia a la fractura de Resina Filtek one Fill 3 M.
4. Comparar la resistencia a la fractura entre fibras Ribbond y Ever X Posterior.

7. Materiales y Métodos

Aspectos metodológicos

7.1 Tipo de estudio

Experimental In-*vitro*

7.2 Objeto de estudio

Resistencia a la fractura de reconstrucción de muñón.

7.3 Material objeto de estudio

Reconstrucción de muñón con fibras Ribbond, Everx posterior y Resina Filtek one Fill 3 M

7.4 Unidad de observación

Resistencia medida en Mega Pascales (MPa)

8. Características de la muestra

8.1 Muestra

De acuerdo con la norma ISO 9917-1 de 2017, se estimaron 10 muestras para cada grupo, se tomaron 15 para minimizar el error de muestreo.

Distribución de los grupos de estudio:

3 grupos, cada uno de 15 especímenes

N= 45

n1= 45 molares para reconstrucción con Fibras Ribbond.

n2= 45 molares para reconstrucción con EverX Posterior.

n 3 = 45 molares para reconstrucción con Resina compuesta FILTEK™ ONE BULK COMPOSITE 3M (Grupo control)

Para la selección de la muestra se empleó un muestreo aleatorio simple, que consistió en seleccionar 15 unidades muestrales de forma aleatoria para cada grupo,

asegurando una probabilidad equitativa de asignación a cualquiera de los grupos experimentales.

8.2 Criterios de selección

Los molares utilizados en el estudio no son anatómicamente iguales.

8.2.1 Criterios de inclusión

- Dientes molares naturales tratados endodónticamente, con técnica - Cono único Sistema HYFLEX EDM COLTENE
- Molares con integridad coronal y radicular tratados endodónticamente

8.2.2 Criterios de exclusión

- Dientes vitales
- Molares con tratamientos de conducto con instrumentos fracturados en el canal radicular
- Destrucción coronal severa que no cumpla con las medidas establecidas para el estudio.

8.3 Procedimiento

En el marco de esta investigación experimental *in- vitro,* adscrita a la línea de de biomateriales y procesos de laboratorio dental, se recolectaron 45 dientes molares donados que cumplían con los criterios de inclusión establecidos. Posteriormente, se procedió a su desinfección química y el almacenamiento en recipientes individuales, conforme a los lineamientos descritos en la literatura de científica. Durante el manejo de las muestras, se implementaron medidas de bioseguridad, utilizando elementos de protección personal como gorro, bata, tapabocas y guantes. Los especímenes fueron

inicialmente sumergidos por 24 horas en una solución de cloramina al 0,5 % para su desinfección y luego conservados en solución salina (cloruro de sodio al 0.9% NaCL) , la cual ha demostrado mantener la hidratación del tejido y no generar alteraciones estructurales en la dentina ni en el esmalte.

A los 45 molares que conformaron la muestra, se les realizó tratamiento convencional de conducto bajo condiciones estandarizadas, empleando el sistema **HYFLEX EDM (COLTENE)**. Todo el procedimiento fue realizado por mismo operador, especialista en Endodoncia, con el fin de asegurar la homogeneidad técnica.

El procedimiento se llevó a cabo siguiendo el siguiente protocolo clínico, garantizando la reproducibilidad del proceso:

1. Radiografía inicial para evaluar la anatomía interna del diente y establecer una referencia.
2. Apertura cameral utilizando una fresa redonda de diamante #2, seguida de a conformación de la cavidad de acceso con la fresa Endo Z.
3. Localización de conductos radiculares mediante el uso de un explorador endodóntico.
4. Verificar permeabilidad de los conductos y hacer patencia con lima #10 (Maillefer)
5. Conductometría electrónica con localizador apical, se realizó un circuito para simular las condiciones clínicas intraorales.
6. Conductimetría radiográfica para confirmar la longitud de trabajo.
7. Irrigación con Hipoclorito de sodio (NaOCL) al 5,25%, utilizando en jeringas de 5cc con aguja monoject.
8. Preparación mecanizada de los conductos: Se realizó preflaring con lima Orifice Opener 25/.12 marca COLTENE, seguido del glide path con lima Glidepath del sistema HyFlex EDM. La instrumentación principal se realizo con la lima Shaping 25 del sistema HyFlex EDM y las limas Finishing

correspondientes según el caso: Finishing 40/.04, 50/.03 o 60/.02 todas pertenecientes al sistema HyFlex EDM (COLTENE).

9. Protocolo de Irrigación implementado: 10ml de NaOCl al 5,25% por molar, seguido de 1ml de EDTA por cada molar, con un tiempo de acción de un minuto.

10. Activación de los irrigantes realizada mediante el dispositivo con waterpik, durante un tiempo total de 4 minutos.

11. Secado de los conductos con puntas de papel absorbente del mismo sistema

12. Ajuste de cono maestro: se seleccionó un cono único de acuerdo con la preparación de cada conducto.

13. Rx de conometría.

14. Obturación efectuada mediante la técnica de cono único del sistema Hyflex EDM, utilizando cemento endodóntico AH+ de la casa Dentsply.

15. Corte con gutacutter

16. Condensación vertical de la gutapercha.

17. Sellado de la entrada de los conductos con ionómero de vidrio

18. Fotopolimerización del material sellador

19. Radiografía final para verificar la calidad de la obturación.

Tras la realización de los tratamientos endodónticos en los 45 molares seleccionados, la muestra fue dividida aleatoriamente en tres grupos de 15 especímenes cada uno. A cada espécimen se le realizó la estandarización de la cavidad con las siguientes dimensiones: pared Vestibular: 2.5 mm, pared Palatina: 2.5 mm, pared distal: 3.5 mm, pared mesial: 3.5 mm y un espesor de 2 mm. La preparación cavitaria se efectuó bajo magnificación con microscopio y empleando un motor eléctrico de

Woodpeacker. Se redondearon ángulos manteniendo la geometría uniforme en todas las preparaciones. Esta estandarización tuvo como finalidad garantizar la uniformidad en la preparación de las muestras, permitiendo un adecuado control de las variables. Posteriormente los especímenes fueron se incrustados en resina Epóxica, posicionándolos 2 mm por debajo de la unión cemento -esmalte, utilizando moldes plásticos prefabricados de 2 cm de altura. Consecutivamente, los dientes permanecieron sumergidos en solución salina (cloruro de sodio al 0.9% NaCL), a fin de mantener su hidratación y preservar las condiciones estructurales para las etapas subsecuentes del estudio.

La preparación estandarizada de las cavidades fue verificada y calibrada por la Dra Eliana Ibarra, asesora científica de la presente investigación. Su intervención garantizó la rigurosidad metodológica el procedimiento, asegurando uniformidad y validez técnica de las preparaciones realizadas en cada uno de los especímenes.

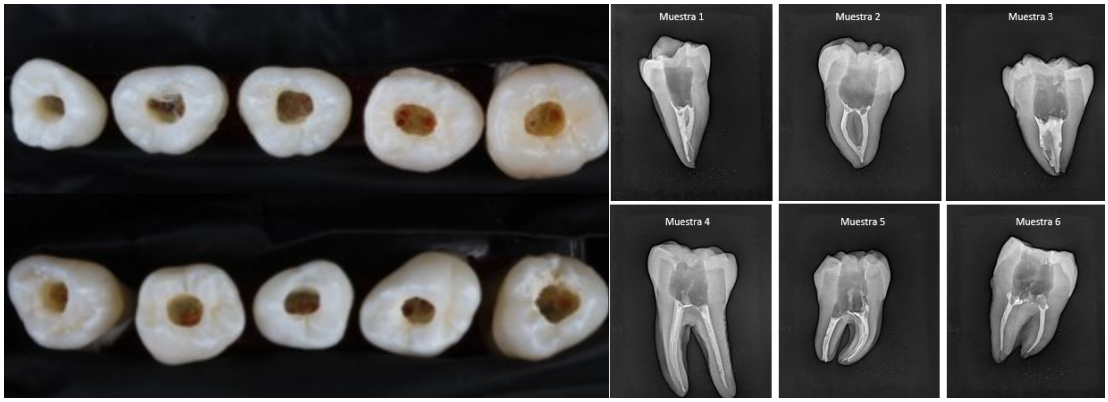
Figura 3

Dientes molares del estudio

Fuente: Elaboración propia

Figura 4

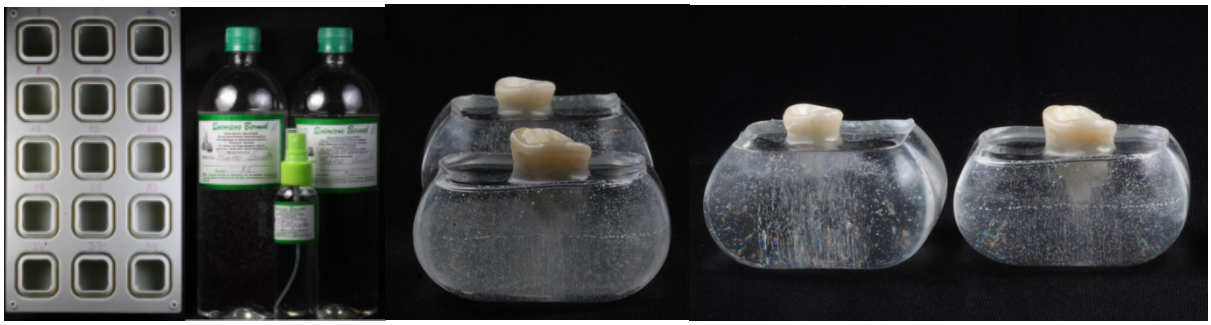
Tratamiento convencional de conductos – Radiografías



Fuente: Elaboración propia

Figura 5

Dientes Molares donados incrustados en resina Epoxi y división de las muestras de manera aleatoria.

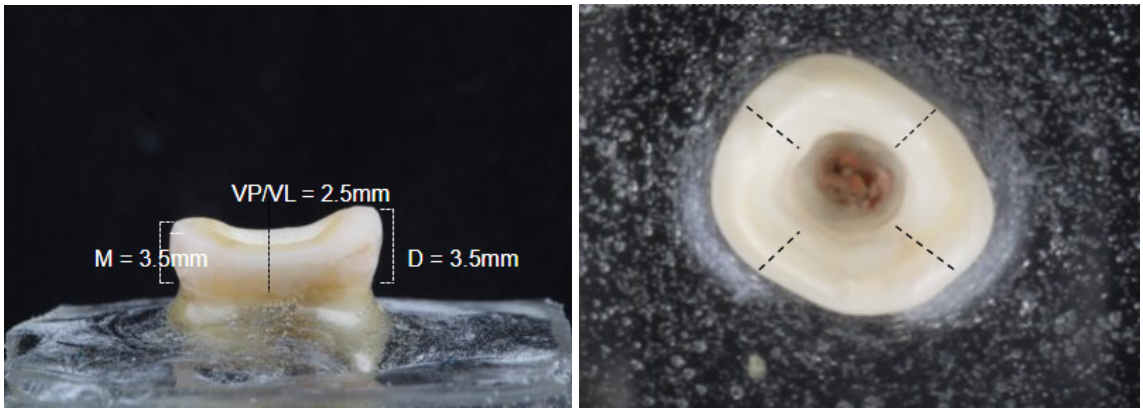


Fuente: Elaboración propia

Nota: Cada muestra se introdujo 2 mm por debajo de la UAC y se retiraron de los moldes 12 horas después de su polimerización.

Figura 6

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



Fuente: Elaboración propia

*Se realizó la división de los 45 molares al azar en los 3 grupos (15cada uno), Para el Grupo de estudio 1 (*Fibras Ribbond), *Grupo de estudio 2* (Everx Posterior), *Grupo de estudio 3 (*resina Bulk 3M- Muestra control)

PROTOCOLO DE COLOCACION DE LA FIBRA RIBBOND

1. **Preparar la cavidad para la adhesión y aplicar el sistema adhesivo:** utilizar la técnica y sistema adhesivo de preferencia. (All bond Bisco) (46)
2. **Cortar la fibra Ribbond:** Debe cortarse un fragmento lo suficientemente largo y ancho para que cubra el piso y se proyecte hacia las paredes V.P/L, M y D de la cavidad. Es más sencillo adaptar un fragmento largo del material, en intimo contacto con el piso y las paredes de la cavidad, si es que los contornos han sido previamente regularizados. (40) (Se corto la fibra: 4 mm de ancho x 8mm de longitud)
3. **Impregnar Ribbond con Permeaseal:** Impregnar completamente la fibra de Ribbond con Permea sela sin carga antes de posicionar la fibra sobre la resina compuesta de media viscosidad no polimerizada. Mover el Ribbond impregnado a una superficie seca en una loseta de mezcla y remover el exceso de resina de la fibra. (40)(39)
4. **Aplicar resina compuesta**: De viscosidad media o baja en las superficies de la preparación. Aplicar una capa de 0,5 mm de grosor de una resina compuesta de viscosidad media como lo es la resina de fijación Ribbond, en el piso y en parte de las paredes cavitarias, donde se posicionará la fibra, en este momento aun no debe ser polimerizada. (41)
5. **Posicionar Ribbond:** Sobre el piso y paredes cavitarias internas de la preparación. Presionar la fibra impregnada contrala resina compuesta de viscosidad media de manera que Ribbond este directamente sobre el diente. Si el espacio disponible lo permite, posicionar un fragmento adicional circunferencialmente sobre la resina compuesta en las paredes de la cavidad.

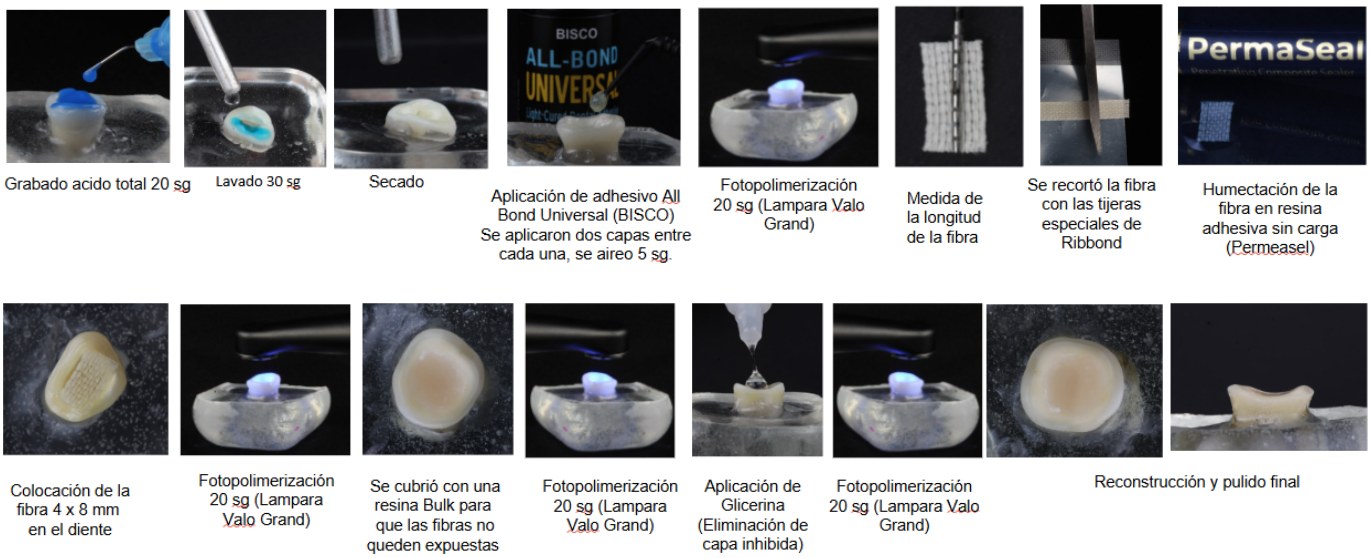
Comprobar que la cobertura con Ribbond quede mínimo 1 mm bajo el margen cavo-superficial de la cavidad.

Asegurar que no existan vacíos de aire entre la resina compuesta, Ribbond y las paredes del diente, posteriormente a esto polimerizar luego de que los fragmentos estén debidamente posicionados. (Se fotopolimerizó por 40 sg)

6. **Cubrir la fibra**: Se debe cubrir la fibra Ribbond con resina empacable o fluida para que esta no quede expuesta. (Resina Filtek™ Bulk Fill 3M empacable)
7. **Pulido de la reconstrucción** (Se realiz con la secuencia de pulido de discos soflex de la 3M)

Figura 7
Preparación de muestra Grupo 1

Se prepararon 15 muestras para reconstrucción coronal con fibra Ribbond:



Fuente: Elaboración propia

Figura 8
Dientes Molares incrustados en resina Epóxica sumergidos en solución salina para muestra de G1

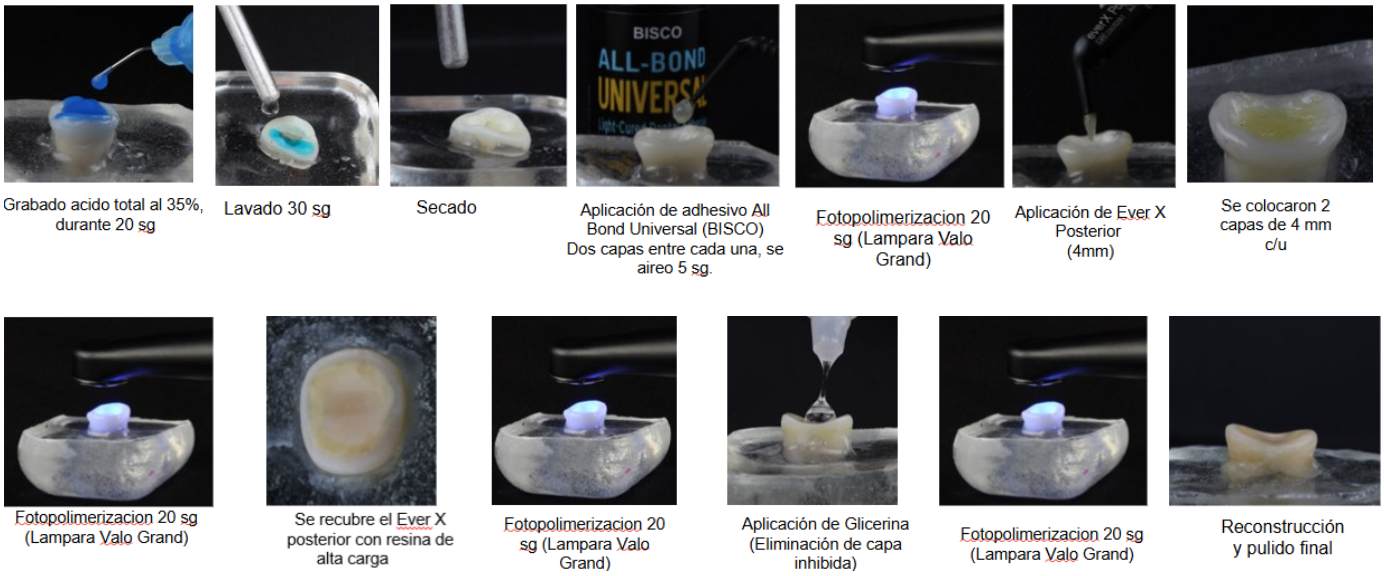
Fuente: Elaboración propia

Recomendaciones y protocolo de la casa comercial para EverX Posterior™

1. Preparación de cavidad
2. Grabado con acido ortofosfórico al 37 % por 20 segundos.
3. Aplicación de adhesivo universal All Bond (Bisco), frotado se realiza frotado por 20 segundos, aireado y fotopolimerizado por 20 segundos.
4. Aplicar everX Posterior en capa de 4 mm como máximo
5. Fotopolimerice durante 20 segundos
6. Revista con composite.

Figura 9
Preparación de muestra Grupo 2

Se prepararon 15 muestras de composite Ever x Posterior:



Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Dientes Molares incrustados en resina Epóxica sumergidos en solución salina para muestra de G2

Recomendaciones y protocolo de la casa comercial para Resina Filtek™ Bulk Fill 3M

1. Aislamiento del campo operatorio

2. Preparación cavitaria

3. Selección y aplicación del sistema adhesivo

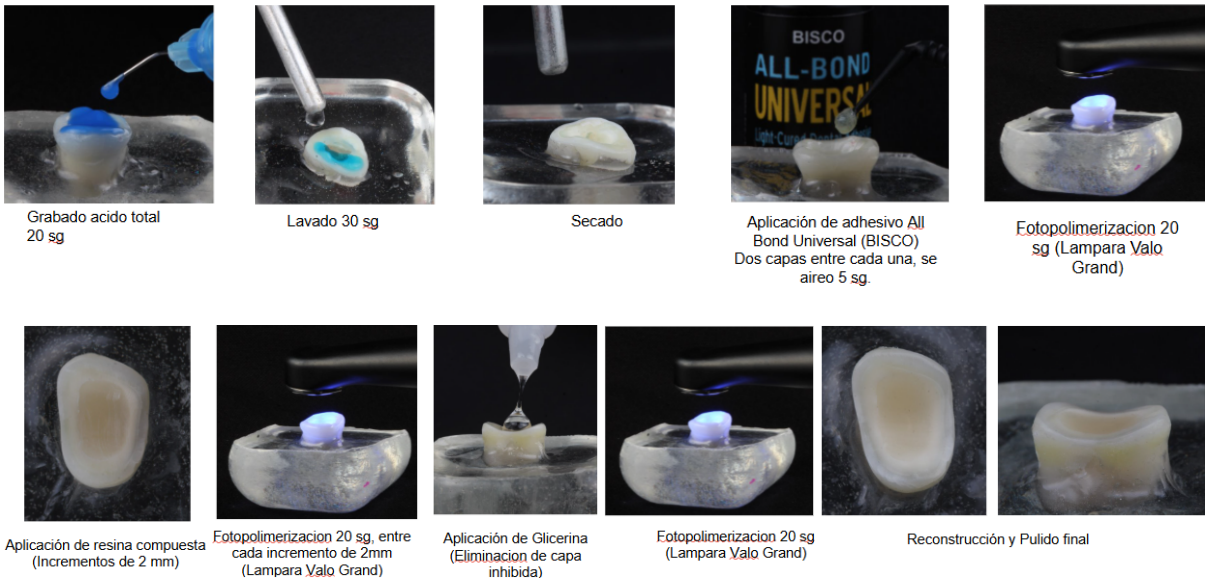
4. Aplicación de la resina Filtek™ Bulk Fill Posterior (Aplicar directamente el material en la cavidad en incrementos de hasta 5 mm de espesor.)

5. Fotopolimerización

6. Ajuste oclusal y pulido

Figura 11

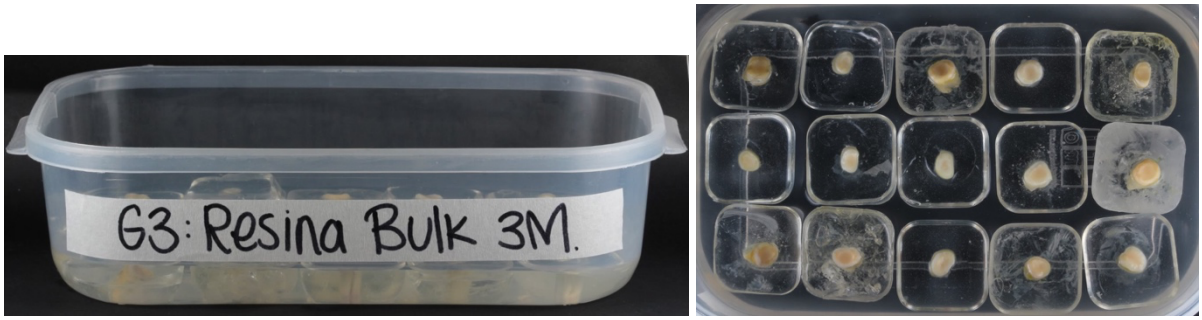
Se prepararon 15 muestras de Resina Filtek™ Bulk Fill 3M:



Fuente: Elaboración propia

Figura 12

Dientes Molares incrustados en resina Epóxica para muestra de G3



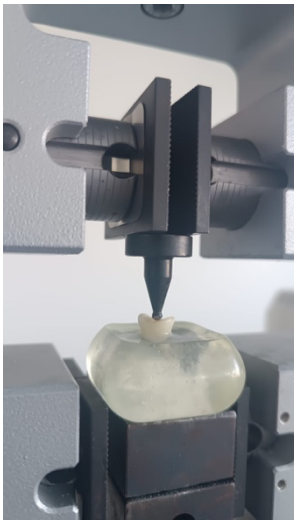
Fuente: Elaboración propia

4. Se sometieron las muestras a pruebas mecánicas en Instron.

Se llevó a cabo una prueba de resistencia a la fractura utilizando una máquina de ensayo universal **INSTRON**, conforme a los lineamientos establecidos por la

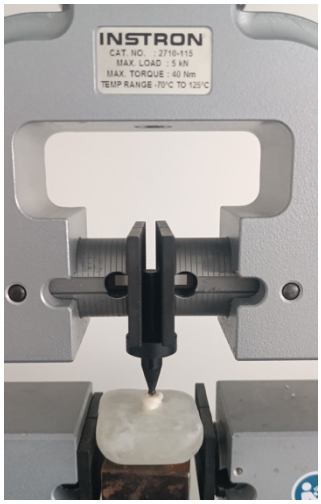
norma **ISO 4049:2000**. Cada espécimen fue adecuadamente fijado en el dispositivo de prueba y sometido a una carga concentrada en un único punto, con el objetivo de simular las fuerzas oclusales y evaluar la capacidad de resistencia a la fractura de los muñones. Durante el ensayo, se aplicó una fuerza progresiva de compresión hasta alcanzar el punto de fractura, registrando en cada caso la **carga máxima soportada**, expresada en **Newtons (N)**.

Figura 13
Instron aplicando fuerzas compresivas a Grupo 1



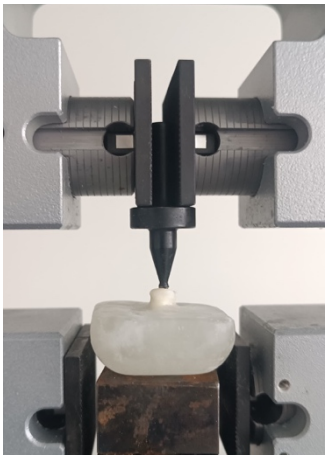
Fuente: Elaboración propia

Figura 14
Instron aplicando fuerzas compresivas a Grupo 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 15
Instron aplicando fuerzas compresivas a Grupo 3



Fuente: Elaboración propia

8.6 Análisis estadístico

El tamaño de la muestra se determinó de acuerdo con la norma ISO 9917-1 de 2017; la cual recomienda que se deben estimar un mínimo de 10 muestras por grupo. No obstante, con el propósito de aumentar la solidez metodológica y minimizar el margen de error, se seleccionarán 15 muestras por grupo, para un total de 45 especímenes. Posteriormente, estas fueron distribuidas aleatoriamente en 3 grupos experimentales, garantizando así una adecuada representatividad y control de las variables en estudio, las cuales fueron divididas asi:

Grupo 1: Fibras Ribbond

Grupo 2: Fibras Everx posterior

Grupo 3: Resina Filtek one Fill 3 M.

Análisis Univariado

Se empleó la prueba de Shapiro-Francia para determinar la distribución de los datos de resistencia a la fractura y prueba de **Post hoc de Tukey.**

Análisis descriptivo

Se calcularon medianas y rangos intercuartílicos para describir la resistencia a la fractura según fibras Ribbond, Everx posterior u resina Bulk Filtek One.

Análisis inferencial

Las diferencias entre la resistencia la fractura entre los tipos de materiales se testeó usando la prueba de análisis de varianza (ANOVA) y se realizó prueba de

comparación múltiple para los tres grupos de comparación utilizando la prueba post hoc. El valor $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo en todas las pruebas. Las diferencias entre los tiempos hasta la fractura entre los tipos de materiales se testeó usando la prueba de Kruskal-Wallis, seguido de la prueba de Nemenyi para comparaciones múltiples. El valor $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo en todas las pruebas.

9. Resultados

La resistencia a la fractura de los especímenes fue evaluada mediante la aplicación de una carga axial compresiva utilizando una máquina de ensayos universal, registrando los valores hasta alcanzar el punto de fractura. Los resultados obtenidos se expresaron en Newtons (N), como media ± desviación estándar.

El material 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, EverX Posterior® mostró la desviación estándar más baja entre los tres grupos evaluados, lo que evidencia una menor dispersión de los datos y sugiere una mayor consistencia en los resultados dentro de este grupo. (Tabla 3).

No hubo diferencias estadísticamente significativas en entre los grupos respecto a la resistencia a la fractura (**p = 0,4996**), pero hubo una diferencia significativa en las puntuaciones de tiempo máxima de resistencia (**p de 0.00001).** (Tabla 2).

Antes de aplicar pruebas estadísticas paramétricas, se realizó la evaluación de la normalidad de la variable dependiente **"Máximo de carga"** (MáximoCargaN), mediante la **prueba de Shapiro-Francia (W')**, recomendada para muestras pequeñas o moderadas (n < 100).

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. No se evidencian desviaciones significativas respecto a la normalidad (p > 0.05).

El estadístico **W' = 0.97546**, cercano a 1, indica un alto grado de ajuste a la distribución normal de los datos, con un **valor de p = 0.37934** (mayor al nivel de significancia de 0.05), lo que indica que no hay evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula de normalidad, evidenciando que la variable **"Máximo de carga" se distribuye normalmente**, y se valida el uso de pruebas paramétricas como el análisis de varianza (ANOVA), para la comparación de medias entre los grupos experimentales.

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. Se observa una desviación significativa respecto a la normalidad ($p < 0.05$).

Para evaluar el cumplimiento del supuesto de normalidad de la variable "Tiempo máximo de resistencia", se aplicó la prueba de Shapiro-Francia, obteniéndose un **estadístico W' de 0.73441,** con un valor **z de 4.780** y un valor **p de 0.00001.** Dado que el p-valor fue inferior al nivel de significancia establecido ($p < 0.05$), se concluye que los datos no siguen una distribución normal, por lo que no se justifica la aplicación de pruebas paramétricas para esta variable. En consecuencia, se optó por realizar análisis estadísticos mediante pruebas no paramétricas como lo es **Kruskall-Wallis.**

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

Mediante análisis de varianza ANOVA según los resultados obtenidos El valor de **p = 0,4996**, indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre

los grupos evaluados (p > 0,05). Por tanto, no se puede afirmar con certeza que alguno de los materiales evaluados posea una resistencia significativamente superior respecto a los otros bajo las condiciones del presente estudio.

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: Se presentan los 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.

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).

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

En la comparación post hoc entre los tres grupos experimentales, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las medias de la variable analizada. La diferencia de medias entre el grupo Ribbond y EverX Posterior fue de 232,424 unidades (p = 0,728); entre Ribbond y Resina Bulk 3M fue de 130,479 unidades (p = 1,000), y entre EverX Posterior y Resina Bulk 3M fue de -101,945 unidades (p = 1,000). Estos resultados indican que, aunque se observaron variaciones numéricas en las medias, ninguna de estas diferencias fue estadísticamente significativa, por lo que no se puede afirmar que un grupo haya presentado un comportamiento superior al otro desde el punto de vista estadístico.

Tabla 6

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

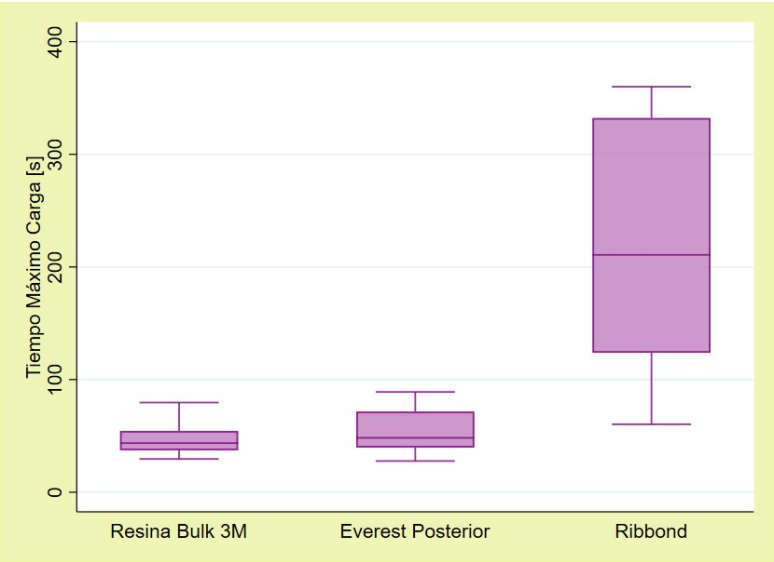
Mean	Grupo 1 Ribbond	Grupo 2 Ever X Posterior
Grupo 2 Ever X Posterior		
Diferencia de Medias	-169,72	
Valor p	0,000	
Grupo 3 Resina Bulk 3M	-174,78	-506,25
	0,000	1,000

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

Los resultados de la comparación por pares de las medias de resistencia a la fractura revelaron diferencias estadísticamente significativas 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). Estos hallazgos indican que ambos materiales alternativos ofrecieron una resistencia significativamente superior al material reforzado con Ribbond. No obstante, no se encontraron diferencias significativas entre EverX Posterior y Resina Bulk 3M (diferencia = -506,253 s; p = 1,000), a pesar de la diferencia numérica observada entre sus medias.

Figura 16

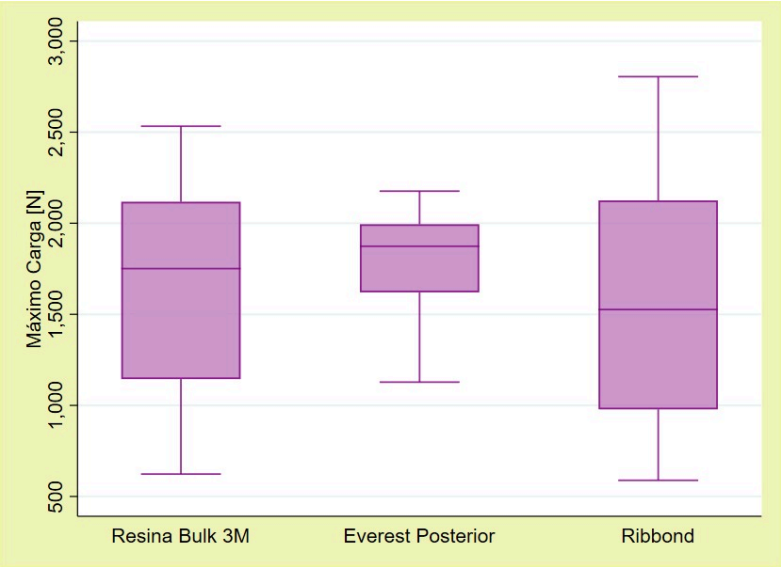
Comparación del Tiempo Máximo de Carga de los tres materiales restaurativos



Nota : El 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.

Figura 17

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



Nota : El 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.

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.

10. 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. (6)

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.(43)

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.(44) 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.(45)

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.(45)

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.(46)

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 reconstructores 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 esta 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.

11. Limitaciones

Aunque este estudio *in vitro* proporciona una valiosa aproximación al comportamiento mecánico de diferentes técnicas de reconstrucción coronal en molares tratados endodónticamente, es necesario reconocer que las condiciones controladas del laboratorio no reproducen de manera íntegra la complejidad del medio bucal. Factores clínicos relevantes como la humedad constante, los cambios térmicos, las variaciones de pH, la acción enzimática salival, el microbiota oral y la aplicación de fuerzas masticatorias repetitivas no fueron contemplados en el diseño experimental. Esta diferencia limita la extrapolación directa de los resultados a escenarios clínicos reales. De igual manera, 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 condiciones representan un desafío importante en la durabilidad clínica de las restauraciones. A pesar de que se procuró una selección homogénea de los dientes, la variabilidad anatómica natural entre los molares humanos, como el grosor de dentina remanente, el volumen de la cámara pulpar o la forma radicular, puede haber influido en la distribución del estrés interno durante la prueba de carga.

Por otro lado, el presente estudio no consideró la colocación de una restauración protésica definitiva, la cual cumple una función estructural fundamental en la protección de los dientes tratados endodónticamente. Así mismo, no se registró el tipo

de fractura (favorable o no favorable), parámetro clínicamente relevante para determinar la posibilidad de restauración post-fractura. 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.

12. Conclusiones

Considerando las limitaciones y resultados obtenidos del presente estudio *in vitro*, permiten afirmar que el tipo de material restaurador influye de manera significativa en la resistencia a la fractura de molares tratados endodónticamente. De los tres sistemas evaluados, las reconstrucciones realizadas con EverX Posterior® evidenciaron los valores más altos de resistencia, lo cual se atribuye a la incorporación de fibras cortas de vidrio dentro de la matriz compuesta, capaces de redirigir y disipar las tensiones funcionales. Este comportamiento mecánico superior respalda el uso de materiales reforzados con fibras estructuralmente integradas, especialmente en dientes posteriores con pérdida sustancial de estructura dentaria.

Por su parte, la resina Filtek™ Bulk Fill (3M) demostró un comportamiento mecánico eficiente, alcanzando valores de resistencia superiores a los del grupo restaurado con Ribbond®, y solo ligeramente inferior de EverX Posterior®. Este desempeño podría explicarse por su matriz de alta densidad de carga, su capacidad para ser aplicada en incrementos de hasta 5 mm, y su tecnología avanzada de control de contracción de polimerización, que favorece tanto la estabilidad dimensional como una distribución uniforme de las cargas funcionales.

Sin embargo, el grupo reconstruido con fibras de polietileno mostró los valores más bajos de resistencia, posiblemente debido a limitaciones inherentes a su manipulación clínica, como la impregnación manual de las fibras. Además, la restauración con fibra de polietileno (Ribbond) podría representar un mayor costo y requerir un tiempo

clínico más prolongado, en comparación con los sistemas reforzados con fibras everx posterior y resina compuesta filtek™ one bulk 3M.

Cabe destacar que, si bien; las diferencias encontradas en los valores de resistencia a la fractura entre los grupos no fueron estadísticamente significativas, los tres materiales evaluados demostraron ser clínicamente viables como alternativas restauradoras en molares tratados endodónticamente. Esto sugiere que, bajo una correcta indicación y aplicación técnica, tanto EverX Posterior®, como Filtek™ Bulk Fill (3M) y Ribbond®, pueden contribuir eficazmente al refuerzo estructural de dientes posteriores comprometidos coronalmente para la rehabilitación funcional y estética. Es relevante mencionar que 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.

13. Recomendaciones.

A partir de los resultados obtenidos y del análisis comparativo con estudios previos, se recomienda considerar el uso de **materiales restauradores reforzados con fibras de vidrio**, como EverX Posterior®, en molares tratados endodónticamente que presenten pérdida sustancial de estructura dentaria. Estos materiales han demostrado un comportamiento mecánico superior, favoreciendo la resistencia a la fractura frente a las demandas funcionales oclusales. Del mismo modo, la **resina bulk fill de 3M** se presenta como una alternativa confiable y clínicamente eficiente, especialmente en casos donde se requiera un protocolo de restauración más simplificado sin comprometer la integridad estructural.

Sin embargo, es importante tener en cuenta la técnica de manipulación de **fibras de polietileno como Ribbond®**, ya que una impregnación inadecuada o deficiente puede comprometer el desempeño del material restaurador. Es fundamental que el operador tenga experiencia en la correcta integración de este tipo de fibras con la resina para evitar la formación de vacíos o defectos que debiliten la

restauración.

La elección del material debe considerar no solo su resistencia mecánica, sino también la facilidad de uso, la reproducibilidad clínica y la relación costo-beneficio para cada caso.

14. Referencias Bibliográficas

1. 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.
2. 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.
3. 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
4. Eapen AM, Amirtharaj LV, Sanjeev K, Mahalaxmi S. Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Restored with 2 Different Fiber-reinforced Composite and 2 Conventional Composite Resin Core Buildup Materials: An In Vitro Study. J Endod. 2017 Sep 1;43(9):1499–504.
5. Soares CJ, Rodrigues M de P, Faria-E-Silva AL, Santos-Filho PCF, Veríssimo C, Kim HC, et al. How biomechanics can affect the endodontic treated teeth and their restorative procedures? Vol. 32, Brazilian Oral Research. Sociedade Brasileira de Hematologia e Hemoterapia; 2018. p. 169–83.
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. Ayad MF, Maghrabi AA, García-Godoy F. Resin composite polyethylene fiber reinforcement: Effect on fracture resistance of weakened marginal ridges.
8. 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
9. de Carvalho MA, Lazari PC, Gresnigt M, Del Bel Cury AA, Magne P. Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. Vol. 32, Brazilian Oral Research. Sociedade Brasileira de Hematologia e Hemoterapia; 2018. p. 147–58.
10. 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.
11. 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).
12. Bhushan B. Biomimetics. Vol. 367, Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. Royal Society; 2009. p. 1443–4.

13. 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.
14. 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.
15. Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Sharma V, Kohli S. Effect of polyethylene fiber reinforcement on marginal adaptation of composite resin in Class II preparations. 2018.
16. Khan AA, Zafar MS, Fareed MA, AlMufareh NA, Alshehri F, AlSunbul H, et al. Fiber-reinforced composites in dentistry – An insight into adhesion aspects of the material and the restored tooth construct. Vol. 39, Dental Materials. Elsevier Inc.; 2023. p. 141–51.
17. Karbhari VM, Wang Q. Influence of triaxial braid denier on ribbon-based fiber reinforced dental composites. Dental Materials. 2007 Aug;23(8):969–76.
18. Solanki N, Kishan K, Saklecha P, Parikh M. Comparison of fiber-reinforced composite and nanohybrid resin impregnated with glass fibers as postendodontic restoration in molars - A clinical study. Journal of Conservative Dentistry. 2021 Sep 1;24(5):514–8.
19. 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;
20. Bellil S, Erdemir2 A, Ozcopurr M, Eskitascioglu3 G. The effect of fibre insertion on fracture resistance of root filled molar teeth with MOD preparations restored with composite.
21. 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).
22. Vallittu PK. High-aspect ratio fillers: Fiber-reinforced composites and their anisotropic properties. Dental Materials. 2015 Jan 1;31(1):1–7.
23. 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).
24. 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
25. 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
26. Zhou X, Huang X, Li M, Peng X, Wang S, Zhou X, et al. Development and status of resin composite as dental restorative materials. Vol. 136, Journal of Applied Polymer Science. John Wiley and Sons Inc; 2019.

27. 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.
28. 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.
29. 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.
30. Atalay C, Yazici AR, Horuztepe A, Nagas E, Ertan A, Ozgunaltay G. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with bulk fill, bulk fill flowable, fiber-reinforced, and conventional resin composite. Oper Dent. 2016 Sep 1;41(5):E131–40.
31. 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.
32. Dietschi.qxd. 2007.
33. Murgueitio R. Classification of the extension defects of endodontically treated posterior teeth. Vol. 16, Rev. Estomat. 2008.
34. Journal E. Tabassum and Khan: Endodontic failure [Internet]. Available from: www.eurjdent.com
35. Song M, Kim HC, Lee W, Kim E. Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. J Endod. 2011 Nov;37(11):1516–9.
36. de Andrade GS, Saavedra G de SFA, Augusto MG, Leon GA, Brandão HCB, Tribst JPM, et al. Post-endodontic restorative treatments and their mechanical behavior: A narrative review. Dentistry Review. 2023 Mar;3(1):100067.
37. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NHC. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. J Dent. 2013 May;41(5):404–11.
38. Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez I V., Staichak R, Reis A, et al. Immediate adhesive properties to dentin and enamel of a universal adhesive associated with a hydrophobic resin coat. Oper Dent. 2014 Sep 1;39(5):489–99.
39. Mine A, De Munck J, Cardoso M V., Van Landuyt KL, Poitevin A, Kuboki T, et al. Bonding effectiveness of two contemporary self-etch adhesives to enamel and dentin. J Dent. 2009 Nov;37(11):872–83.
40. Cuevas Suárez CE, Luiz W, Oliveira D, Rosa D, Lund RG, Fernandes Da Silva A. Bonding Performance of Universal Adhesives: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. Article in The Journal of Adhesive Dentistry [Internet]. 2019; Available from: https://www.researchgate.net/publication/331371943
41. Saraswati D, K D, Shetty N. Bonding Performance of Universal Adhesive in Different Etching Modes: A Review. Int J Health Sci Res. 2024 Apr 16;14(4):349–57.
42. Magne P, So WS, Cascione D. The Journal of Prosthetic Dentistry Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement Magne et al.
43. Garoushi S, Sungur & S, Boz Y, Ozkan & P, Vallittu PK, Uctasli & S, et al. Influence of short-fiber composite base on fracture behavior of direct and indirect restorations. Available from: https://doi.org/10.1007/s00784-020-03768-6

44. 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.
45. 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.
46. 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.