

**Resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente restaurados con dos
materiales de fibra de vidrio**

**Beatriz Elena Bracho Rincón, Jeimmy Rocío Rangel Maldonado, Angélica Rodríguez
Gámez**

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Rehabilitación Oral

Director

Edgar Güiza

Especialista en Rehabilitación Oral

Asesor

Gloria Cristina Aranzazu Moya

Magister en Epidemiología Clínica

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División Ciencias de la Salud

Especialización en Rehabilitación Oral

2025

Contenido

1. Introducción.....	9
1.1 Planteamiento del problema.....	12
1.2 Justificación.....	13
2. Marco teórico.....	14
2.1 Principios biomecánicos de los materiales dentales.....	15
2.1.1 Módulo de elasticidad.....	15
2.1.2 Tenacidad.....	15
2.1.3 Rigidez.....	16
2.1.4 Dureza.....	16
2.2 Propiedades biomecánicas de las fibras de vidrio.....	18
2.3 Composites reforzados con fibra.....	19
2.3.1 Matriz polimérica	19
2.3.2 Fibras de refuerzo	20
2.4 Longitud y orientación de las fibras.....	20
2.5 Tipo de fibra.....	21
2.6 Fibras de vidrio.....	22
2.7 Postes prefabricados reforzados con fibra.....	24
2.8 Postes prefabricados reforzados con fibra de vidrio	26
2.9 Características de la máquina de ensayos de compresión	26
2.10 El uso de dientes de bovinos en estudios experimentales de resistencia a la fractura	27
2.10.1 Similitudes biomecánicas	27
2.10.3 Resistencia a la fractura.....	27

2.10.3 Disponibilidad y costo	27
3. Objetivos	28
3.1 Objetivo general	28
3.2 Objetivos específicos	28
3.3 Hipótesis	28
3. Método	29
4.1 Tipo de estudio	29
4.2 Población y muestra	29
4.3 Criterios de selección	29
4.3.1 Criterios de inclusión	30
4.3.2 Criterios de exclusión	31
4.4 Variables	31
4.5 Instrumento	32
4.6 Procedimiento	32
4.7 Plan de análisis estadístico	35
4.8 Prueba piloto	35
5. Consideraciones éticas	36
6. Resultados	37
7. Discusión	42
8. Conclusiones	44
9. Recomendaciones	45
Referencias	46
Apéndices	50

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Condiciones experimentales de almacenamiento según normativa ISO</i>	34
Tabla 2. <i>Descripción de fuerza aplicada y desplazamiento según el material utilizado</i>	38
Tabla 3. <i>Tipo de fractura según los materiales estudiados.</i>	40
Tabla 4. <i>Lugar de fractura y distribución en los diferentes materiales estudiados.....</i>	41

Lista de figuras

Figura 1. <i>Fibras de vidrio según su orientación.....</i>	21
Figura 2. <i>Composición en % en peso de diversas fibras de vidrio.....</i>	24
Figura 3. <i>Diferentes tipos de postes reforzados con fibra</i>	25
Figura 4. <i>Ensayo de comprensión en incisivos bovinos A postes y B fibras.....</i>	37
Figura 5. <i>Gráfico de cajas y bigotes para la variable de fuerza compresiva según el material .</i>	39
Figura 6. <i>Gráfico de cajas y bigotes para la variable de desplazamiento compresiva según el material.....</i>	40
Figura 7. <i>Fractura favorable (poste) vs fractura desfavorable (cintas)</i>	41

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Tabla de operacionalización de variables</i>	50
Apéndice B. <i>Instrumento de recolección de datos</i>	51
Apéndice C. <i>Plan de análisis estadístico</i>	53
Apéndice D. <i>Instrucciones del fabricante</i>	54
Apéndice E. <i>Imágenes de las pruebas de compresión y preparación de las muestras</i>	57

Resumen

Introducción: La restauración de dientes tratados endodóntica y estructuralmente comprometidos, sigue siendo un desafío clínico, especialmente ante la falta de evidencia sólida sobre la resistencia mecánica de los materiales restauradores más utilizados. **Objetivo:** comparar la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente, con alta pérdida estructural, restaurados con compuestos reforzados con cintas de fibra de vidrio vs postes de fibra de vidrio. **Metodología:** se prepararon 40 incisivos mandibulares bovinos con tratamiento de conductos radiculares, se desobturó el 50% en dientes que se trataron con postes, y 4mm en dientes tratados con cintas de fibra, dejando 2mm de ferrule para colocar los postes y las fibras. Las muestras se dividieron en 2 grupos, según el tipo de material de restauración: cintas de fibra de vidrio y postes de fibra. Los postes de fibra de vidrio (Fiber Post Coltene) ® se cementaron utilizando un cemento resinoso de polimerización dual (Paracore de Coltene) ®, el cual también se empleó para la reconstrucción del muñón. La fibra utilizada fue Interlig de Ángelus®, y la reconstrucción de muñón con Paracore de Coltene®. Todos los procedimientos se apegaron a las indicaciones de los fabricantes. Todas las muestras se sometieron a aplicación de fuerzas compresivas y se midió la carga y el tipo de fractura. Los datos se registraron en archivo de Excel y se analizaron en STATA 17. **Resultados:** la aplicación de fuerzas por la maquina universal de ensayos Shimadzu (modelo AGS-X, Japón), muestra importantes diferencias entre los dos materiales, en donde las fibras requirieron de una menor fuerza para llegar a la fractura, sin diferencias estadísticas significativas. Respecto al tipo de fractura fueron favorables para los postes con $p= 0.004$ y el grupo de cintas mostró mayor prevalencia de fracturas desfavorables; con respecto a la ubicación más frecuentes las fracturas coronales en el grupo de postes con un valor $p= 0.010$, mientras para las cintas desfavorables ubicándose en el tercio cervical y medio. **Conclusión:** Los postes de fibra de vidrio resisten mejor las fuerzas compresivas y las fracturas en dientes tratados con postes fueron más favorables.

Palabras clave: diente tratado endodónticamente, postes resinosos, fibras de vidrio, fibras de refuerzo

Abstract

Introduction: The restoration of endodontically treated and structurally compromised teeth remains a clinical challenge, particularly due to the lack of solid evidence regarding the mechanical resistance of the most commonly used restorative materials. **Objective:** To compare the fracture resistance of endodontically treated teeth with substantial structural loss, restored with fiber-reinforced composites using fiberglass ribbons versus fiberglass posts. **Methodology:** Forty bovine mandibular incisors were prepared and received root canal treatment. The canal filling was removed up to 50% of the root length in the teeth restored with posts, and up to 4 mm in the teeth restored with fiberglass ribbons, leaving a 2-mm ferrule to place the posts and fibers. The samples were divided into two groups according to the type of restorative material: fiberglass ribbons and fiberglass posts. The fiberglass posts (Fiber Post Coltene) ® were cemented with a dual-cure resin cement (Paracore, Coltene) ®, which was also used for the core build-up. The fiberglass ribbon used was Interlig (Angelus) ®, and the core build-up was performed with Paracore (Coltene) ®. All procedures were carried out in accordance with the manufacturers' instructions. All samples were subjected to compressive loading, and both the fracture load and the fracture pattern were recorded. Data were entered into an Excel spreadsheet and analyzed using STATA 17. **Results:** The compressive tests conducted with the Shimadzu universal testing machine (AGS-X model, Japan) showed notable differences between the two materials: the fiberglass ribbons required less force to reach fracture, although the differences were not statistically significant. Regarding the type of fracture, the results favored the posts ($p = 0.004$), while the ribbon group showed a higher prevalence of unfavorable fractures. In terms of fracture location, coronal fractures were more frequent in the post group ($p = 0.010$), whereas unfavorable fractures in the ribbon group tended to occur in the cervical and middle thirds. **Conclusion:** Fiberglass posts demonstrate greater resistance to compressive forces, and the fractures observed in teeth restored with posts were more favorable.

Keywords: endodontically treated tooth, resin posts, fiberglass, reinforcing fibers

1. Introducción

Franco L. Y 2023 en su artículo Comportamiento Mecánico de un Premolar Humano Sano Sometido a Fuerzas Funcionales y Disfuncionales en un MEF, resume lo reportado en la literatura sobre la fuerza de mordida donde se evidencia que es mayor para los hombres con 545.7 N con una máxima fuerza alcanzada de 888 N, para las mujeres 383.6 con una maxima fuerza alacanzada de 576 N y es mayor en adultos que en niños. Las fuerzas fisiológicas para el sector anterior se encuentran en un rango de 22 a 222 N y para la zona de premolares se evidencia de 31 a 453 N. Las fuerzas de mordida máximas varían de 400 a 890 N para los molares; de 222 a 445 N para premolares; de 133 a 334 N para caninos; y de 89 a 111 N para incisivos. Las fuerzas máximas que se generan por el mayor esfuerzo de apretamiento están en un rango de 723 N +- 138 en la zona de molares, 583 N +- 99 en zona de premolares y 469 N +- 85 en la zona de caninos.

Los dientes tratados endodónticamente presentan una estructura debilitada debido a la pérdida de tejido dentario por caries y procedimientos endodónticos. Esta reducción de la integridad estructural aumenta la susceptibilidad a fracturas bajo cargas funcionales o traumáticas. Por esta razón, es importante desarrollar estrategias de restauración que no solo devuelvan la función, sino que también refuercen mecánicamente la estructura dental. En este contexto, los sistemas de refuerzo interradiculares juegan un papel crucial en la rehabilitación de dientes desvitalizados. (Abu-Nawareg, et al., 2022).

Los procedimientos adhesivos han transformado la forma de restaurar dientes endodónticamente tratados, la transición del uso de postes y muñones colados a postes de fibra. El enfoque original era la resistencia que posteriormente se centró en los tipos de fallo, lo que revela que los fallos catastróficos siguen siendo una preocupación al restaurar dientes endodónticamente

tratados, incluso con postes de fibra, como alternativa, se han propuesto abordajes sin postes para mejorar las posibilidades de reparación. (de Carvalho, et al., 2018).

La elección del material restaurador influye en la distribución de tensiones dentro del diente y, por ende, en su pronóstico clínico. Dentro de las opciones actuales, los postes de fibra de vidrio han demostrado un comportamiento biomecánico favorable, ya que su módulo de elasticidad es similar al de la dentina, lo que permite una distribución más uniforme de las cargas y reduce el riesgo de fracturas irreparables. (Makade, et al., 2011)

El módulo de elasticidad de los tejidos dentarios y de soporte según (Nikolaus, et al., 2017) nombrado por Franco L. Y et al, 2023; describe valor del módulo de elasticidad en GPa del Esmalte: 60, dentina coronal: 20, dentina cervical: 15, dentina radicular: 10, ligamento periodontal: 0,05, hueso alveolar: 13.

El módulo de elasticidad del poste de fibra de vidrio es de 54 GPa y se consideraría un más favorable en términos de distribución de la tensión en comparación con el acero inoxidable (220 000 MPa). El poste de fibra tiene características que simulan la estructura dentinaria natural que cualquier otro poste utilizado anteriormente y actúa como un amortiguador, disipando muchas tensiones en la restauración terminada con pequeñas fuerzas de fricción a las paredes dentinarias, demostrando así fracturas restaurables. El núcleo de composite tiene una excelente adaptación y forma una fuerte unión a la estructura dental remanente, postes adheribles, cementos de resina y, finalmente, la restauración final creando el monobloque. Además, es estético, simple y predecible. (Makade, et al., 2011).

Con la mejora de la odontología adhesiva, se está produciendo un cambio de paradigma hacia enfoques sin postes para restaurar dientes tratados endodónticamente con ferrule. El uso de las cintas de fibra de vidrio ha permitido técnicas de restauración de dientes con un mínimo de 2

mm de ferrule sin postes en combinación con una reconstrucción de muñón de resina compuesta. Esta técnica parece imitar más de cerca la estructura y el comportamiento biomecánico de un diente natural, en contraste con el concepto de reconstrucciones de poste y muñón. (de Carvalho, et al., 2018).

La preservación de la estructura dental es fundamental. La precisión en los abordajes mínimamente invasivos ayuda a retrasar el ciclo de muerte restaurador, manteniendo el ferrule y, por lo tanto, aumentando la supervivencia del diente tratado endodónticamente. Las fibras vidrio y polietileno trenzado, representan una alternativa viable por su alta flexibilidad y capacidad de adaptación a la anatomía del conducto radicular. Estas fibras no solo permiten una restauración adhesiva conservadora, sino que además han mostrado mejorar la resistencia a la fractura de los dientes tratados endodónticamente al reforzar la estructura remanente. Su modo de falla tiende a ser más favorable, es decir, reparable, en comparación con otros sistemas rígidos (Escobar, et al., 2023).

Por lo anterior, este estudio experimental busca contribuir a esa evidencia, mediante la comparación de la resistencia a la fractura de dientes incisivos inferiores bovinos tratados endodónticamente y restaurados con dos sistemas distintos: postes de fibra de vidrio (Coltene) y cintas de fibras de vidrio (Angelus). Para ello, se utilizarán 40 dientes a los que se les aplicará una carga vertical paralela al eje longitudinal mediante una máquina de ensayo universal (Instron). Esta metodología permitirá simular condiciones clínicas de carga funcional y evaluar la respuesta biomecánica de ambos sistemas.

1.1 Planteamiento del problema

La restauración del diente tratado endodónticamente representa un desafío constante en la odontología restauradora, debido a la necesidad de garantizar la longevidad y funcionalidad de dichos tratamientos. Tradicionalmente, se ha recurrido al uso de postes metálicos como método de retención, sin embargo, estos han demostrado presentar fallas catastróficas que comprometen seriamente la integridad del diente. En respuesta a estas limitaciones, se han introducido los postes reforzados con fibra, los cuales, aunque también pueden fallar, suelen ofrecer una mayor capacidad de reparación y conservación del tejido dentario remanente (Tsintsadze, et al., 2024).

Como nueva alternativa, han cobrado relevancia las fibras de vidrio como opción para evitar el uso de postes y facilitar futuras reparaciones del diente (Carvalho, et al., 2018), promoviendo el enfoque “no post – no crown”, que busca preservar al máximo la estructura dental y evitar restauraciones invasivas. No obstante, a pesar del creciente interés en esta técnica, aún existe escasa evidencia científica que compare el comportamiento biomecánico de las fibras de vidrio frente a los métodos tradicionales, como los postes reforzados con fibra de vidrio, especialmente en dientes con alta pérdida estructural o fragilidad considerable.

En este contexto, resulta fundamental evaluar el comportamiento de las fibras de vidrio frente a fuerzas tensionales, en comparación con los postes intraradicales, con el propósito de determinar su eficacia clínica y su viabilidad como alternativa restauradora en dientes tratados endodónticamente con compromiso estructural severo.

A partir de esta necesidad, se plantea la siguiente pregunta de investigación, *¿cuál es el material restaurador en dientes tratados endodónticamente, postes de fibra vs cintas de fibra de vidrio, que produce las mejores condiciones en cuanto a resistencia a la fractura frente a cargas compresivas?*

1.2 Justificación

En el campo de la odontología muchos profesionales asumen que el diente tratado endodónticamente es más frágil y susceptible a fractura que dientes vitales. Por muchos años la técnica de restauración de preferencia de dientes tratados endodónticamente han sido los postes y núcleos por su alta tasa de éxito (Tsintsadze, et al., 2024). El uso de postes de cerámica o metal requiere de un desgaste significativo del conducto radicular lo cual puede ocasionar debilitamiento de las paredes radiculares del diente. En adición el uso de postes puede crear concentración de estrés en la raíz del diente, favoreciendo un incremento en la fractura de la raíz, esto es particularmente problemático en dientes de pacientes adultos (Mezied, et al., 2022).

Una alternativa para los pacientes que se han sometido a un tratamiento de endodoncia puede ser el uso de fibras de vidrio las cuales son resistentes a la fractura, ayudando a distribuir las cargas durante la masticación. Esto último es una característica deseable en los dientes tratados endodónticamente que tienden a ser quebradizos (Komada, 2017).

El uso de cintas de fibra de vidrio en lugar de los postes tradicionales en la restauración dental ofrece varias ventajas significativas. En primer lugar, las cintas de fibra de vidrio son estéticas y translúcidas, lo que las convierte en una opción ideal para restauraciones anteriores, donde la apariencia de la restauración es crítica. Pueden mezclarse a la perfección con el color natural del diente, a diferencia de los postes de metal, que son opacos y pueden ser visibles a través de las coronas. Además, las cintas de fibra de vidrio proporcionan una preparación dental mínima, preservando más de la estructura dental natural (Cho, et al., 2022).

A pesar de que las tiras de fibra de vidrio pueden representar una alternativa viable, simple y menos invasiva para la rehabilitación de dientes endodónticamente tratados, se observa preferencia en el uso de postes como una alternativa estándar en la práctica clínica en la

Universidad Santo Tomás en Bucaramanga. Esto puede ser debido a la limitada disponibilidad de estudios realizados en el campo, siendo necesario realizar investigaciones que provean evidencia científica acerca del potencial que pueden ofrecer las tiras de fibra de vidrio en la restauración de dientes tratados.

Los resultados obtenidos de esta investigación permitirán recopilar evidencia científica acerca de alternativas y materiales de restauración adicionales, así como una toma de decisión más acertada para el tratamiento de dientes endodónticamente tratados y de esta forma mejorar la práctica clínica en el área de rehabilitación oral con materiales menos invasivos. También los resultados de esta investigación pueden proveer una base para futuras investigaciones y desarrollo académico.

2. Marco teórico

Las fibras de vidrio fueron inicialmente utilizadas en sectores industriales como la aeronáutica, producción automotriz y náutica, debido a sus destacadas propiedades físicas, como su alta resistencia mecánica, bajo peso y baja conductividad térmica y eléctrica (Hossain y Rahman, 2021). Estas cualidades atrajeron la atención del campo odontológico, que identificó en este material una alternativa viable a las estructuras metálicas tradicionalmente empleadas en prótesis fijas. Aunque su uso clínico comenzó de forma limitada en la década de 1960, su aplicación se expandió significativamente con el avance de las técnicas de silanización y adhesión, permitiendo una integración más eficaz con los tejidos dentales (Jangra y Sharma, 2021). Actualmente, las fibras de vidrio se emplean en diversas especialidades como la prótesis, la operatoria y la periodoncia, destacándose por su estética superior, biocompatibilidad y capacidad para permitir restauraciones.

2.1 Principios biomecánicos de los materiales dentales

La selección de materiales restauradores para dientes tratados endodónticamente debe fundamentarse en principios biomecánicos que aseguren la preservación estructural del diente, la distribución adecuada de tensiones y una adhesión duradera. Diversos autores han abordado estas consideraciones desde perspectivas complementarias, proporcionando un marco teórico robusto para el análisis y elección de materiales en rehabilitación oral.

En el estudio de los biomateriales utilizados en odontología restauradora, especialmente en rehabilitación postendodóntica, resulta indispensable comprender las propiedades mecánicas que determinan el comportamiento funcional y clínico de los materiales. Entre las más relevantes se encuentran el módulo de elasticidad, la tenacidad, la rigidez, la resistencia a la fractura y la dureza. (Macchi, 2007)

2.1.1 Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad, también denominado módulo de Young, describe la capacidad de un material para deformarse elásticamente cuando se somete a una carga. Es decir, indica la resistencia que ofrece el material a cambiar su forma en respuesta a una fuerza. Un módulo alto implica un material más rígido, mientras que un módulo bajo indica mayor flexibilidad. En odontología, es ideal que este valor sea similar al de la dentina para permitir una distribución armónica de las tensiones (Anusavice, et al., 2013; Macchi, 2007).

2.1.2 Tenacidad

La tenacidad se refiere a la capacidad de un material para absorber energía y deformarse plásticamente antes de fracturarse. Un material tenaz puede resistir cargas de impacto o esfuerzos

cíclicos sin sufrir una fractura repentina. En restauraciones dentales, una mayor tenacidad puede significar un comportamiento más resiliente ante fuerzas masticatorias y una menor probabilidad de fracturas catastróficas (Steenbecker, 2012).

2.1.3 Rigidez

La rigidez es la resistencia de un material a la deformación, y está directamente relacionada con el módulo de elasticidad. Mientras que el módulo describe la relación entre esfuerzo y deformación, la rigidez tiene en cuenta también la geometría del objeto restaurado. Un poste rígido, por ejemplo, puede proporcionar gran estabilidad, pero si es demasiado rígido en relación con el tejido dentario circundante, puede inducir fracturas radiculares (Macchi, 2007).

2.1.4 Dureza

La dureza es la resistencia de un material a la indentación o al rayado, y está relacionada con su capacidad para resistir el desgaste en el entorno bucal. En odontología, un material con alta dureza puede ser más resistente al desgaste oclusal, pero también puede ser más frágil. Anusavice, et al., (2013) destacan que este equilibrio debe ser considerado al seleccionar materiales restauradores, especialmente en dientes sometidos a alta carga funcional.

Uno de los principios fundamentales es la compatibilidad elástica entre el material restaurador y el tejido dentario remanente. Un módulo de elasticidad semejante al de la dentina permite una distribución más uniforme de las cargas funcionales, reduciendo el riesgo de fracturas radiculares (Macchi, 2007). Steenbecker (2012) refuerza este concepto al señalar que los materiales deben adaptarse biomecánicamente a la dentina para actuar como una extensión funcional del diente.

Otro aspecto crucial es la adhesión y el sellado marginal, elementos clave en la longevidad de las restauraciones. Macchi (2007) destaca que una adhesión efectiva no solo asegura la retención del material, sino que también evita la microfiltración, un factor relacionado con la recurrencia de caries y el fracaso restaurador. Steenbecker (2012), desde una perspectiva estética y conservadora, subraya la necesidad de técnicas adhesivas que preserven la estructura y optimicen el contacto entre material y sustrato dental.

En cuanto a la resistencia a la fractura y tenacidad, los tres autores coinciden en que la integridad estructural del diente depende tanto del material empleado como de su integración con el sustrato. Macchi (2007) explica que la resistencia está fuertemente condicionada por la microestructura del material y su capacidad para disipar tensiones. Steenbecker (2012) recomienda el uso de materiales con alta tenacidad para restauraciones en zonas sometidas a cargas masticatorias elevadas, como los dientes posteriores. Anusavice, et al., (2013) ofrece evidencia comparativa de la resistencia a la fractura de diversos materiales, destacando la importancia de elegir opciones que combinen durabilidad y comportamiento clínico favorable.

En síntesis, la aplicación de estos principios biomecánicos permite una restauración más predecible y conservadora de dientes endodónticamente tratados. La elección del material debe considerar no solo su resistencia mecánica, sino también su comportamiento adhesivo y su integración biomecánica con la estructura dentaria remanente. Estas variables resultan esenciales para reducir el riesgo de fracturas catastróficas y asegurar la longevidad clínica de las restauraciones.

2.2 Propiedades biomecánicas de las fibras de vidrio

La selección del tipo de refuerzo intrarradicular en dientes tratados endodónticamente debe considerar las propiedades biomecánicas del material, su compatibilidad con el tejido dentario y su comportamiento frente a las cargas funcionales. Dentro de las opciones contemporáneas, las fibras de vidrio y las fibras de polietileno han demostrado ventajas distintas pero complementarias en rehabilitación oral.

Las fibras de vidrio, ampliamente descritas por Macchi (2007) y desarrolladas en profundidad por Anusavice, Shen y Rawls (2013), se caracterizan por su alta rigidez, con un módulo de elasticidad cercano a los 40 GPa. Esta propiedad les permite comportarse de manera similar a la dentina, facilitando una distribución homogénea de las tensiones y minimizando el riesgo de fracturas radiculares. Además, presentan excelente adhesión química a las resinas compuestas gracias al tratamiento silanizado de su superficie, lo que las convierte en una opción ideal para sistemas adhesivos modernos. Según Anusavice, et al., (2013), su translucidez y estética favorable también las hacen adecuadas para zonas anteriores, contribuyendo tanto al refuerzo biomecánico como al resultado visual de la restauración.

En contraste, las fibras de polietileno, como explica Steenbecker (2012), destacan por su alta tenacidad y flexibilidad, lo cual las hace especialmente útiles en casos clínicos donde se requiere mayor adaptabilidad estructural. Estas fibras están compuestas por una red entrelazada que permite absorber parte de las tensiones funcionales, reduciendo el impacto sobre el diente remanente. Sin embargo, presentan una menor capacidad adhesiva directa en comparación con las fibras de vidrio debido a su superficie químicamente inerte, lo que puede comprometer la integridad de la unión si no se utilizan sistemas adhesivos o pretratamientos específicos. A pesar de esta limitación, su biocompatibilidad y resistencia a la fatiga las posicionan como una

alternativa viable, especialmente en restauraciones de prótesis removibles o férulas (Steenbecker, 2012).

Comparativamente, mientras que las fibras de vidrio ofrecen mayor rigidez y mejor adhesión, las fibras de polietileno aportan mayor flexibilidad y resistencia a la fractura por impacto o carga cíclica, aunque requieren técnicas adhesivas más cuidadosas para asegurar su estabilidad clínica. La elección entre ambos sistemas dependerá del caso clínico, la cantidad de estructura dentaria remanente y la localización del diente a restaurar.

2.3 Composites reforzados con fibra

Un composite reforzado con fibra está formado por fibras integradas dentro de una matriz polimérica. En este tipo de compuesto, las fibras actúan como el componente que aporta rigidez y resistencia, mientras que la matriz polimérica se encarga de mantenerlas unidas, creando una fase continua que rodea al refuerzo. Estos materiales presentan un módulo de elasticidad similar al de la dentina natural, poseen una elevada resistencia a la tracción y son especialmente adecuados para procedimientos clínicos eficientes y económicos (Perdigão, 2016).

2.3.1 Matriz polimérica

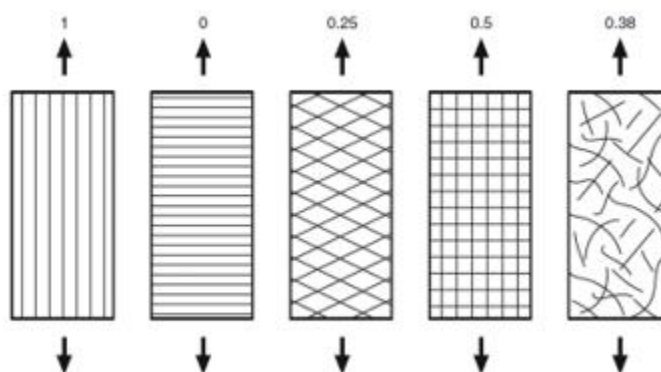
Se refiere a un sistema de resina que se compone principalmente de dimetacrilato. En los composites reforzados con fibra, se han empleado tanto matrices de tipo epóxico como de dimetacrilato. Generalmente, estos composites utilizan resinas formuladas a partir de bisfenol A glicidil dimetacrilato (bis-GMA), trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) y uretano dimetacrilato (UDMA). (Perdigão, 2016).

2.3.2 Fibras de refuerzo

Las fibras de refuerzo aportan rigidez y resistencia al composite, y para que su efectividad sea óptima, deben estar firmemente adheridas y completamente impregnadas por la matriz polimérica. Estas fibras pueden disponerse de forma unidireccional, alineadas paralelamente, o en configuración multidireccional, orientadas en múltiples direcciones. A medida que aumenta la cantidad de fibras, es decir, la fracción volumétrica, también se incrementa la resistencia a la tracción del material compuesto. No obstante, en ciertos casos, una cantidad limitada de fibras puede ser suficiente si se sitúan estratégicamente en la zona sometida a tensión dentro de la estructura del composite. En odontología, esta estrategia de refuerzo parcial suele ser más práctica que el refuerzo completo, ya que se focaliza en áreas de alta tensión y se complementa con una capa adicional de material que cumple funciones estéticas e higiénicas. El resultado final es una restauración multifásica, similar a la reconstrucción de un diente tratado endodónticamente mediante un poste y muñón (Perdigão, 2016).

2.4 Longitud y orientación de las fibras

Las fibras de refuerzo pueden disponerse en una sola dirección, manteniéndose paralelas entre sí, o en múltiples direcciones, con orientaciones variadas. A medida que aumenta la proporción de fibras en el composite, también se incrementa su resistencia a la tracción.

Figura 1. *Fibras de vidrio según su orientación*

Tomado de Perdigão, 2016.

Cuando las fibras están alineadas en la misma dirección que la fuerza aplicada, ofrecen el mayor grado de refuerzo posible. En cambio, si la fuerza actúa perpendicularmente al eje de las fibras, estas no contribuyen al refuerzo del material. Dependiendo de su longitud y continuidad, las fibras pueden clasificarse como cortas y discontinuas o largas y continuas. Un ejemplo típico de aplicación con fibras largas y continuas es el poste radicular. En odontología restauradora, las fibras cortas y discontinuas se emplean con frecuencia para reforzar materiales de obturación. No obstante, cuando se reemplazan las fibras largas y unidireccionales por fibras cortas orientadas longitudinalmente y con una menor relación de aspecto, la resistencia a la tracción del composite disminuye. Esta reducción es aún más pronunciada si las fibras cortas se disponen de manera aleatoria (Perdigão, 2016).

2.5 Tipo de fibra

Los tipos de fibras más comúnmente utilizados como refuerzos en polímeros dentales son las de vidrio, las de carbono o grafito, y las de polietileno (Perdigão, 2016).

2.6 Fibras de vidrio

Las fibras de vidrio son las más apropiadas para su uso en odontología clínica debido a sus múltiples ventajas. Estas incluyen una elevada resistencia a la tracción, baja capacidad de deformación, excelentes propiedades frente a la compresión y el impacto, además de ser económicamente accesibles. Su apariencia translúcida las hace especialmente indicadas para aplicaciones con requerimientos estéticos, como en los postes radiculares de dientes anteriores. No obstante, el principal determinante de su eficacia radica en la composición química de su superficie, la cual favorece una adecuada adhesión a los materiales dentales (Perdigão, 2016).

Los postes y núcleos de metal se encuentran entre los materiales de preferencia para la restauración de dientes endodónticamente tratados debido a su alta resistencia y compatibilidad con los espacios de clavijas (Tsintsadze, et al., 2022). También los compuestos de resina han sido utilizados debido a que presentan una mejor adhesión a la dentina del conducto radicular y sus propiedades físicas mejoradas que pueden prevenir fracturas radiculares. Sin embargo, este último material puede presentar fracturas en la región cervical de la raíz del diente (Ozcan, et al., 2009). Una alternativa para incrementar la resistencia a la fractura de compuestos de resina es el uso de cintas y/o postes de fibra de vidrio (Sari, et al. 2025; Dudas et al., 2022).

Las cintas de fibra de vidrio son tiras delgadas y flexibles hechas de fibras de vidrio tejidas o trenzadas, a menudo pre-impregnadas con resina y utilizadas en combinación con composites (Safwat, et al., 2021; Vallitu, et al., 2015). Su composición es una red tridimensional amorfa (no cristalinas), isótropas (propiedades iguales en todas las direcciones) de sílice, oxígeno y otros átomos dispuestos aleatoriamente (Safwat, et al., 2021; Chong et al., 2003).

Diferentes cintas de fibras de vidrio están disponibles en el mercado y la resistencia de los compuestos reforzados de fibra de vidrio está determinada por factores como la fracción

volumétrica de la fibra, el comportamiento tensión-deformación de la matriz y la interfaz fibra-matriz (Safwat, et al., 2021; Chong, et al., 2003).

Los tipos de fibras de vidrio más utilizadas son las fibras de vidrio E (vidrio eléctrico) y las fibras de vidrio S (vidrio de sílice). Las fibras de vidrio S presentan mayor dureza y módulo elástico en comparación con el vidrio E. También presentan una mayor resistencia a la deformación plástica. En su estado original, las fibras de vidrio S poseen aproximadamente un 20 % más de resistencia y módulo que las fibras de vidrio E. Sin embargo, esta diferencia de resistencia no se observa en los compuestos (Safwat, et al., 2021; Chong, et al., 2003).

Vidrio S: este vidrio de alta resistencia y elasticidad con una baja permitividad dieléctrica y tiene una mejor resistencia a la corrosión a los ácidos. Este vidrio requiere mucha mano de obra y es costoso debido a sus procesos de fabricación y la vida útil de esta fibra es bajas, por lo que su uso es limitado (Safwat, et al., 2021).

Vidrio E (grado eléctrico): este es vidrio de calcio-aluminio-borosilicato con bajo contenido de álcali. Manifiesta un mejor aislamiento eléctrico y resiste fuertemente el ataque del agua. Las fibras de vidrio tipo E son usadas principalmente utilizada en odontología (Safwat, et al., 2021). En la tabla 1 aparece la composición de las fibras de los diferentes tipos de vidrios usado en odontología.

Figura 2. *Composición en % en peso de diversas fibras de vidrio*

Components	A-glass (%)	E-glass (%)	C-glass (%)	AR-glass (%)	R-glass (%)	S-glass (%)
SiO ₂	71	53–55	56–58	62	75.5	62–65
Al ₂ O ₃	3	14–16	12	0.8	0.5	20–25
CaO	8.5	20–24	17–22	5.6	0.5	–
MgO	2.5	20–24	2–5	–	0.5	–
B ₂ O	–	6–9	–	–	20	0–1
K ₂ O	–	<1	0.4	–	3.0	–
Na ₂ O	15	<1	0.1–2	14.8	–	0–1
Fe ₂ O ₃	–	<1	0.2–2	–	–	0.2
ZrO ₂	–	–	2	16	–	–
ZnO	–	0–0.7	2	0	–	–

Tomada de Khan et al., 2015

Las cintas de fibra de vidrio están diseñadas para reforzar las restauraciones dentales distribuyendo la tensión a través de la estructura dental, mejorando así la resistencia a la fractura. Se utilizan comúnmente en: refuerzo de restauraciones compuestas, ferulización de dientes móviles, mantenedores de espacio fijos, restauración de dientes anteriores fracturados o ausentes (especialmente en casos pediátricos), refuerzo postendodóntico mínimamente invasivo.

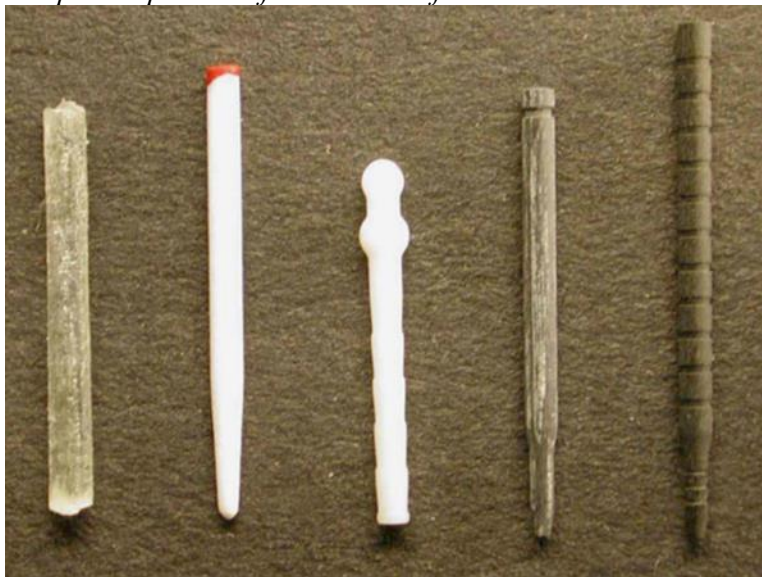
En Odontología algunas marcas comerciales incorporaron complementariamente fibras de vidrio de refuerzo tales como: Fibrex-Lab y Interlig (Angelus), Connect y Construct (Kerr), Vectris (Ivoclar Vivadent), U Beam (Bisco), Fibrekor y Sculpture (Pentron), InFibra (Densell), ErverStick (Stick Tech Ltd.)

2.7 Postes prefabricados reforzados con fibra

Los postes prefabricados reforzados con fibra constan de un alto porcentaje de fibras de refuerzo unidireccionales continuas en una matriz polimérica finalmente polimerizada, formando

así un poste sólido con un diámetro predeterminado. Las fibras utilizadas en los postes prefabricados son fibras de carbono/grafito o de vidrio y la matriz suele ser un polímero epoxi o una mezcla de resinas epoxi y dimetacrilato con un alto grado de conversión y una estructura altamente reticulada. Las fibras aportan rigidez y resistencia a la matriz, generalmente elástica. La cantidad de fibra en los postes prefabricados reforzados con fibra varía entre el 40 y el 65 % en volumen según el fabricante (Perdigão, 2016).

Figura 3. *Diferentes tipos de postes reforzados con fibra*



Tomado de Perdigão, 2016.

Diferentes tipos de postes reforzados con fibra. De izquierda a derecha: poste everStick, SnowPost, ParaPost Fiber White, poste C y poste C dentado (Perdigão, 2016).

}

2.8 Postes prefabricados reforzados con fibra de vidrio

Entre los beneficios más destacados de los postes prefabricados reforzados con fibra de vidrio está su módulo de elasticidad óptimo, lo cual contribuye a minimizar las fracturas radiculares y los fracasos clínicos. Asimismo, estos postes de FRC facilitan su colocación y extracción directamente en la cavidad oral, y ofrecen una estética sobresaliente, especialmente en los modelos de vidrio FRC (Perdigão, 2016).

2.9 Características de la máquina de ensayos de compresión

Precisión: permite una medición precisa de la fuerza de fractura en materiales dentales, lo que proporciona datos objetivos y confiables para comparaciones entre diferentes materiales de restauración (Santana, et al., 2017).

Aplicación controlada de fuerzas: este dispositivo es capaz de aplicar fuerzas verticales, simula las cargas naturales que experimenta un diente durante la masticación, lo que hace que los resultados sean más representativos de las condiciones clínicas reales.

Medición de la resistencia a la fractura: mide la fuerza máxima que un diente puede soportar antes de fracturarse, proporcionando una medición cuantitativa de la resistencia de los materiales utilizados en las restauraciones (Vargas, et al., 2020).

La rigidez: es un equipo ampliamente utilizado en estudios biomecánicos para medir la resistencia a la fractura de materiales dentales. Este equipo permite aplicar cargas controladas y medir las fuerzas necesarias para que un diente restaurado sufra una fractura. En este estudio, se utilizará un equipo de ensayo universal Shimadzu para aplicar una fuerza vertical paralela al eje del diente, lo que simula las condiciones de masticación normales y permite obtener una medición precisa de la resistencia a la fractura de los dientes restaurados con los dos tipos de materiales.

2.10 El uso de dientes de bovinos en estudios experimentales de resistencia a la fractura

En estudios de laboratorio que evalúan la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente, los dientes de bovino son comúnmente utilizados como modelo alternativo. Esto se debe a que presentan varias características que los hacen adecuados para simular condiciones similares a las de los dientes humanos.

2.10.1 Similitudes biomecánicas

Aunque los dientes de bovino son más grandes que los humanos, su estructura mineralizada, que contiene principalmente hidroxiapatita, es similar a la de los dientes humanos. De acuerdo con Fitzgerald, et al., (2018), estas similitudes hacen que los dientes de bovino sean un modelo útil para simular las propiedades mecánicas de los dientes humanos en cuanto a rigidez y resistencia a la fractura.

2.10.3 Resistencia a la fractura

Los dientes de bovino presentan una resistencia a la fractura que es comparable a la de los dientes humanos. Aunque la dureza del esmalte de los dientes de vaca es ligeramente mayor, su estructura mineralizada tiene una resistencia suficiente para simular la respuesta de los dientes humanos a las cargas masticatorias (Koch, et al., 2019).

2.10.3 Disponibilidad y costo

Los dientes de bovino están fácilmente disponibles y son más económicos en comparación con los dientes humanos, lo que facilita la realización de estudios a gran escala con múltiples

muestras, evitando los problemas éticos relacionados con órganos humanos. Esto también permite una homogeneidad en las muestras que es fundamental para obtener resultados confiables (Fitzgerald, et al., 2018).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Comparar la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente, restaurados con cintas de fibra de vidrio versus aquellos restaurados con postes de fibra de vidrio.

3.2 Objetivos específicos

Evaluar la resistencia compresiva de dientes tratados endodónticamente restaurados con cintas de fibra de vidrio y postes de fibra de vidrio.

Determinar el sitio anatómico en el que ocurre la fractura en cada grupo de estudio.

Clasificar el tipo de fractura como favorable o desfavorable, de acuerdo con su extensión y posibilidad de rehabilitación.

3.3 Hipótesis

No existe diferencia significativa en la resistencia a la fractura entre los dientes restaurados con postes de fibra de vidrio y aquellos restaurados con fibras de vidrio.

3. Método

4.1 Tipo de estudio

Este es un estudio experimental *in vitro*, ya que se realiza en condiciones controladas de laboratorio utilizando dientes bovinos como modelo biológico para simular la respuesta de dientes humanos ante cargas compresivas. Este tipo de diseño es ampliamente aceptado en investigaciones odontológicas, ya que permite controlar las variables experimentales y evaluar directamente el comportamiento mecánico de distintos sistemas restauradores en dientes tratados endodónticamente. Tal como lo señalan Carvalho et al. (2018), los estudios *in vitro* son fundamentales para comparar alternativas adhesivas restauradoras antes de su aplicación clínica, y han sido utilizados en múltiples investigaciones similares con resultados confiables y reproducibles (Escobar, et al., 2023; Makade, et al., 2011; Darvishi, et al., 2020).

4.2 Población y muestra

Se utilizaron 40 dientes bovinos con tratamiento de conductos radiculares para restauración con dos materiales dentales, que se distribuirán en 2 grupos aleatoriamente según el tipo de material de restauración cintas de fibra de vidrio (Angelus)[®] y postes de fibra de vidrio (Coltene)[®].

4.3 Criterios de selección

El tamaño muestral fue determinado en función de estudios previos similares que evaluaron la resistencia a la fractura en dientes tratados endodónticamente restaurados con sistemas de postes o fibras (Makade, et al., 2011; Darvishi, et al., 2020). Se seleccionaron un total de 40 incisivos

bovinos (centrales y laterales inferiores), los cuales fueron divididos aleatoriamente en dos grupos de 20 muestras cada uno, según el tipo de restauración: postes de fibra de vidrio y cintas de fibra de vidrio.

Las piezas dentales fueron recolectadas de mataderos autorizados y almacenadas en agua destilada a una temperatura controlada de 4 °C–8 °C hasta su uso, siguiendo los principios de ética en investigación con modelos biológicos y la norma ISO 11405:2015. Se aplicaron criterios estrictos de inclusión y exclusión para garantizar la homogeneidad de las muestras. Los dientes seleccionados presentaban una longitud entre 22 mm y 24 mm desde la línea amelocementaria hasta el ápice, sin fracturas visibles, con raíces completamente formadas y conformación anatómica similar.

La selección se realizó mediante inspección visual y radiográfica digital para descartar la presencia de tratamientos previos, curvaturas, calcificaciones, resorciones o alteraciones estructurales que pudieran afectar la integridad de la prueba. Las piezas que presentaron dificultades técnicas durante la instrumentación endodóntica o signos de deterioro durante el almacenamiento fueron excluidas del estudio.

4.3.1 Criterios de inclusión

Dientes incisivos centrales y laterales inferiores bovinos.

Sin presencia de fracturas visibles.

Longitud desde la línea amelocementaria hasta el ápice entre 22 mm y 24 mm.

Conformación anatómica similar y raíces completamente formadas.

4.3.2 Criterios de exclusión

Dientes con longitudes radiculares inferiores a los 22mm

Dientes con longitudes radiculares superiores a los 24mm

Dientes que, aun cumpliendo los criterios de inclusión, presenten:

Evidencia de tratamientos endodónticos previos.

Conductos con calcificaciones, obliteraciones o irregularidades internas.

Raíces con desgaste excesivo, curvaturas marcadas o reabsorciones visibles.

Dificultades técnicas durante el procedimiento endodóntico (instrumentación incompleta, perforaciones, fractura de limas, etc.).

Inadecuada conservación o deterioro durante el almacenamiento (fisuras, contaminación o desmineralización).

4.4 Variables

Variables dependientes

- Resistencia a la fractura (medida en Newtons) mediante la aplicación de una carga compresiva en una máquina universal de ensayos.

Variables Independientes

- Tipo de material restaurador (postes de fibra de vidrio vs cintas de vidrio).
- Sitio de la fractura, coronal o tercios radiculares (cervical, medio o apical), según clasificación especificada en el apéndice A.
- Tipo de la fractura, clasificado como favorable o desfavorable, de acuerdo con su extensión y posibilidad de rehabilitación (ver Apéndice A).

4.5 Instrumento

Se diseñó un instrumento de recolección de datos en una hoja de cálculo de Excel, en la cual se registraron las tres variables seleccionadas para el estudio. Apéndice B

4.6 Procedimiento

Se seleccionaron dientes incisivos centrales y laterales inferiores bovinos completos, íntegros y sin fracturas visibles. Tras la recolección, se procedió a la eliminación de residuos orgánicos mediante limpieza mecánica con instrumental periodontal bajo agua corriente. Posteriormente, las piezas dentales se desinfectaron por inmersión en hipoclorito de sodio al 1% durante 20 minutos.

Las muestras se almacenaron en recipientes estériles, completamente sumergidas en agua destilada, a una temperatura de refrigeración controlada de 4–8 °C, con renovación del medio cada tres días para evitar la proliferación microbiana. Se evitó la congelación para preservar la integridad estructural de la dentina y el esmalte.

El protocolo de limpieza y conservación siguió las recomendaciones metodológicas descritas en la literatura científica y en la norma ISO 11405:2015, la cual regula el manejo de estructuras dentarias destinadas a pruebas adhesivas y restauradoras.

Posteriormente, se dividieron aleatoriamente en dos grupos de 20 muestras cada uno, según el tipo de material restaurador: postes de fibra de vidrio y cintas de fibra de vidrio. A todas las piezas dentales se les realizó tratamiento endodóntico. En el grupo de postes de fibra de vidrio, los conductos fueron desobturados a 12 mm de la longitud de obturación endodóntica, se realizó la preparación del espacio del poste con fresas del sistema, respetando el diámetro estándar 1.3 mm, mientras que en el grupo de cintas de fibra de vidrio se desobtuvo hasta 4 mm desde el borde del

ferrule. Una vez completado el tratamiento endodóntico, se procederá a realizar la cementación del material, donde 20 dientes fueron rehabilitados con postes de fibra de vidrio Tenax Fiber Trans®, medida 1.3, y los otros 20 con cintas de fibra de vidrio de 8 mm de largo, utilizando en ambos casos un cemento resinoso de polimerización dual Paracore de Coltene®, que también se utilizó para la reconstrucción del muñón 2 mm por encima del ferrule.

Las muestras restauradas fueron almacenadas en condiciones controladas siguiendo las recomendaciones establecidas por la norma ISO 4049:2009 para materiales restauradores y la ISO 11405:2015 para pruebas de adhesión a estructura dentaria. Después de la cementación y reconstrucción del muñón, los especímenes se conservaron en agua destilada a una temperatura constante de 37 ± 1 °C durante un período mínimo de 24 horas, asegurando así la completa polimerización del material y su estabilización inicial antes del ensayo. La temperatura ambiente del laboratorio se mantendrá a 23 ± 1 °C con una humedad relativa controlada entre 40 % y 60 %, según los parámetros definidos por la norma para condiciones estándar de laboratorio (ISO 4049). Todas las muestras permanecieron totalmente sumergidas durante el tiempo de almacenamiento para evitar deshidratación y mantener un entorno húmedo constante.

Las muestras se montaron en cubos de acrílico autopolimerizable (2 cm × 2 cm × 3 cm), lo que se estandarizó con un molde en metal con estas medidas. Durante el montaje se aseguró que el eje longitudinal de cada diente quede perpendicular a la base del cubo. Para garantizar la estabilidad durante la prueba de compresión, se verificó que no existía movimiento de la raíz dentro del soporte. El montaje se realizó de forma estandarizada para todos los especímenes. Posteriormente, las muestras se almacenaron en agua destilada a 37 ± 1 °C durante 24 horas antes de ser sometidas al ensayo, conforme a las recomendaciones de la norma ISO 11405:2015.

Las pruebas de resistencia a la fractura fueron realizadas mediante carga compresiva utilizando una máquina universal de ensayos Shimadzu (modelo AGS-X, Japón), calibrada y operada bajo condiciones controladas, utilizando una punta metálica de forma cónica que termina de forma recta con un diámetro de 5 mm la cual se ubica sobre la superficie incisal del muñón.

La fuerza se aplicó de manera vertical sobre los muñones restaurados, a una velocidad constante de 0.5 mm/min, conforme a lo establecido por la norma ISO 4049:2009, que regula las pruebas mecánicas sobre materiales restauradores. La carga se aplicó de forma continua hasta la fractura completa de la muestra, registrando los valores de carga máxima en newtons (N). El diseño del punto de contacto y del eje de carga se seleccionó para simular las condiciones clínicas de masticación en dientes con alta pérdida estructural.

Posterior al ensayo de compresión, las 40 muestras fueron evaluadas con el microscopio estereoscópico Greenough Leica S9i en el laboratorio de microbiología de la Universidad Santo Tomás. Se tomaron fotografías y se etiquetaron con un código específico para su identificación. Luego, se analizó cada muestra para determinar el tipo de fractura (favorable o no favorable) y su ubicación, clasificándola como coronal o en alguno de los tercios radicales (cervical, medio o apical).| Ver Apéndice E.

Tabla 1. *Condiciones experimentales de almacenamiento según normativa ISO*

<i>Parámetro</i>	<i>Valor según norma ISO</i>	<i>Fuente normativa</i>
Temperatura ambiente de laboratorio	23 ± 1 °C	ISO 4049:2009
Humedad relativa	50 ± 10 %	ISO 4049:2009
Medio de almacenamiento	Agua destilada	ISO 11405:2015
Temperatura del medio líquido	37 ± 1 °C (simula condiciones orales)	ISO 11405:2015
Duración mínima de almacenamiento	24 horas antes del ensayo	ISO 11405:2015
Inmersión total de la muestra	Sí	ISO 11405:2015

Adaptado de las normas ISO 4049:2009 y 11405:2015

4.7 Plan de análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de las variables cuantitativas mediante medidas de tendencia central, como la media o la mediana, y medidas de dispersión, como la desviación estándar o el rango intercuartílico, según corresponda a la distribución de los datos. Las variables cualitativas, como el tipo de restauración y el sitio de fractura, fueron descritas mediante frecuencias absolutas y porcentajes. La normalidad de la distribución de las variables cuantitativas fue evaluada utilizando la prueba de Shapiro-Wilk. Todas las medidas estarán acompañadas por su correspondiente intervalo de confianza al 95 % (IC 95 %).

Para el análisis bivariado entre la variable cualitativa (tipo de restauración) y la variable cuantitativa (resistencia a la fractura), se empleó la prueba t de Student para muestras independientes, pues los datos cumplen con el supuesto de normalidad.

Asimismo, para comparar la distribución del sitio de fractura entre los grupos de restauración, se utilizó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson y la prueba exacta de Fisher como alternativa.

El nivel de significancia estadística se establece en $p < 0.05$. El procesamiento y análisis de los datos se llevó a cabo mediante el software estadístico STATA 17.

4.8 Prueba piloto

Se realizó una prueba piloto utilizando un tamaño de muestra correspondiente al 10%, es decir, cuatro dientes bovinos (incisivos centrales y laterales inferiores), distribuidos en dos grupos: dos restaurados con poste de fibra de vidrio y dos con cinta de fibra de vidrio, los cuales fueron sometidos al procedimiento previamente descrito. Como resultado, se evidenció la necesidad de

modificar y estandarizar los cubos empleados para posicionar las muestras, con el fin de mejorar el ajuste en la máquina de compresión. Para ello, se propone elaborar una matriz en acero con dimensiones estándar de 2 cm × 2 cm × 3 cm, que permita obtener cubos de acrílico autopolimerizable con paredes rectas, asegurando que el eje longitudinal de cada diente quede perpendicular a la base y proporcionando mayor estabilidad durante la prueba de compresión. Asimismo, se estableció que las cargas se aplicarán hasta producir la fractura completa de la muestra. También se concluyó que el espacio destinado a simular el ligamento periodontal se generará mediante cera, la cual se eliminará con el calor liberado durante la fase elástica del acrílico, para posteriormente rellenar dicho espacio con silicona liviana. Finalmente, se determinó que no es necesario modificar el tamaño de la muestra, ya que permitió obtener una respuesta adecuada para los objetivos inicialmente planteados.

5. Consideraciones éticas

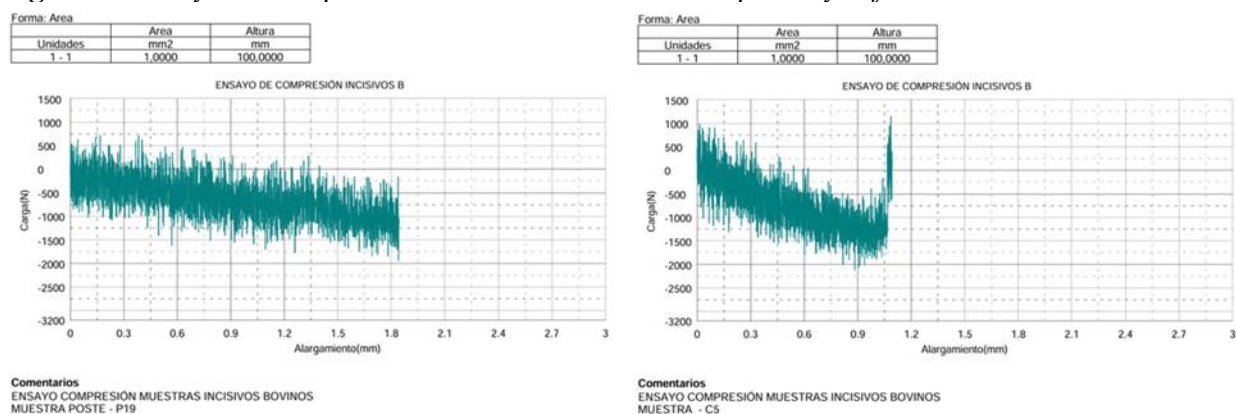
De acuerdo con el artículo 11 de la resolución 8430 de 1993 de Colombia, esta investigación se clasificó como de riesgo mínimo. Para su desarrollo, se recolectarán muestras en plantas de beneficio animal de dientes incisivos inferiores bovinos.

El uso de dientes de vaca también ofrece una ventaja ética, ya que evita los problemas asociados con el uso de dientes humanos, los cuales deben ser obtenidos con el consentimiento informado del donante y están sujetos a regulaciones estrictas (Guerra, et al., 2018). Se utilizarán dientes de bovinos recolectados de las plantas de beneficios.

6. Resultados

El propósito del presente trabajo fue comparar la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente, restaurados con cintas de fibra de vidrio versus aquellos restaurados con postes de fibra de vidrio en un modelo de dientes anteriores vacunos. Los resultados de la aplicación de fuerzas por la maquina universal de ensayos Shimadzu (modelo AGS-X, Japón), nos muestran importantes diferencias entre los dos materiales, en donde las fibras requirieron de una menor fuerza para llegar a la fractura, como se evidencia en estos gráficos arrojados por la máquina, del lado izquierdo poste (A) y del lado derecho fibras (B).

Figura 4. *Ensayo de compresión en incisivos bovinos A postes y B fibras*



Tomado de la máquina universal de ensayos Shimadzu.

Los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico indican que no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la fuerza máxima a la fractura. Las muestras reforzadas con postes de fibra de vidrio presentaron una resistencia promedio de 2047.5 ± 531 N, mientras que las restauradas con cintas de fibra mostraron un promedio de 1890 ± 466.6 N, que, aunque es evidentemente menor, no mostró diferencias estadísticas con un valor p de 0.325, para

la fuerza y 0,368 para el desplazamiento, con intervalos de confianza que evidencian la ausencia de diferencias (Tabla1).

Tabla 2. *Descripción de fuerza aplicada y desplazamiento según el material utilizado*

Material	Fuerza	Desplazamiento
	Media (DE)	Media (DE)
Cinta	1890(466,6)	1,525(0,57)
Poste	2047,5(531)	1,675(0,45)
IC	-477,5-162,5	-0,483-0,183
Valor p	0,325	0,368

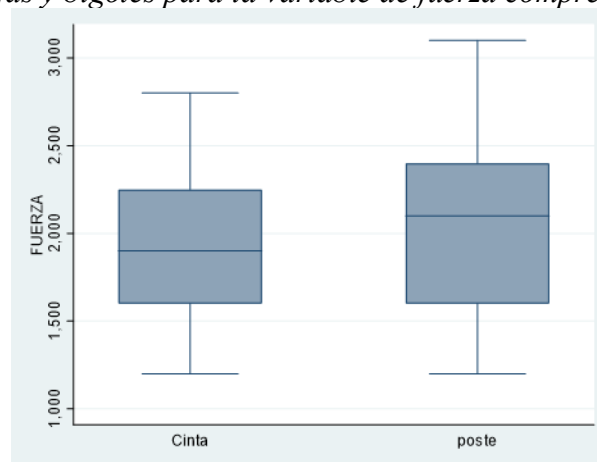
Nota. M= media; DE= desviación estándar; * Diferencia de medias; IC intervalo de confianza de la diferencia

La gráfica de cajas muestra la distribución de la fuerza máxima a la fractura para ambos grupos: cinta y poste.

El grupo poste presenta una mediana ligeramente mayor que el grupo cinta, lo que indica que, en promedio, los postes soportan un poco más carga antes de fracturarse. El rango intercuartílico (IQR) del grupo poste es más amplio, lo que sugiere una mayor variabilidad en los valores de resistencia dentro de este grupo. El grupo cinta muestra una dispersión moderada y valores más homogéneos, pero su mediana es inferior. Ambos grupos presentan valores atípicos y extremos, lo que es común en pruebas biomecánicas por variaciones anatómicas de los especímenes.

Las cajas se superponen de forma considerable, lo cual coincide con el resultado estadístico que reporta $p = 0.325$, indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la fuerza máxima antes de la fractura.

Figura 5. *Gráfico de cajas y bigotes para la variable de fuerza compresiva según el material*



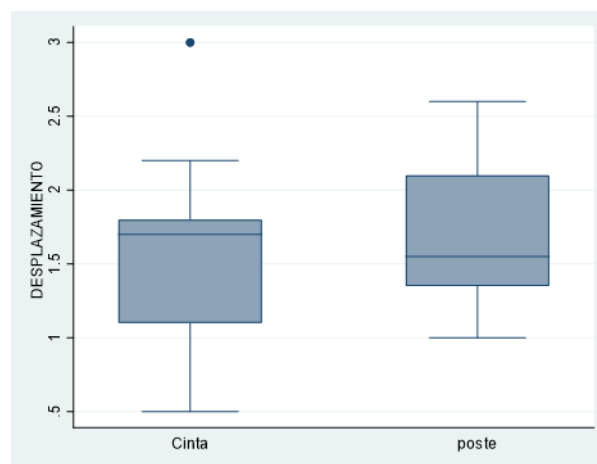
Nota. Gráfico generado en Stata.

El desplazamiento tampoco mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

La mediana del grupo poste es ligeramente mayor que la del grupo cinta, lo que indica que los dientes con postes permiten un leve mayor desplazamiento antes de fracturarse, es decir, se deforman un poco más. El grupo cinta muestra un valor atípico superior (outlier), indicando que uno de los especímenes se comportó de forma diferente al resto. El IQR del grupo cinta es ligeramente más compacto que el del grupo poste, lo que indica menor variabilidad.

La superposición de las cajas es amplia, lo que concuerda con el resultado estadístico $p = 0.368$, que confirma que no existen diferencias significativas en desplazamiento entre los materiales.

Figura 6. *Gráfico de cajas y bigotes para la variable de desplazamiento compresiva según el material*



Nota. Gráfico generado en Stata

En todos los casos se evidencia una fractura inicial del material rector con la fuerza compresiva, que se trasmite a la estructura dental, sí se observaron diferencias en el tipo de fractura, donde el grupo de postes presentó un mayor porcentaje de fracturas favorables ($p = 0.004$), mientras que el grupo de cintas mostró mayor prevalencia de fracturas desfavorables Tabla 3.

Tabla 3. *Tipo de fractura según los materiales estudiados.*

<i>Tipo de fractura</i>	<i>Global</i>	<i>Cinta</i>	<i>Poste</i>	<i>Valor p*</i>
Favorable	22(55)	6(27,2)	16(72,7)	0,004
Desfavorable	18(45)	14(77,7)	4(22,2)	

Nota. *Test exacto de Fisher

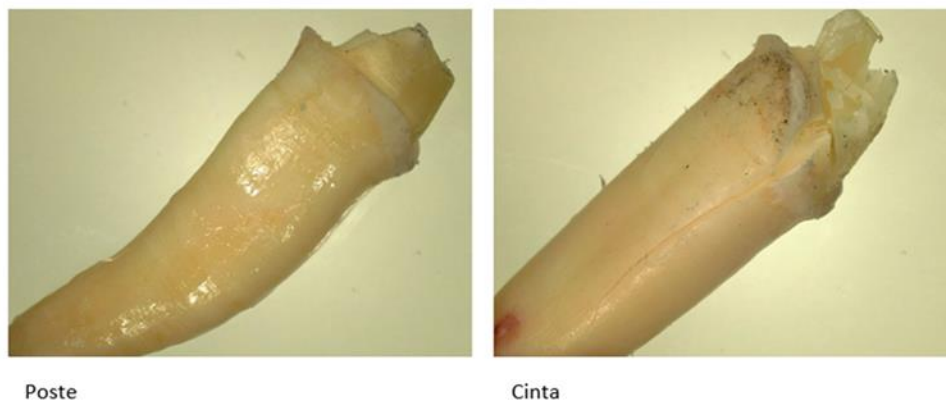
Adicionalmente, se identificó una diferencia significativa en la ubicación de la fractura entre los grupos, con un valor p de 0.010, siendo más frecuentes las fracturas coronales en el grupo de postes y las fracturas cervicales y de tercio medio en el grupo de cintas Tabla 4.

Tabla 4. *Lugar de fractura y distribución en los diferentes materiales estudiados.*

<i>Fractura</i>	<i>Global</i>	<i>Cinta</i>	<i>Poste</i>	<i>Valor p*</i>
Cervical	5(12,5)	2(40)	3(60)	0,010
Cervical y medio	17(42,5)	13(76,4)	4(23,5)	
Cervical y coronal	2(5)	1(50)	1(50)	
Cervical, medio y apical	1(2,5)	1(50)	---	
Coronal	12(30)	2(16,6)	10(83,3)	
No se fracturó	3(7,5)	1(33,3)	2(66,6)	

Nota. *Test exacto de Fisher

Figura 7. *Fractura favorable (poste) vs fractura desfavorable (cintas)*



Poste

Cinta

Tomado del microscopio estereoscópico Greenough Leica S9i.

7. Discusión

El presente estudio comparó la resistencia a la fractura de dientes bovinos restaurados con postes de fibra de vidrio y cintas de fibra de vidrio bajo carga compresiva vertical. Los resultados mostraron que ambos sistemas ofrecieron valores similares de resistencia a la fractura, lo cual concuerda con estudios previos que señalan que los sistemas de refuerzo basados en fibra presentan comportamientos mecánicos comparables debido a su módulo elástico similar al de la dentina (Zicari F, et al, 2012)

En consonancia con estudios biomecánicos previos, los hallazgos de nuestro trabajo muestran que, aunque la resistencia máxima a la fractura no difirió significativamente entre postes y cintas, los postes de fibra provocaron patrones de fractura más conservadores. Estudios de análisis por elementos finitos y ensayos experimentales han demostrado que los postes de fibra tienden a distribuir las cargas de manera más uniforme a lo largo de la estructura dentaria, reduciendo la concentración de esfuerzos en el tercio cervical y favoreciendo modos de falla reparables frente a los postes metálicos u otros diseños rígidos. En particular (Mena-Álvarez, J., et al. 2020) describen que la presencia de un poste de fibra, cuando se combina con un ferrule adecuado y una técnica adhesiva correcta, disminuye los picos de tensión en la región cervical y

desplaza las tensiones hacia zonas menos críticas, lo que se asocia con mayor frecuencia de fracturas coronales restaurables en lugar de fracturas radiculares catastróficas.

Por otro lado, el comportamiento de las cintas de fibra parece depender en gran medida de la técnica operatoria, la distribución de la resina y la homogeneidad en la impregnación, factores que podrían explicar la mayor prevalencia de fracturas desfavorables observadas en este estudio. Estudios previos han sugerido que la naturaleza flexible y la variabilidad en la adaptación de las cintas puede generar zonas de estrés que aumenten el riesgo de fracturas radiculares. Estudios recientes han mostrado que la eficacia de las cintas de fibra depende críticamente de la técnica de colocación, la impregnación con resina y la adaptación a las paredes cavitarias; la colocación correcta de una capa reforzada con fibra reduce la formación de huecos y protege la interfase adhesiva, mientras que la variabilidad en la impregnación y adaptación aumenta el riesgo de zonas de estrés que favorecen fracturas (Sadr, et al., 2020)

En el estudio realizado por Franco L. Y. et al, 2023; reportaron valores de resistencia a la fractura considerablemente menores en premolares humanos sometidos a cargas compresivas, observándose fallas estructurales con fuerzas dentro del rango fisiológico habitual. Esto contrasta con los resultados obtenidos en nuestra investigación, donde tanto los dientes reforzados con postes de fibra de vidrio como aquellos restaurados con cintas de fibra de vidrio mostraron valores de resistencia notablemente superiores, superando ampliamente las cargas compresivas registradas en el estudio. Esta diferencia sugiere que, aunque ambos trabajos evalúan el comportamiento biomecánico del tejido dentario bajo condiciones de carga vertical, los materiales restauradores empleados en nuestra tesis proporcionan un refuerzo significativo a la estructura radicular, permitiendo soportar fuerzas mayores antes de la fractura. En consecuencia, los hallazgos de nuestro estudio evidencian que los sistemas adhesivos de refuerzo utilizados incrementan la

capacidad de resistencia del diente bovino más allá de lo observado en dientes naturales sin restauración.

Este estudio nos permite dar un paso inicial a la investigación experimental, con las fibras de vidrio trenzadas (cintas) que permiten procesos menos invasivos y de más bajo costo. La fibra de vidrio en presentación de poste ha sido estudiada y ha demostrado ser una muy buena alternativa en el tratamiento rehabilitador de dientes con tratamiento de conducto. Sin embargo, para la cinta de fibra de vidrio trenzada, no se evidencian investigaciones en dientes tratados endodónticamente, lo que si se ha evidenciado con las fibras de polietileno.

Es importante destacar que el uso de dientes bovinos como modelo experimental ofrece un medio confiable para la evaluación biomecánica, ya que presentan características estructurales comparables a los dientes humanos, como ha sido demostrado en múltiples investigaciones (9). Sin embargo, aunque los estudios in vitro permiten estandarizar variables, no reproducen completamente las condiciones clínicas reales, por lo que los resultados deben interpretarse dentro de estas limitaciones.

8. Conclusiones

Los postes y las cintas de fibra de vidrio presentan valores similares de resistencia a la fractura en dientes bovinos tratados endodónticamente. No obstante, los postes de fibra de vidrio generan patrones de fractura significativamente más favorables que las cintas, lo que los convierte en una opción más predecible y segura desde el punto de vista biomecánico. Este hallazgo puede tener implicaciones clínicas importantes en la toma de decisiones de restauración en dientes con compromiso estructural.

9. Recomendaciones

Para futuras investigaciones se recomienda seleccionar únicamente dientes con morfología radicular recta, ya que la curvatura puede alterar los resultados bajo cargas verticales. Asimismo, se sugiere realizar el estudio en dientes humanos para aumentar la validez clínica de los hallazgos.

Por otro lado, se recomienda evaluar diferentes tipos de fuerza como las de cizalla para acercar el modelo un poco más a la realidad de la fisiología de la masticación.

Referencias

- C., Gresnigt, M., Del Bel Cury, A. A., y Magne, P. (2018). Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. In *Brazilian Oral Research* (Vol. 32, pp. 147–158). Sociedade Brasileira de Hematologia e Hemoterapia. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0074>.
- Carvalho, M. A. D., Lazari, P. C., Gresnigt, M., Del Bel Cury, A. A., y Magne, P. (2018). Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. *Brazilian oral research*, 32, e74.
- Cho, K., Rajan, G., Farrar, P., Prentice, L. y Prusty, BG (2022). Composites de resina dental: Una revisión sobre materiales para la realización de productos. *Composites Parte B: Ingeniería*, 230, 109495.
- Chong KH, Chai J. Strength and mode of failure of unidirectional and bidirectional glass fiber-reinforced composite materials. *Int J Prosthodont*. 2003 Mar-Apr;16(2):161-6. PMID: 12737248.
- Ciencia de los materiales dentales de Phillips (12ª ed.). Elsevier España.
- Dudás C, Kardos E, Székely M, Ádám L, Bardocz-Veres Z, Szöllősi E, Jánosi KM, Kerekes-Máthé B. Effect of Glass Fiber Reinforcement on Marginal Microleakage in Class II Composite Restorations: An In Vitro Pilot Study. *Dent J (Basel)*. 2024 Dec 16;12(12):410. doi: 10.3390/dj12120410. PMID: 39727467; PMCID: PMC11674346.
- Escobar, L. B., Pereira da Silva, L., y Manarte-Monteiro, P. (2023). Fracture Resistance of Fiber-Reinforced Composite Restorations: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Polymers* (Vol. 15, Issue 18). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/polym15183802>.

- Franco EB, Lins do Valle A, Pompéia Fraga de Almeida AL, Rubo JH, Pereira JR. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with glass fiber posts of different lengths. *J Prosthet Dent*. 2014 Jan;111(1):30-4. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.09.013. Epub 2013 Oct 22. PMID: 24161260.
- Franco L. Y., Maya A. M., Diosa J. G., y Ramírez L. M. (2023). Comportamiento mecánico de un premolar humano sano sometido a fuerzas funcionales y disfuncionales en un MEF.
- Kubo M, Komada W, Otake S, Inagaki T, Omori S, Miura H. The effect of glass fiber posts and ribbons on the fracture strength of teeth with flared root canals restored using composite resin post and cores. *J Prosthodont Res*. 2018.
- Macchi, R. L. (2007). *Materiales dentales* (4ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Madfa, A. A. (2023). Effect of dental glass fiber posts on root stresses and fracture behavior of endodontically treated maxillary central incisors: A finite element analysis study. *Cureus*, 15(8).
- Makade, C. S., Meshram, G. K., Warhadpande, M., y Patil, P. G. (2011). A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post core systems - an in-vitro study. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 3(2), 90–95. <https://doi.org/10.4047/jap.2011.3.2.90>.
- Mena-Álvarez, J., Agustín-Panadero, R., y Zubizarreta-Macho, Á. (2020). Effect of fiber-reinforced composite and elastic post on the fracture resistance of premolars with root canal treatment: An in vitro pilot study. *Applied Sciences*, 10(21), 7616. <https://doi.org/10.3390/app10217616>.
- Mezied, MS, Alhazmi, AK, Alhamad, GM, Alshammari, NN, Almukairin, RR, Aljabr, NA, ... y Koppolu, P. (2022). Endocoronas versus coronas retenidas con muñón como restauración

- de molares con tratamiento de conductos: un artículo de revisión. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences* , 14 (Supl. 1), S39-S42.
- Ozcan M, Valandro LF. Fracture strength of endodontically-treated teeth restored with post and cores and composite cores only. *Oper Dent*. 2009 Jul-Aug;34(4):429-36. doi: 10.2341/08-110. PMID: 19678448.
- Perdigão, J. (2016). Restoration of root canal-treated teeth. An adhesive dentistry perspective. Cham: International Publishing AG Switzerland, 137-153.
- Sadr, A., Bakhtiari, B., Hayashi, J., Luong, M. N., Chen, Y.-W., Chyz, G., Chan, D., y Tagami, J. (2020). Effects of fiber reinforcement on adaptation and bond strength of a bulk-fill composite in deep preparations. *Dental Materials*, 36(4), 527–534. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.01.007>
- Safwat, E.M., Khater, A.G.A., Abd-Elsatar, A.G. et al. Glass fiber-reinforced composites in dentistry. *Bull Natl Res Cent* 45, 190 (2021). <https://doi.org/10.1186/s42269-021-00650-7>.
- Samad Khan, Maria Tahir Azam, Maria Khan, Salman Aziz Mian, Ihtesham Ur Rehman. An update on glass fiber dental restorative composites: A systematic review. *Materials Science and Engineering: C*. 2015. Volume 47: 26-39. Doi: 10.1016/j.msec.2014.11.015.
- Sari C, Bala O, Akgul S, Alp CK. Effect of using different materials and restorative techniques on cuspal deflection and microleakage in endodontically treated teeth. *BMC Oral Health*. 2025 Feb 25;25(1):302. doi: 10.1186/s12903-025-05693-0. PMID: 40000998; PMCID: PMC11853680.
- Steenbecker, O. (2012). Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Editorial Académica Española.and *Endodontics*, 50(1).

- Tsintsadze, N., Margvelashvili-Malament, M., Natto, Z. S., y Ferrari, M. (2024). Comparing survival rates of endodontically treated teeth restored either with glass-fiber-reinforced or metal posts: A systematic review and meta-analyses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 131(4), 567-578.
- Vallittu, P. K., Närhi, T. O., y Hupa, L. (2015). Fiber glass–bioactive glass composite for bone replacing and bone anchoring implants. *Dental Materials*, 31(4), 371-381.
- Vartak, M. A., Hegde, V. R., Hegde, S. R., y Fanibunda, U. (2025). Fracture resistance and failure modes of endodontically-treated permanent teeth restored with Ribbond posts vs other post systems: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Restorative Dentistry •*
- Anusavice, K. J., Shen, C., y Rawls, H. R. (2013).
- Zicari, F., Van Meerbeek, B., Scotti, R., y Naert, I. (2012). Effect of fibre post length and adhesive strategy on fracture resistance of endodontically treated teeth after fatigue loading. *Journal of Dentistry*, 40(4), 312–321.

Apéndices

Apéndice A. *Tabla de operacionalización de variables*

Variable	Definición operativa	Indicadores	Unidad de medida	Tipo de variable
Resistencia a la fractura	Valor máximo de carga antes de fractura en newtons		Newtons (N) o kN	Cuantitativa continua
Tipo de restauración	Tipo de material Postes de fibra / Cintas de fibra		Catégorica (1=Poste; 2=Cinta)	Cualitativa nominal
Ubicación anatómica de fractura	Lugar del diente donde se produce la fractura de acuerdo con la región comprometida:	Coronal: Fractura en la porción reconstruida del diente, por encima de la línea amelocementaria. Radicular – Cervical: Fractura en el tercio cervical de la raíz, cerca al cuello del diente. Radicular – Medio: Fractura ubicada en el tercio medio de la raíz. Radicular – Apical: Fractura localizada en el tercio más profundo de la raíz, próxima al ápice.	Catégorica	Cualitativa nominal
Tipo de fractura	Se clasifica de acuerdo con su reparabilidad clínica en:	Favorable: Fractura que permite la rehabilitación del diente, al estar localizada en áreas accesibles (por ejemplo, coronal o cervical) y no comprometer severamente la estructura radicular ni los tejidos de soporte. Desfavorable: Fractura profunda, extensa o localizada en zonas apicales, que imposibilita la rehabilitación y generalmente conduce a la exodoncia del diente.	Catégorica (favorable/desfavorable)	Cualitativa nominal

Apéndice B. *Instrumento de recolección de datos***Estructura del instrumento:**

Código de muestra	Tipo de restauración	Resistencia a la fractura (N)	Sitio de fractura	Tipo de fractura
P 1-20	Poste de fibra(Coltene)			
C 1-20	Cinta de fibra(Angelus)			

Apéndice C. Plan de análisis estadístico

Variable	Tipo de variable	Estadística descriptiva
Tipo de restauración	Cualitativa dicotómica	Número y porcentaje.
Resistencia a la fractura RF	Cuantitativa	Shapiro-Wilk para verificar distribución normal. Normal: Media, mediana, desviación estándar. Intervalos de confianza No Normal: Mediana, Rangos intercuartílicos
Sitio de fractura SF	Cualitativa 4 opciones	Número y porcentajes
Tipo de fractura TF	Cualitativa dicotómica	Número y porcentaje.
Variable 1/	Variable 2	Análisis Bivariado
Tipo de restauración(material) de	Sitio de fractura	Chi-cuadrado de Pearson Prueba exacta de Fisher si hay frecuencias esperadas menores a 5
	Tipo de fractura	
Tipo de restauración(material) de	Resistencia a la fractura, RF	RF normal: Diferencia de medias TTEST RF No normal: U de mann.witney/Prueba de rangos de Wilcoxon

Apéndice D. Instrucciones del fabricante**1. Sistema de Cementación y Reconstrucción: ParaCore® y ParaBond® (Coltene)**

[Fuente: <https://products.coltene.com>]

ParaCore® es un sistema de resina compuesta radiopaca, de doble polimerización, reforzada con vidrio, disponible en tres tonalidades. Está diseñado para facilitar tanto la cementación de postes como la reconstrucción de muñones, creando una interfaz de adhesión de monobloque óptima entre la dentina, el poste y la restauración final. Esto permite una distribución uniforme de tensiones y una alta durabilidad de la restauración. El sistema está complementado por ParaBond®, un adhesivo químico autoacondicionador de dos componentes (Adhesivo A y B) y un acondicionador Non-Rinse.

Composición química general

ParaCore®: Metacrilatos, flúor, vidrio de bario, ácido sílico amorfo.

ParaBond® Non-Rinse Conditioner: Agua, ácido acilamidossulfónico, metacrilato.

Adhesivo A: Metacrilatos, ácido maleico, peróxido de benzoilo.

Adhesivo B: Agua, alcohol etílico, iniciadores.

Tiempos de trabajo

Sensibles a la temperatura. ParaCore® es fotosensible, no debe exponerse más de 30 s a luz operatoria antes de polimerizar.

Fotopolimerización de 20s por cara para capas de 2 mm con luz $>800 \text{ mW/cm}^2$.

Instrucciones resumidas para cementación del poste

1. Seleccionar y preparar el canal radicular con el perno adecuado.
2. Aplicar el acondicionador ParaBond Non-Rinse por 30 s, secar con aire.
3. Mezclar los adhesivos A y B; aplicar durante 30 s.

4. Introducir ParaCore con punta mezcladora directamente en el canal.
5. Insertar el poste humedecido con ParaCore, retirar exceso.
6. Fotopolimerizar o esperar fraguado completo (4 min).

Para reconstrucción del muñón

Repetir acondicionamiento y adhesión como en cementación.

Aplicar ParaCore directamente sobre la preparación.

Fotopolimerizar para reducir capa de inhibición.

Puede prepararse inmediatamente tras fraguado.

Recomendaciones

Utilizar dique de goma.

Evitar contacto con mucosa ocular.

Almacenar en refrigeración (4–8 °C); después del primer uso, puede mantenerse a temperatura ambiente por corto tiempo.

2. Cinta de fibra de vidrio Interlig® (Angelus)

[Fuente: <https://www.angelus.ind.br/materiais/produtos/interlig-perfil-tecnico>]

Interlig® es un sistema de refuerzo compuesto por fibras de vidrio preimpregnadas con resina compuesta fotopolimerizable, diseñado para múltiples usos clínicos, incluidos reforzamiento de restauraciones, férulas, mantenedores de espacio y estructuras acrílicas. Se presenta en forma de tiras trenzadas listas para usar, sin necesidad de impregnación adicional ni equipos especiales para corte o manipulación.

Composición

Fibras de vidrio: $60 \pm 5\%$ (peso)

Resina compuesta impregnada: $40 \pm 5\%$ (Bis-GMA, diuretano, cerámica de vidrio de bario, dióxido de silicio, catalizadores)

Características destacadas

Estética; alta translucidez, ideal para zonas anteriores.

Resistencia: elevada flexibilidad y resistencia a la flexión.

Adhesión: óptima integración con resinas compuestas.

Versatilidad: adaptable a diversas técnicas restauradoras.

Practicidad: uso directo en boca, sin instrumental adicional.

Técnica mínimamente invasiva: favorece la conservación de estructura dentaria.

Eficiencia: se puede realizar en una sola sesión.

Bajo costo: alternativa estética y accesible frente a técnicas tradicionales.

Presentación

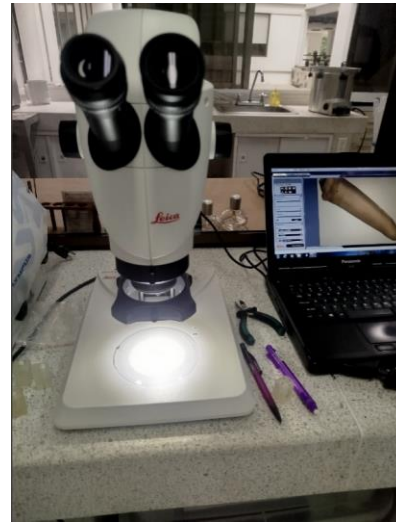
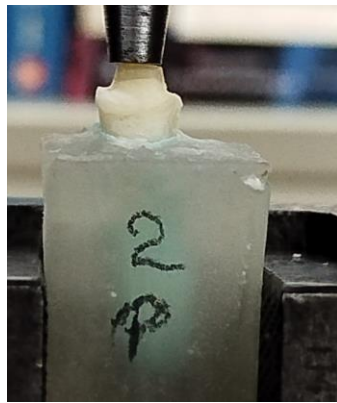
En sobres individuales opacos, que protegen contra luz y calor.

Apéndice E. Imágenes de las pruebas de compresión y preparación de las muestras

Diseño de los cubos



Prueba de compresión



Microscopio