

**RESISTENCIA FLEXURAL DE FIBRAS DE POLIETILENO VERSUS FIBRAS DE
VIDRIO. ESTUDIO INVITRO.**

DAVID GIOVANI GRANADOS MUÑOZ

JORGE RAFAEL RUIZ BORJA

LUIS FELIPE BARBOSA DURAN

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA

UNICOC

ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUA

ESPECIALIZACIÓN EN PROSTODONCIA

BOGOTÁ NOVIEMBRE DE 2023

**RESISTENCIA FLEXURAL DE FIBRAS DE POLIETILENO VERSUS FIBRAS DE
VIDRIO. ESTUDIO INVITRO**

AUTORES

David Giovanni Granados Muñoz

Jorge Rafael Ruiz Borja

Luis Felipe Barbosa Duran

ASESOR CIENTÍFICO

DRA. Eliana del Pilar Ibarra Soler

ODONTÓLOGA ESPECIALISTA EN REHABILITACIÓN ORAL

ASESOR METODOLÓGICO

DRA. Sonia Rubiela Unriza Puin

ODONTÓLOGA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

MAGISTER CIENCIAS ODONTOLÓGICAS, UNIVERSIDAD EL BOSQUE

ASESOR ESTADÍSTICO

DR. Gerardo Ardila Duarte

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA

UNICOC

ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUA

ESPECIALIZACIÓN EN PROSTODONCIA

BOGOTÁ NOVIEMBRE DE 2023

PÁGINA DE ACEPTACIÓN

El Trabajo de grado **RESISTENCIA FLEXURAL DE FIBRAS DE POLIETILENO VERSUS FIBRAS DE VÍDRIO. ESTUDIO INVITRO**. Fue elaborado por **DAVID GIOVANI GRANADOS MUÑOZ, JORGE RUIZ BORJA, LUIS FELIPE BARBOSADURAN** como requisito para optar por el título de especialista en **PROSTODONCIA**.

La sustentación se llevó a cabo el 6 de febrero de 2024
Acta No. 20232-09

Dra. Eliana del Pilar Ibarra Soler
Asesora Científica

Dra. Sonia Rubiela Unriza Puin
Asesora Metodológica

Dra. Sonia Rubiela Unriza Puin
Directora Centro Investigación
Colegio Odontológico- CICO (BOGOTÁ)

Dra. Sandra Elizabeth Aguilera Rojas
Directora de Investigación y Gestión del Conocimiento
Institución Universitaria Colegios de Colombia - UNICOC

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	10
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2.1.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	12
3.	JUSTIFICACIÓN	13
4.	PROPÓSITO	15
5.	OBJETIVOS	16
7.1.	OBJETIVO GENERAL.....	16
7.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
6.	ANTECEDENTES	17
7.	MARCO TEÓRICO	22
7.1.	RESINAS COMPUESTAS.....	22
7.2.	PROPIEDADES MECÁNICAS.....	23
7.2.1.	DUREZA.....	23
7.2.2.	RESISTENCIA FLEXURAL.....	23
7.2.3.	MÓDULO ELÁSTICO.....	24
7.4.	REFUERZOS DE RESINAS COMPUESTAS.....	25
7.4.1.	FIBRAS DE VIDRIO	25
7.4.1.1.	FIBRAS INTERLIG® ANGELUS	26
7.4.2.	FIBRAS DE POLIETILENO	27
7.4.2.1.	FIBRAS RIBBOND®	27
7.4.3.	PRINCIPIOS DE MANEJO DE LAS FIBRAS	29
8.	METODOLOGÍA	30
8.1.	TIPO DE ESTUDIO	30
8.2.	OBJETO DE ESTUDIO	30
8.3.	MATERIAL OBJETO DE ESTUDIO	30
8.4.	CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA.....	30
8.4.1.	TAMAÑO DE LA MUESTRA	30
8.4.2.	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	30
8.4.3.	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	31
8.5.	VARIABLES	31

8.6.	PROCEDIMIENTO	31
8.6.1.	ELABORACIÓN DE LA MATRIZ MOLDE	31
8.6.2.	ELABORACIÓN DE LA MUESTRA.....	32
8.6.3.	PRUEBAS MECÁNICAS	33
8.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	35
8.8.	ASPECTOS ÉTICOS	35
9.	RESULTADOS.....	37
9.1.	RESISTENCIA FLEXURAL	38
9.2.	PORCENTAJE DE DEFORMACIÓN.....	39
9.3.	MÓDULO ELÁSTICO	40
10.	DISCUSIÓN	42
11.	CONCLUSIONES	47
12.	RECOMENDACIONES	49
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
	Anexos.....	55

ÍNDICE DE TABLAS GRÁFICOS Y FIGURAS.

Tabla 1.	Resistencia a la flexión de los materiales a base de polímeros, según la norma ISO 4049 de 2019 (22).	24
Tabla 2.	Resistencia flexural, deformación y módulo elástico para cada muestra, de los dos grupos estudiados	37
Tabla 3.	Resistencia flexural, deformación y módulo elástico para los dos grupos de láminas de resina reforzadas con fibras Ribbond® e Interlig®.	38
Tabla 4.	Prueba Shapiro Wilk	38

Gráfico 1.	Comparación de la resistencia flexural en los dos grupos estudiados ..	39
Gráfico 2.	Comparación del porcentaje de deformación para los dos grupos estudiados	40
Gráfico 3.	Comparación del módulo elástico para los dos grupos estudiados	41

Figura 1.	Fibras Interlig ®. Presentación comercial.	26
Figura 2.	Fibras Ribbond ®. Presentación comercial.....	28
Figura 3.	Proceso de elaboración de la matriz molde	32
Figura 4.	Proceso de elaboración de laminas de resina fluida con las fibras.....	33
Figura 5.	Dispositivos de ensayo	34

RESUMEN

Introducción: La resina compuesta es un material restaurador utilizado en Odontología. Tienen la capacidad de adherirse al esmalte dental reforzando su estructura, recuperando así parte de su resistencia y fortaleciendo al remanente dental. Sin embargo, presentan cualidades limitadas para tolerar fuerzas, llevándolas a una dureza insuficiente del material y haciendo que las resinas compuestas no sean un material idóneo en cavidades extensas. Con la finalidad de mejorar las características físico-mecánicas de las resinas compuestas se introdujeron las fibras de vidrio y polietileno como refuerzo. Las fibras de vidrio y de polietileno han estado en el mercado por más de 20 años; tienen la misión de proporcionar una capa que se encarga de absorber tensiones, evita que fisuras y grietas se continúen propagando en el tejido dental, feruliza internamente el diente y aumenta su resistencia a la fractura. Sin embargo, en la actualidad son pocos los estudios que comparan directamente estos dos tipos de fibras en cuanto a su resistencia a la fractura. **Objetivo:** Comparar la resistencia flexural de las fibras de polietileno trenzadas Ribbond® y las fibras de vidrio trenzadas Interlig®, en láminas de resina fluida. **Métodos:** Estudio experimental In-vitro. Se elaboró una matriz molde con medidas largo 7,5cm, ancho 2,5cm, 1mm de grosor para la elaboración de las láminas de resina reforzadas con fibras Ribbond® e Interlig®. Las fibras fueron cortadas de 2,3 cm de longitud. En la matriz se colocó una capa de 1 mm de resina fluida Tetric N-Flow Bulk Fill®. Se posicionaron las fibras sobre la resina fluida, se colocó nuevamente resina fluida y se fotopolimerizó por 20 segundos. Se

obtuvieron dos grupos (n=21): Grupo 1: Láminas de resina reforzadas con fibras Ribbond; Grupo 2: Láminas de resina reforzadas con fibras Interlig. Se realizaron pruebas de fuerzas compresivas a velocidad de cruceta 0.75 mm/min en la máquina de prueba universal Shimadzu A-GIS 5kN®. Los datos fueron recolectados en tablas de Excel. Se realizó un análisis exploratorio de datos, prueba Shapiro Wilk y prueba t para evaluar diferencias estadísticamente significativas, bajo el software Real Statistics para Excel Versión 8,4. Resultados: El promedio de la resistencia flexural para el grupo de láminas reforzadas con fibras Ribbond® fue de 64.01Mpa y para el grupo láminas reforzadas con fibras Interlig® fue de 64.11Mpa. El promedio del porcentaje de deformación para el grupo de fibras Ribbond® fue de 4.64% y para el grupo de fibras Interlig® fue de 4.55%. El promedio del módulo elástico para el grupo de láminas de resina reforzadas con fibras Ribbond® correspondió a 1550.72 Mpa y para el grupo de fibras Interlig® fue de 1529.86 Mpa. No hubo diferencia estadísticamente significativa en las 3 variables estudiadas, entre los grupos ($p>0.05$). **Conclusión:** La resistencia flexural fue ligeramente mayor para el grupo de fibras Interlig®, y el porcentaje de deformación y el módulo elástico fue mayor para el grupo de fibras Ribbond®. El comportamiento mecánico de los refuerzos fue similar, ya que no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$).

Palabras clave: Ribbond, Interlig, resina, resistencia flexural

ABSTRACT

Introduction: Composite resin is a restorative material used in Dentistry. They have the ability to adhere to tooth enamel, reinforcing its structure, thus recovering part of its resistance and strengthening the remaining teeth. However, they have limited qualities to tolerate forces, leading to insufficient hardness of the material and making composite resins not an ideal material in large cavities. In order to improve the physical-mechanical characteristics of composite resins, glass and polyethylene fibers are introduced as reinforcement. Glass and polyethylene fibers have been on the market for more than 20 years; They have the mission of providing a layer that is responsible for absorbing stress, prevents fissures and cracks from continuing to propagate in the dental tissue, internally splints the tooth and increases resistance to fracture. However, there is currently no study that directly compares these two types of fibers in terms of their fracture resistance. **Objective:** Compare the flexural strength of Ribbond® braided polyethylene fibers and Interlig® braided glass fibers, in fluid resin sheets. **Methods:** In-vitro experimental study. A mold matrix with a length of 7.5cm, width 2.5cm, and a thickness of 1mm was made for the production of resin sheets reinforced with Ribbond® and Interlig® fibers. The fibers were cut to 2.3 cm in length. A 1 mm layer of Tetric N-Flow Bulk Fill® fluid resin was placed in the matrix. The fibers were positioned on the fluid resin, fluid resin was placed again and photopolymerized for 20 seconds. Two groups were obtained (n=21): Group 1: Resin sheets reinforced with Ribbond fibers; Group 2: Resin sheets reinforced with Interlig fibers. Compressive force tests were performed at crosshead speed 0.75

mm/min on the Shimadzu A-GIS 5kN® universal testing machine. The data was collected in Excel tables. An exploratory data analysis, Shapiro Wilk test and t test were performed to evaluate statistically significant differences, under the Real Statistics software for Excel Version 8.4. **Results:** The average flexural resistance for the group of sheets reinforced with Ribbond fibers was 64.01Mpa and for the group of sheets reinforced with Interlig fibers was 64.11Mpa. The average percentage of deformation for the Ribbond fiber group was 4.64% and for the Interlig fiber group it was 4.55%. The average elastic modulus for the group of resin sheets reinforced with Ribbond fibers corresponded to 1550.72 Mpa and for the group of Interlig fibers it was 1529.86 Mpa. There was no statistically significant difference in the 3 variables studied between the groups ($p>0.05$). **Conclusion:** Flexural strength was slightly higher for the Interlig fiber group, and the percentage of deformation and elastic modulus was higher for the Ribbond fiber group. The mechanical behavior of the reinforcements was similar, since the differences were not statistically significant ($p>0.05$).

Keywords: Ribbond, Interlig, composite resin, flexural strength.

1. INTRODUCCIÓN

Las restauraciones en resina directa han evolucionado a través del tiempo y han mostrado características óptimas bajo usos diversos, los cuales proporcionan una opción de tratamiento clínica viable en las restauraciones que comprometen gran estructura del remanente dentario coronal. Hoy en día la longevidad de este tipo de restauraciones puede integrarse con materiales que permiten mejores resultados en el comportamiento físico-mecánico del composite, como lo son las fibras de polietileno y las fibras de vidrio largas, las cuales pueden seccionarse a la medida requerida para ser ubicadas de manera estratégica en la base o interfaz entre la restauración y el órgano dentario. Esto es conocido como biobase en los enfoques biomiméticos actuales. Este tipo de refuerzos brindan mejor desempeño frente al estrés estructural, la adaptación marginal y el factor C, propiedad característica del material a reforzar. El objetivo de este estudio fue comparar la resistencia flexural de las fibras de polietileno trenzadas Ribbond® y las fibras de vidrio trenzadas Interlig® de Angelous, en láminas de resina fluida.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad existen una numerosa cantidad de materiales restauradores capaces de devolver forma y función a los dientes que por diferentes factores han visto comprometida su integridad estructural. Sin embargo, las cavidades extensas llevan a el aumento en la fragilidad del remanente dental, tal y como pasa en las restauraciones MOD las cuales llegan a reducir hasta en un 54% la resistencia a la fractura del remanente dental, esto en comparación con un diente que no ha sido preparado. (1)

Las resinas compuestas tienen la capacidad de adherirse al esmalte dental reforzando la estructura y formando una férula desde el interior del diente, recuperando así parte de su resistencia y fortaleciendo al remanente dental. No obstante, las resinas compuestas presentan cualidades limitadas para tolerar fuerzas, lo que lleva a una dureza insuficiente del material. (2)

Las fibras de vidrio y de polietileno han estado en el mercado por más de 20 años, estas fibras se insertan en el lecho de la preparación y se cubren con resina fluida y resina compuesta. Las fibras de vidrio como las de polietileno tienen la misión de proporcionar una capa que se encarga de absorber tensiones, evita que fisuras y grietas se continúen propagando en el tejido dental, feruliza internamente el diente y aumenta la resistencia a la fractura del material restaurador de resina compuesta (3).

Por esta razón diferentes marcas comerciales han salido al mercado con la finalidad de mejorar las características físico mecánicas de las resinas compuestas y la diversidad de materiales en la práctica clínica puede presentar incertidumbre a la hora de elegir la mejor opción para el éxito clínico de las restauraciones extensas en resina. Dentro de las marcas comerciales de fibras de polietileno las más reconocidas en estudios sobre el uso de este tipo de fibras se encuentran las fibras Ribbond®, mientras que a las fibras de vidrio se encuentran las de la marca Interlig® de Angelous. Estos tipos de fibras se caracterizan por ser fibras trenzadas lo que según sus fabricantes permite una mejor dispersión de las fuerzas a las que sean sometidas. Actualmente se desconocen cuál de las dos fibras presenta mayor resistencia flexural.

2.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe diferencia en la resistencia flexural de las fibras de polietileno Ribbond y las fibras de vidrio Interlig?

3. JUSTIFICACIÓN

A pesar de que las fibras Ribbond fueron introducidas desde el año 1992, su uso es limitado hoy en día debido a la poca difusión y los escasos estudios que existen con referencia a sus propiedades físicas y sus múltiples usos en la práctica odontológica.

Las fibras Ribbond® presentan propiedades físicas mejoradas con respecto a cualquier otra fibra de polietileno de alto peso molecular, y al compararlas con otros materiales utilizados para sus mismas funciones, parecen ser muy superiores según algunos estudios (4). Los usos de las fibras Ribbond hoy en día están indicadas para la estabilización de dientes traumatizados, restaurar dientes fracturados y crear una prótesis parcial fija, para postes y núcleos de endodoncia de unión directa, retenedores linguales fijos de ortodoncia y mantenedores de espacio (5) y su integración a materiales de composites como complemento mejora las características físicas y mecánicas de las restauraciones.

Por otro lado, Angelus presenta sus fibras de vidrio trenzadas Interlig®, las cuales describe como un composite reforzado con fibra de vidrio que tienen la función de disipar las fuerzas masticatorias evitando la formación de grietas y posibles fracturas tanto del material como del remanente dental (6). Las fibras Interlig® de Angelus están recomendadas para ferulización en los campos de la ortodoncia como mantenedor de espacio, en periodoncia para ferulización de dientes que presenten movilidad, ferulización de estructuras de prótesis fijas

temporales, refuerzo de prótesis acrílicas y refuerzo para restauraciones en resina (7) .

Además, las fibras Ribbond® y las fibras Interlig® requieren otros materiales adicionales para su uso como material de refuerzo y exigen un protocolo para su manipulación que permita aprovechar al máximo los beneficios que proveen como material de refuerzo, de otra manera si el protocolo no se lleva de manera correcta pueden presentar fallas mecánicas. Adicionalmente, las fibras Ribbond® presentan un costo más elevado lo que puede hacer más difícil tener acceso a ellas, en comparación con Interlig.

Estudios indican que las fibras Ribbond® tienen un módulo elástico de 137.9 Mpa, pero que al combinarlas ya sea con resina compuesta o resina fluida este módulo de elasticidad puede aumentar hasta 23,6 Gpa (8). Por otro lado, Ángelus indica que sus fibras de vidrio Interlig® tienen una resistencia de 131 Mpa la cual es mayor si se compara con las fibras de polietileno (86Mpa) (9).

Por tanto, se hace necesario realizar un estudio que genere comparación de estas fibras de polietileno y las fibras de vidrio, como aporte a la práctica clínica y con la finalidad de que el clínico pueda tomar la mejor elección a la hora de elegir un material de refuerzo para restauraciones extensas que prolongue la vida útil de estas mismas. La importancia de este estudio radica en conocer cuál de los dos refuerzos (fibras de vidrio y fibras de polietileno) brindan mayor aumento a la resistencia a la fractura de los materiales de resina compuesta

4. PROPÓSITO

El propósito de esta investigación es dar al odontólogo y especialista el fundamento teórico del comportamiento mecánico de los materiales reforzados con fibras Ribbond® y con fibras Interlig®. Pretendía evaluar la resistencia flexural de estos dos tipos de fibras colocadas en láminas de resina fluida con una posición horizontal, a las cuales se les aplicó una flexión establecida por fuerzas controladas hasta llegar a su fractura. Adicional a esto, dar una comparación entre los dos refuerzos para observar qué fibras presentan un mejor comportamiento ante las fuerzas de compresión que suelen estar muy presentes durante la oclusión así entonces con esta información podrán escoger el mejor material para su práctica clínica y favorecer a sus pacientes con restauraciones capaces de no solo evitar la fractura del material, sino también de la estructura dental remanente.

5. OBJETIVOS

7.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar la resistencia flexural de las fibras de polietileno trenzadas Ribbond® y las fibras de vidrio trenzadas Interlig® de Angelous, en láminas de resina fluida.

7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la resistencia flexural de las fibras de polietileno trenzadas Ribbond®, mediante una máquina de prueba universal a una velocidad cruceta de 0.75mm/min a temperatura ambiente.
- Determinar la resistencia flexural de las fibras de vidrio trenzadas Interlig®, mediante una máquina de prueba universal a una velocidad cruceta de 0.75mm/min a temperatura ambiente.

6. ANTECEDENTES

Las fibras de polietileno fueron introducidas al mercado en 1992 con un uso limitado a la ferulización de dientes, esto debido a la falta de estudios con respecto a sus propiedades físicas; por otro lado, las fibras de vidrio también han estado disponibles en el mercado desde la década de los 60 en el campo de la odontología y con el avance de la tecnología se han descubierto nuevas características de este tipo de fibras, las cuales son aplicables en el campo de la prostodoncia y la operatoria.

Tal es el caso de Tekla Sary y colaboradores propusieron evaluar la resistencia a la fractura con diferentes tipos de materiales reforzados con varios tipos de fibras tanto largas como cortas. La muestra contó con un total de 240 terceros molares a los cuales se les realizaron cavidades MOD con una profundidad de 5 mm y un ancho de 2,5 mm. Posteriormente fueron restauradas con diferentes tipos de fibras, tanto fibras largas de polietileno (Ribbond®) como fibras cortas de vidrio (EverX posterior) y fibras de vidrio largas (Everstick Net®) siendo estas últimas usadas en varios grupos modificando su ubicación dentro de la cavidad. A todos los grupos se les aplicó una capa de resina fluida de 0.5 mm de espesor y se reconstruyeron las paredes proximales con resina. Se obtuvieron 12 grupos cada uno de 20 especímenes. Después de posicionar las fibras y cubrirlas con resina, se protegió la superficie radicular con un material de látex líquido el cual simulaba el ligamento periodontal, posteriormente se incrustaron en bloques de metacrilato hasta 2 mm de la unión amelocementaria para simular el hueso. Después de la

incrustación en el metacrilato todas las muestras fueron sometidas a una prueba de resistencia a la fractura realizada con un instrumento Instron a una velocidad de 2mm/min paralelo al eje longitudinal del diente hasta que se produjo la fractura. El grupo 1 (grupo control) donde solo se restauró con material de resina, el grupo 3 y 4 que utilizaron fibras de vidrio EverNet fueron los grupos que presentaron menor resistencia a la fractura y el grupo 11 que utilizó fibras Ribbond Ultra Orthodontic, fue el que presentó mayor resistencia a la fractura. Se concluyó entonces que el uso de las fibras de polietileno resultó más beneficioso independientemente de la posición en la cavidad o en la restauración (3).

En una revisión sistemática realizada por Andras Jakab y colaboradores analizaron la literatura disponible sobre el comportamiento mecánico de los materiales utilizados para la ferulización horizontal en cavidades MOD extensas. Se realizó una búsqueda de bases de datos como PudMed, ScienceDirect y Google Scholar. Se seleccionaron estudios donde se usaran fibras largas puestas horizontalmente en dientes posteriores con cavidades MOD. Solo 11 artículos cumplieron con los criterios de inclusión, y de estos 11 artículos 7 informaron sobre una disposición horizontal de las fibras, en tres artículos no se hallaron diferencias significativas y sólo un artículo reportó que había menor resistencia a la fractura usando una disposición horizontal de las fibras. Se concluyó entonces que los composites modernos son materiales rígidos y fuertes los cuales carecen de tenacidad a la fractura, sugiriendo que este tipo de materiales no está recomendado para ser usado en cavidades extensas MOD. Por otro lado se encontró que las fibras

de refuerzo fortalecen la restauración y el tejido dental comprometido, también se encontró que la disposición de la fibra podría aumentar la resistencia a la fractura. (10)

En el estudio de Nayereh Rashidan se buscó comparar el efecto de la curvatura y la posición de las fibras de polietileno para evaluar la resistencia a la flexión, la tenacidad y el módulo elástico en una lámina compuesta de resina fluida. Se crearon 4 grupos de 10 especímenes, el primer grupo solo se evaluó el material sin la fibra, el segundo grupo presentó una disposición curva de la fibra dentro de la lámina; y el tercero y el cuarto tuvieron una disposición plana de la fibra ubicada en el lado de compresión. Posteriormente se les aplicó fuerza hasta generar la fractura de las láminas. Se concluyó que poner la fibra en una disposición curva incrementaba la fuerza de los materiales. (11)

En un estudio realizado por Khan y colaboradores se buscó comparar la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente, restaurándolos con 4 tipos de fibras (Ribbond, Everstick, Denta Preg y Bioctris) cubiertas por resina compuesta. Se tomó una muestra de 140 premolares los cuales se distribuyeron en 7 grupos de 20 especímenes. El grupo uno fue utilizado como grupo control. Se prepararon cavidades MOD donde en el grupo 2 se dejaron sin restaurar, en el grupo 3 se restauró con resina convencional y resina fluida, grupo 4 se usaron fibras Ribbond, grupo 5 Everstick, grupo 6 con Dentapreg y grupo 7 con biotris. Las muestras se sometieron ante una máquina de ensayo instron a una velocidad de 5mm/min. El grupo 1 demostró la menor resistencia a la fractura y los grupos 4, 5,

6 y 7 mostraron una mayor resistencia a la fractura. El estudio concluyó que todas las fibras evaluadas demostraron aumentar la resistencia a la fractura de los materiales de resina, pero Everstick y Bloctris demostraron tener mayor resistencia a la fractura. (12)

Por otra parte, Khan y colaboradores evaluaron como la variedad de orientaciones de las fibras de vidrio largas de Interlig® de Angelous podrían afectar la resistencia a la fractura de cavidades extensas MOD. Para ello se evaluaron 50 premolares distribuidos en 5 grupos de 10 especímenes, donde el grupo 1 contenía únicamente material de resina, el grupo 2 contenía el material de resina más una ubicación horizontal de Interlig® en el piso gingival y pulpar de las cavidades, para el grupo 3 la fibra solo estaba en el piso pulpar de la cavidad, recubierta por material de resina, grupo 4 tenía posición vertical de la fibra más composite y grupo 5 contiene resina más pedazos dispersos de fibras Interlig®. Se midió la resistencia a la fractura mediante una máquina de ensayo universal Instron y se encontró que, entre los grupos experimentales, el grupo 2 (es decir el grupo con la fibra de vidrio en el piso gingival y pulpar) tuvo la resistencia media a la fractura más alta (1233,4480 N), seguido del grupo 3 (1223,2260 N), el grupo 4 (1185,0440 N) y el grupo 5 (797,5600 N) (13)

Agrawal V. y colaboradores analizaron el resultado de la colocación y orientación de las fibras sobre la resistencia a la fractura en cavidades anchas de Clase II (mesio-ocluso-distal [MOD]) preparadas en premolares superiores. Utilizaron 120 premolares a los que se les realizaron cavidades MOD con pieza de

mano y fueron asignados aleatoriamente a 5 grupos (n=20): Grupo I: G-aenial posterior (GC dental Products Corp, Aichi, Japón), Grupo II: colocación de G-aenial posterior + fibra de polietileno horizontal (Ribbond, Seattle, WA, EE. UU.) en suelo gingival y pulpar; Grupo III: G-aenial posterior + colocación de fibra de polietileno horizontal solo en el suelo pulpar. Grupo IV: G-aenial posterior + colocación vertical de fibra de polietileno en suelo gingival y pulpar. Grupo V: G-aenial posterior + fibra de polietileno cortado en pequeños fragmentos y dispersados en el piso pulpar y gingival; y Grupo VI: Ever-X posterior (GC Corporation, Tokio, Japón). Se aplicó una fuerza de compresión a una velocidad de deformación de 0,5 mm/min usando una máquina de prueba universal Instron y encontraron que la resistencia media a la fractura más alta se detectó en el grupo 2, seguido de los grupos 3, 4, 5 y 6, siendo el grupo 1 el que tuvo la menor resistencia a la fractura (14).

7. MARCO TEÓRICO

7.1. RESINAS COMPUESTAS

La resina compuesta es un material restaurador que se utiliza para reemplazar parte de la estructura dental perdida ya sea por caries, trauma o desgaste dental fisiológico. Su uso ha aumentado por la demanda estética de los pacientes y por la posibilidad de generar tratamientos mínimamente invasivos (15). Las resinas compuestas son clasificadas de acuerdo al tamaño de partículas en macropartículas, híbridos, microhíbridos, micropartículas, nanopartículas y nanohíbridos (16). La nanotecnología ha permitido el desarrollo de resinas con excelentes propiedades mecánicas y estéticas relacionadas con un buen pulido y una menor contracción, pudiendo ser empleadas tanto en dientes anteriores como en dientes posteriores. Así, las resinas compuestas microhíbridas, nanohíbridas y de nanopartículas se consideran de uso universal y también están indicadas para la restauración de dientes posteriores (17). Los composites de resina para aplicación intraoral directa generalmente constan de 4 componentes: matriz orgánica, partículas de relleno inorgánico, sistema iniciador y agente de acoplamiento (18).

La causa más común de fracaso de las restauraciones de resina compuesta en dientes posteriores es su fractura, la cual inicia a partir de grietas superficiales o subsuperficiales, microporos o imperfecciones menores en el material, lo que lleva a la formación de una grieta crítica (18).

7.2. PROPIEDADES MECÁNICAS

Las propiedades mecánicas del diente abarcan la dureza, resistencia flexural, el módulo elástico y viscoelasticidad. La tenacidad a la fractura, el módulo elástico y la resistencia a la flexión son las propiedades mecánicas más fuertemente correlacionadas con el rendimiento clínico de las restauraciones con composites (18). Por lo tanto, todas estas propiedades mecánicas se consideran de suma importancia en la caracterización de resinas compuestas, en términos de su desempeño clínico (18).

7.2.1. DUREZA.

La dureza es una medida de la dureza o suavidad de un material y también representa la capacidad de un material sólido para resistir la deformación elástica, la deformación plástica y la destrucción. Las mediciones de la dureza de los dientes naturales han pasado de ser macroscópicas a microscópicas con el avance de nuevos métodos, lo que permite medir con precisión la dureza en diferentes sitios de una varilla de esmalte. (19).

7.2.2. RESISTENCIA FLEXURAL

La resistencia flexural es el máximo estrés mecánico que un material heterogéneo, sujeto a una carga o flexión, puede soportar antes de la fractura (20). Este tipo de valor flexural es frecuentemente usado para indicar el desempeño estructural de los

materiales dentales (21). La norma ISO 4049 de 2019 (22) especifica los mínimos de la resistencia a la flexión de los materiales de restauración dental a base de polímeros (tabla no. 1).

Tabla 1. Resistencia a la flexión de los materiales a base de polímeros, según la norma ISO 4049 de 2019 (22).

		Fuerza flexible mínima (Mpa)
Tipo 1 Materiales de restauración a base de polímeros adecuados para restauraciones que involucran superficies oclusales	Clase 1 Materiales cuyo fraguado se realiza mezclando iniciador y activador	80
	Clase 2, grupo 1 Materiales cuyo fraguado dependen de la aplicación de energía: Luz azul o calor, intraoralmente	80
	Clase 2, grupo 2 Materiales cuyo fraguado dependen de la aplicación de energía: Luz azul o calor, extraoralmente	100
	Clase 3 Materiales cuyo fraguado es dual: Mecanismo de autocurado y de energía externa	80
Tipo 2 Todos los demás materiales de restauración a base de polímeros y materiales de fijación	Clase 1 Materiales cuyo fraguado se realiza mezclando iniciador y activador	50
	Clase 2, grupo 1 Materiales cuyo fraguado dependen de la aplicación de energía: Luz azul o calor, intraoralmente	50
	Clase 3 Materiales cuyo fraguado es dual: Mecanismo de autocurado y de energía externa	50

Tabla no. 1. Resistencia a la flexión de los materiales a base de polímeros, según la norma ISO 4049 de 2019 (22).

7.2.3. MÓDULO ELÁSTICO

El módulo elástico es la expresión numérica que indica la medida de la rigidez en un material. Se define por la proporción de estrés en una unidad de superficie de la sustancia resultante de la deformación. Esto permite que el comportamiento de un material bajo carga sea calculado (23). Un material con un módulo de elasticidad elevado será más rígido; mientras que un material con un módulo elástico bajo es más flexible. En las resinas compuestas esta propiedad igualmente se relaciona con

el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor módulo elástico (19)

7.3. VISCOELASTICIDAD.

La viscoelasticidad es la característica de los materiales que exhiben cualidades tanto viscosas como también elásticas al momento de aplicarles una fuerza externa. Mediante el módulo compuesto se mide el índice para caracterizar la viscoelasticidad de un material el cual está compuesto por el módulo de almacenamiento y el módulo de pérdida (24).

7.4. REFUERZOS DE RESINAS COMPUESTAS.

Los métodos restaurativos reforzados iniciaron su aplicabilidad clínica en ferulizaciones dentales ya que estas brindan un comportamiento biomimético que es amigable con las fuerzas ejercidas en la cavidad oral. Al día de hoy su aplicación cubre aspectos amplios en el ámbito restaurativo generando en los odontólogos múltiples opciones e indicaciones clínicas, esto también estará de la mano con el desempeño clínico de cada operador y el correcto diagnóstico.

7.4.1. FIBRAS DE VIDRIO

Desde un punto de vista químico, el vidrio es un material amorfo que consiste en sílice tetrahidrato unido en una red aleatoria. Por lo tanto, las fibras de vidrio tienen propiedades fisicoquímicas variables que las diferencian de las fibras orgánicas como las fibras de polietileno. Además, el tipo de fibra utilizado puede influir en las

propiedades del compuesto superficial que se adhiere a la fibra de vidrio y a la fibra de polietileno, lo que puede resultar en diferencias en la resistencia a la fractura entre los dos materiales. Las fibras de vidrio tienen una mayor resistencia a la tracción y una mayor rigidez, puede ser beneficioso para la estabilidad a largo plazo de la restauración.

7.4.1.1. FIBRAS INTERLIG® ANGELUS

Son un tipo de fibra de vidrio trenzada, que se utiliza en el consultorio para la ferulización o inmovilización periodontal u ortodóntica temporal, también para ferulización prequirúrgica, para estructura de refuerzo de prótesis fija mediata o inmediata, para mantenedores de espacios en la dentición temporal o permanente, para refuerzo de estructuras acrílicas (provisionales, prótesis totales) y para refuerzo de amplias restauraciones de resina compuesta (7). Las fibras Interlig son entrelazadas y se encuentran preimpregnadas facilitando su manejo y mejorando la unión entre las fibras de vidrio y las fibras compuestas (7). Pueden ser cortadas con cualquier instrumento de corte.

Figura 1. Fibras Interlig ®. Presentación comercial.



Figura no. 1. Fibras Interlig ®. Presentación comercial.

7.4.2. FIBRAS DE POLIETILENO

Las fibras de polietileno tienen una mayor capacidad para absorber energía y deformarse antes de romperse, lo que puede ser beneficioso para reducir el riesgo de fractura en situaciones donde se produce una carga cíclica o impacto. Entre las desventajas de las fibras de polietileno, es que pueden ser difíciles de impregnar con resina debido a su superficie lisa y no porosa.

7.4.2.1. FIBRAS RIBBOND®

Las fibras Ribbond están compuestas de fibras de polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW) preimpregnadas, silanizadas, trenzadas con plasma. El trenzado es un patrón especial donde las fibras se encuentran cruzadas y cosidas y los extremos no están paralelos sino rodeando otros nodos; esto aumenta la estabilidad y la resistencia al corte, incrementando su durabilidad y dándole un alto coeficiente de elasticidad, mayor resistencia a la deformación y a la distorsión, además de una alta resistencia a la tracción permitiendo que se adapten más fácilmente a las paredes de la cavidad o al remanente dental (25). Las fibras Ribbond tienen una estructura tridimensional debido al tejido trenzado triaxial, esta característica le proporcionan una retención mecánica a la resina compuesta en diferentes planos, que le permite una amplia ventana de procesamiento. Además, se reduce las microfisuras generadas por el factor de contracción generadas durante la polimerización de la resina. (referencia) (25). Ribbond está elaborada por una densa red de intersecciones nodales bloqueadas de fibras de polietileno lo que reduce el potencial de daño a la arquitectura de las fibras y evita que estas se

muevan durante la manipulación y adaptación antes de la polimerización. Las fibras Ribbond han estado en el mercado desde el año 1992. Su función es promover la capacidad de carga de las restauraciones y evitar que las fisuras de las restauraciones se propaguen hasta el diente (24). Se utilizan como ferulización periodontal, retenedores ortodónticos, postes endodónticos y muñones, estabilización tras traumas, en puentes maryland, reparacion de protesis y provisionales, y como refuerzo de composites (27).

Figura 2. Fibras Ribbond ®. Presentación comercial



Figura no. 2. Fibras Ribbond ®. Presentación comercial.

Ribbond se está utilizando para practicar la odontología biomimética, este tipo de prácticas nos permite evitar tratamientos agresivos y preservar la mayor cantidad de estructura dental posibles. Ribbond en sus inicios se utilizó para la ferulización periodontal, en un futuro las fibras Ribbond serán un componente que de la mano de restauraciones de composite, sea una de las mejores alternativas al momento de restaurar tejido dental perdido.

7.4.3. PRINCIPIOS DE MANEJO DE LAS FIBRAS

La evidencia demuestra principios básicos para su manejo. Para las fibras de vidrio y de polietileno el protocolo es similar: ambos tipos de fibra requieren de instrumentos de corte, sin embargo, las fibras Ribbond requieren de unas tijeras diseñadas especialmente para su recorte ya que de no ser así se comprometería gravemente la integridad del material; la ubicación debe ser estratégica a nivel del tejido dentinal ya sea circunferencialmente en el piso de la cavidad o únicamente en las paredes que requieran de ser reforzadas, el material de impregnación debe ser carente de relleno para su correcta humectabilidad, estas deben ser totalmente cubiertas por el material, deben quedar sujetas en la interfaz y no expuestas debido a que su exposición generaría fallas a nivel estructural a través de las fibras. El material con el que puede ser restaurado va ligado a la elección clínica del operador.

Por estas razones, es importante que los profesionales dentales evalúen cuidadosamente cada caso y consideren factores como la ubicación de la restauración, el tamaño de la cavidad, la carga oclusal y otros factores relevantes antes de tomar una decisión sobre qué tipo de fibra utilizar. Además, algunas fibras pueden tener una capa protectora que dificulta la adhesión con la resina. La adhesión también puede verse afectada por factores como la humedad, la temperatura y el tiempo de curado.

8. METODOLOGÍA

8.1. TIPO DE ESTUDIO

Estudio experimental *IN VITRO*.

8.2. OBJETO DE ESTUDIO

Resistencia flexural de resina fluida reforzada con fibras de polietileno y reforzada con fibras de vidrio largas.

8.3. MATERIAL OBJETO DE ESTUDIO

Fibras Ribbond® y fibras Interlig®.

8.4. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

8.4.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se manejó un nivel de confianza del noventa por ciento, un efecto de error de punto ocho y una potencia del ochenta por ciento. El tamaño de muestra definido para una distribución t es de 21 muestras por grupo para un total de cuarenta y dos muestras.

8.4.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Se tuvo en cuenta la Norma ISO 4049 de 2019 (22)

- Láminas de resina en buenas condiciones reforzadas con fibras Ribbond® con medidas 2,5cm de longitud, 3 mm de ancho y 2mm de grosor .
- Láminas de resina en buenas condiciones reforzadas con fibras Interlig® con medidas 2,5cm de longitud, 3 mm de ancho y 2mm de grosor.

8.4.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Láminas de resina con presencia de burbujas.
- Láminas de resina con fisuras e imperfecciones.

8.5. VARIABLES

- Independiente: Refuerzos de fibras de polietileno (Ribbond) y de vidrio (Interlig® de Angelus®).
- Dependiente: Resistencia flexural.

8.6. PROCEDIMIENTO

8.6.1. ELABORACIÓN DE LA MATRIZ MOLDE

Para elaborar las láminas de resina inicialmente se realizó un prototipo con las dimensiones establecidas para la muestra (2,5cm de longitud, 3 mm de ancho y 2mm de grosor) que se confeccionó de un material plástico. Posteriormente se realizó una matriz para copiar el prototipo inicial que funcionó como molde para realizar las láminas de resina para la muestra. Se utilizó silicona de adición marca Elite HD+, Zhermack® para la elaboración de la matriz molde: Se tomaron porciones

iguales de ambos componentes base y activador, se mezclaron visualizando que la silicona presentara un color homogéneo, se colocó la porción de silicona sobre un porta objetos transparente (largo 7,5cm, ancho 2,5cm, 1mm de grosor), se colocó el prototipo plástico sobre la silicona en la parte superficial para copiar sus medidas, y se colocó un nuevo porta objetos sobre la silicona y el prototipo plástico generando presión y copiando las dimensiones exactas del prototipo. Se cumplió el tiempo de polimerización recomendada por los fabricantes para la silicona de adición y de esta manera se obtuvo el molde guía para la fabricación de la muestra (figura no. 3)

Figura 3. Proceso de elaboración de la matriz molde

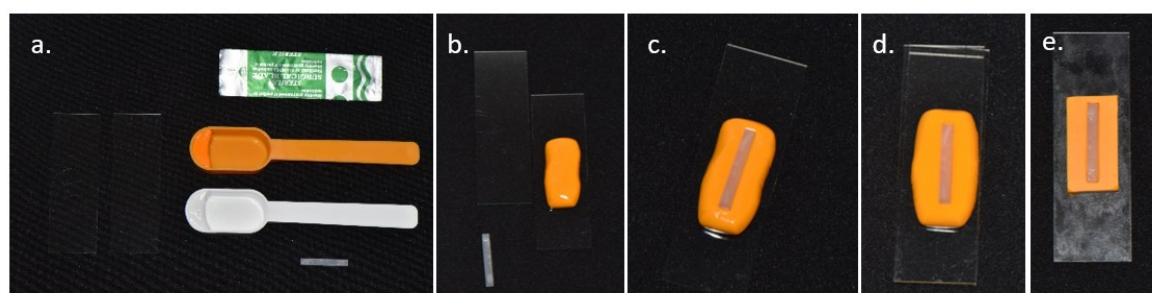


Figura no. 3. Proceso de elaboración de la matriz molde: a. Materiales empleados (silicona de adición Elite HD+, Zhermack ® en proporciones iguales, porta muestras, prototipo plástico y hoja de bisturí. b. Silicona mezclada y posicionada en porta muestras. c. Posicionamiento de prototipo en silicona. d. Colocación de portamuestras sobre silicona y prototipo. e. Matriz molde final con bordes definidos

8.6.2. ELABORACIÓN DE LA MUESTRA

Se estableció un protocolo para la estandarización de la elaboración de las muestras: Con la matriz molde hecha, se procedió a realizar las láminas de resina para este estudio. Se cortaron las fibras de polietileno (Ribbond) y vidrio (Interlig de Angelous) a la medida pautada que correspondió a 2,3 cm de largo, se utilizaron tijeras del fabricante Ribbond para ambos tipos de fibra. Las fibras Ribbond se

impregnaron con PermaSeal® por 60 segundos contenido en una caja de protección para inhibir su fotopolimerización. En el molde de silicona se colocó una capa de 1 mm de grosor de resina fluida Tetric N-Flow Bulk Fill® de la casa comercial Ivoclar Vivadent, sellando el fondo del molde. Se posicionaron las fibras sobre la resina fluida superficialmente sin ser sumergidas y se colocó sobre la fibra nuevamente resina fluida hasta llenar completamente la matriz molde. Se colocó un portaobjetos sobre el molde y se fotopolimerizó a través del vidrio por 20 segundos ubicando en el centro de la muestra la luz a 90° y lo más cerca posible del material (figura no, 4). Se retiró la muestra del molde, se calibró para observar las dimensiones y se observó superficialmente para evidenciar que no presentara burbujas. De esta manera se obtuvieron dos grupos (n=21): Grupo 1: Laminas de resina reforzados con fibras Ribbond; Grupo 2: Laminas de resina reforzadas con fibras Interlig.

Figura 4. Proceso de elaboración de laminas de resina fluida con las fibras

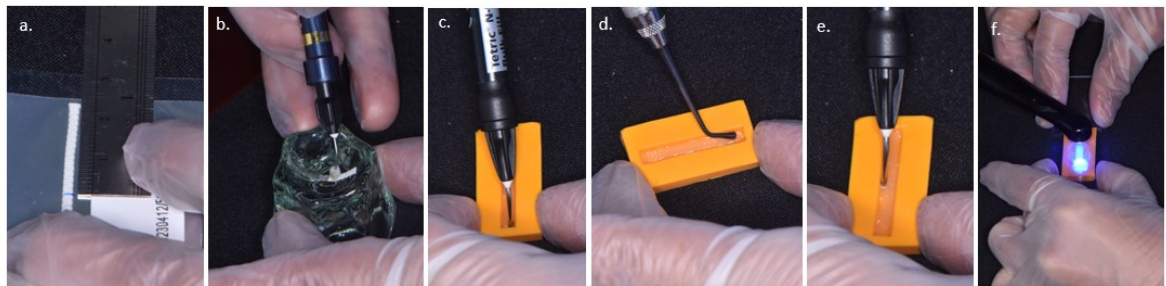


Figura no. 4. Proceso de elaboración de laminas de resina fluida con las fibras. a. Medición de las fibras para corte. b. Impregnación de las fibras Ribbond en PermaSeal. c. Capa inicial 1mm grosor con resina fluida, en el molde. d. Posicionamiento de fibras Ribbond e Interlig. e. Colocación de resina sobre fibras y llenado de la matriz molde. f. Colocación de portaobjetos y fotopolimerización por 20 segundos.

8.6.3. PRUEBAS MECÁNICAS

Los dos grupos fueron sometidos a pruebas de resistencia flexural. Estas pruebas miden la fuerza por unidad de área en el instante de la fractura en un espécimen de

prueba sujeto a la carga de flexión. La resistencia a la flexión es la resistencia que ofrece un material al ser flejado, cuando se aplica esta fuerza al centro del material y este se flexiona hasta fracturarse. Las pruebas de resistencia flexural fueron realizadas en el Laboratorio de Investigación en Materiales y Ciencias Básicas de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia, realizadas bajo la dirección de la dra. Paula Alejandra Baldión Elorza. Se utilizó el dispositivo de ensayo Instron que consta de dos bases con 15 mm de distancia entre ellos y con una punta de aplicación de la carga tiene 2 mm de diámetro de la curvatura de la punta. Esta se situó entre las bases y se ubicó sobre la muestra, de modo que los tres puntos de apoyo constituyen la prueba de flexión a tres puntos (figura no. 5). La carga se aplicó a una velocidad de cruceta de 0.75 mm/min en la máquina de prueba universal Shimadzu A-GIS 5kN® Shimadzu, Tokio, Japón (figura no. 5). La resistencia flexural se expresó en MPa y los resultados se registraron y analizaron utilizando el software Trapezium2 (Microsoft Corp., Redmond, WA, EE. UU.).

Figura 5. Dispositivos de ensayo

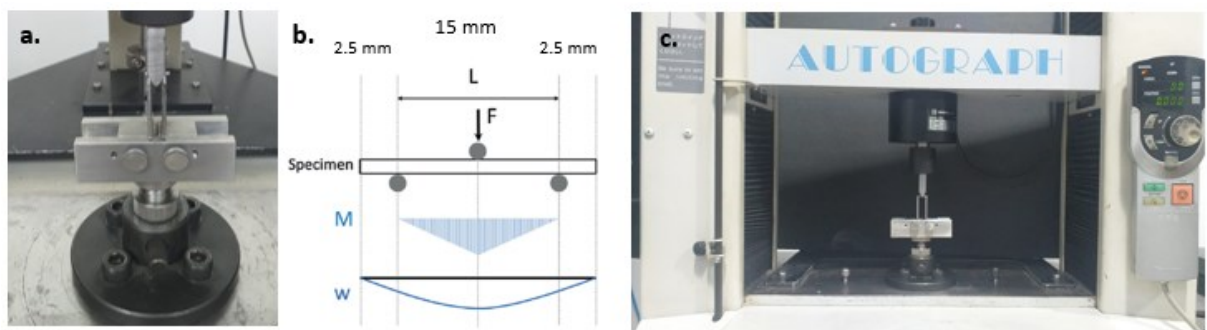


Figura no. 5. Dispositivos de ensayo. a. Máquina de ensayo Instron. b. Aplicación de la carga sobre la muestra para la prueba de flexión en 3 puntos. Separación de 15 mm entre las dos bases de acero inoxidable del aditamento de prueba que soportan la muestra 2.5 mm de la barra de resina lado y lado de las bases para soportarse sobre el aditamento. c. Máquina de prueba universal (Shimadzu A-GIS 5kN® Shimadzu, Tokio, Japón)

8.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos fueron recolectados en tablas de Excel registrando el valor de resistencia flexural para las 21 muestras, de los dos grupos estudiados. Se realizó un análisis exploratorio de datos para describir la muestra. Posteriormente se realizó la prueba de Shapiro Wilk con la cual se evaluó la distribución de los datos obtenidos ($p=0.05$).

Se aplicó la prueba t para comprobar los promedios, evaluar si los datos tenían una distribución normal y evaluar diferencias estadísticamente significativas. Estos estudios se realizaron utilizando el software Real Statistics para Excel Versión 8,4 de Septiembre de 2023.

8.8. ASPECTOS ÉTICOS

Esta investigación es clasificada como una investigación sin riesgo según la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, ya que por su carácter *in-vitro* no interviene ni modifica variables humanas. Este estudio busca evaluar únicamente el comportamiento mecánico de dos refuerzos de fibras de vidrio y polietileno en composites. Los datos presentados serán veraces, honestos, responsables, imparciales y con buena gestión de la investigación de acuerdo con la Declaración de Singapur 2010 sobre la Integralidad en la Investigación. No serán fabricados ni manipulados. Además, se declara no tener

conflicto de intereses, los resultados no serán influenciados por las empresas y casas comerciales de los materiales que van a ser utilizados durante la investigación, cumpliendo así con lo exigido en la Resolución 0314 de 2018 (Política de bioética, ética de la investigación e integridad científica).

9. RESULTADOS

Se evaluó la resistencia flexural, el porcentaje de deformación y el módulo elástico para los dos grupos estudiados: Láminas de resina reforzada con fibras Ribbond® y láminas de resina reforzadas con fibras Interlig®. Los datos obtenidos respecto a la resistencia flexural y el módulo elástico se expresaron en megapascuales (Mpa).

Tabla 2. Resistencia flexural, deformación y módulo elástico para cada muestra, de los dos grupos estudiados

Ribbond®				Interlig®			
n	Resistencia flexural (Mpa)	Deformación (%)	Módulo elástico (Mpa)	n	Resistencia flexural (Mpa)	Deformación (%)	Módulo elástico (Mpa)
1	70,0716	6,03	1363,56	1	53,0404	4,212	1397,96
2	66,1719	5,796	1319,66	2	50,0586	3,42	1580,67
3	71,6016	5,274	1492,55	3	74,5964	4,968	1701,86
4	63,9714	4,608	1554,86	4	69,6354	4,896	1514,45
5	61,5625	4,59	1539,03	5	65,3646	5,094	1328,26
6	65,1172	5,742	1344,37	6	57,2721	3,888	1519,55
7	60,4883	3,852	1695,94	7	52,7018	3,312	1647,55
8	59,9609	4,014	1653,97	8	55,6055	4,896	1105,07
9	50,2865	3,726	1403,88	9	70,0911	5,058	1466,22
10	62,1419	4,626	1621,57	10	53,6849	3,42	1657,33
11	43,7044	3,276	1419,43	11	69,9284	4,968	1558,16
12	70,0977	5,04	1551,77	12	77,168	5,616	1673,29
13	71,2826	5,148	1596,5	13	49,1406	3,204	1638,42
14	55,5599	3,708	1608,78	14	79,0234	4,95	1756,8
15	53,7174	3,582	1707,94	15	68,8281	5,076	1469,56
16	69,707	4,212	1742,23	16	82,2656	5,31	1749,63
17	57,0703	3,51	1729,9	17	76,4258	5,418	1598,96
18	62,207	4,302	1510,74	18	61,5495	4,554	1401,56
19	72,5846	5,04	1653,86	19	59,1927	3,852	1649,58
20	79,401	5,364	1596,16	20	74,5313	4,932	1550,6
21	77,5911	5,922	1458,52	21	46,3086	4,428	1161,55
Promedio	64,0141	4,63629	1550,72	Promedio	64,1149	4,54629	1529,86
DS	8,90286	0,86328	128,816	DS	11,1049	0,7465	175,127

Tabla no. 2. Resistencia flexural, deformación y módulo elástico para cada muestra, de los dos grupos estudiados

Tabla 3. Resistencia flexural, deformación y módulo elástico para los dos grupos de láminas de resina reforzadas con fibras Ribbond® e Interlig®.

	Ribbond (n=21)	Interlig (n=21)	Valor p
Resistencia Flexural (Mpa)			
Promedio±DS	64,01±8,90	64,11±11,10	0,974
Mediana (min-max)	63,97 (43,7-79,4)	65,36 (46,31-82,27)	
Deformación (%)			
Promedio±DS	4,64±0,86	4,55±0,75	0,720
Mediana (min-max)	4,61 (3,28-6,03)	4,90 (3,20-5,62)	
Módulo Elástico (Mpa)			
Promedio±DS	1550,72±128,82	1529,86±175,13	0,663
Mediana (min-max)	1554,86 (1319,66-1742,23)	1558,16 (1105,07-1756,80)	

p<0.05 significativo por prueba t-test

Tabla no. 3. Resistencia flexural, deformación y módulo elástico para los dos grupos de láminas de resina reforzadas con fibras Ribbond® e Interlig®.

Tabla 4. Prueba Shapiro Wilk

Variable	SW p-value
Resistencia flexural (Mpa)	0,697
	0,075
Deformación (%)	0,168
	0,223
Módulo elástico (Mpa)	0,404
	0,074

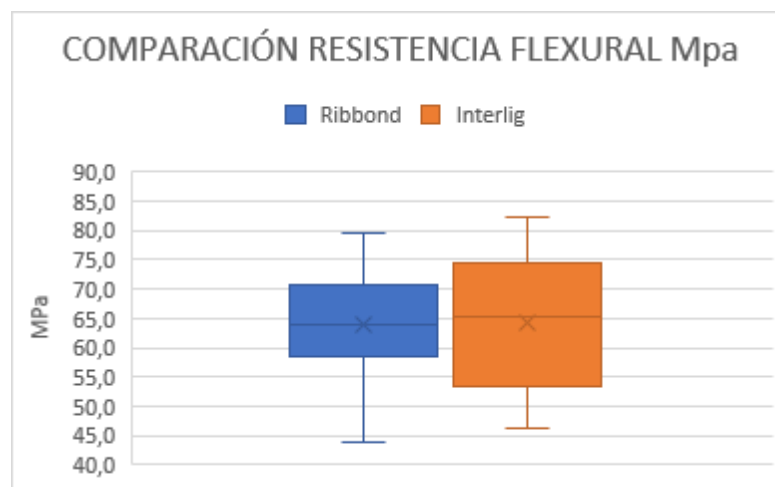
Tabla no. 4. Prueba Shapiro Wilk

9.1. RESISTENCIA FLEXURAL

Respecto a la resistencia flexural, el grupo de láminas de resina reforzadas con fibras Ribbond tuvo una media de 64.01Mpa con valor máximo de 79.40Mpa y valor mínimo de 43.70Mpa (Gráfica no. 1), teniendo una distribución normal según la prueba Shapiro-Wilk (tabla no. 4). Para el grupo de láminas de resina reforzadas

con fibras Interlig, el promedio de la resistencia flexural correspondió a 64.11Mpa con valor máximo de 82.27 y valor mínimo de 46.31 Mpa (Gráfica no. 1). Al igual que el grupo de láminas reforzadas con fibras Ribbond, los valores de resistencia flexural del grupo de láminas reforzadas con fibras Interlig tuvieron distribución normal de los datos (tabla no. 4). Comparando la resistencia flexural de los grupos estudiados, el grupo de laminas de resina reforzadas con fibras Interlig tuvo mayor resistencia flexural (64.11 Mpa) que el grupo de láminas de resina reforzadas con fibras Ribbond (64.01Mpa) con una diferencia de 0.11Mpa, sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0.97$) (tabla no. 3).

Gráfico 1. Comparación de la resistencia flexural en los dos grupos estudiados



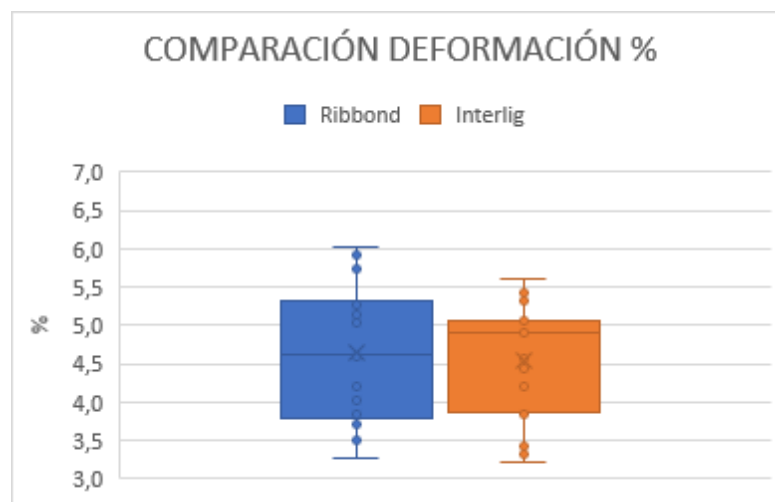
Gráfica no. 1. Comparación de la resistencia flexural en los dos grupos estudiados.

9.2. PORCENTAJE DE DEFORMACIÓN

El promedio del porcentaje de deformación para el grupo de láminas de resina reforzada con fibras Ribbond correspondió a 4.64% con valor mínimo de 3.28% y valor máximo de 6.03% (gráfica no. 2). Para el grupo de láminas de resina

reforzadas con fibras Interlig, el promedio del porcentaje de deformación correspondió a 4.55% con valor mínimo de 3.20% y valor máximo de 5.62% (gráfica no. 2). Comparando las medias de los porcentajes de deformación para los dos grupos estudiados, el grupo de láminas de resina reforzadas con fibras Ribbond tuvo mayor porcentaje de deformación (4.64%) respecto al grupo de láminas de resina reforzadas con fibras Interlig (4.55%), con una diferencia leve de 0.09%, sin embargo, esta diferencia no tuvo significancia estadística ($p=0.72$) (tabla no. 3). Los dos grupos estudiados, según la prueba Shapiro-Wilk, tuvieron distribución normal de los datos. (tabla no. 4)

Gráfico 2. Comparación del porcentaje de deformación para los dos grupos estudiados



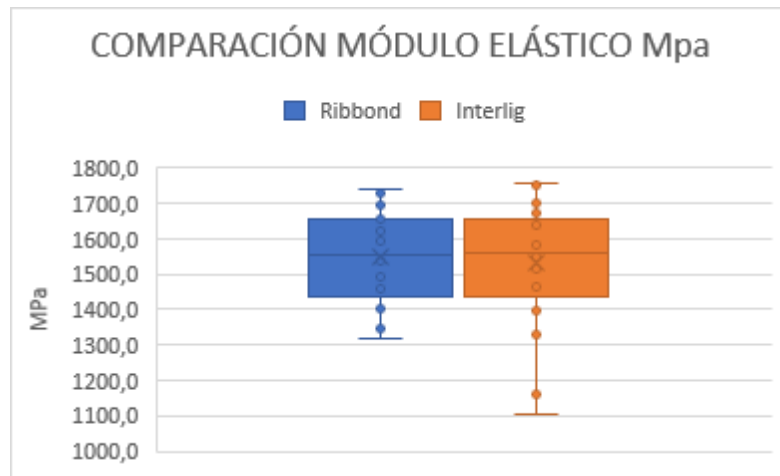
Gráfica no. 2. Comparación del porcentaje de deformación para los dos grupos estudiados.

9.3. MÓDULO ELÁSTICO

Para el grupo de láminas de resina reforzadas con fibras Ribbond, el promedio del módulo elástico correspondió a 1550.72 Mpa, con un valor mínimo de 1319.66 Mpa

y un valor máximo de 1742.23 Mpa (gráfica no. 3). Para el grupo de láminas de resina reforzadas con fibras Interlig, el promedio del módulo elástico fue de 1529.86 Mpa, con un valor mínimo de 1105.07 Mpa y un valor máximo de 1756.80 Mpa. (gráfica no. 3). Los dos grupos presentaron distribución normal de datos para el módulo elástico, según la prueba Shapiro-Wilk (tabla no. 4). Comparando las medias del módulo elástico de los dos grupos estudiados, hubo diferencia; sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0.66$). El promedio del módulo elástico del grupo de láminas de resina reforzadas con fibras Ribbond fue 20.86 Mpa mayor respecto al grupo de láminas de resina reforzadas con fibras Interlig, (tabla no. 3).

Gráfico 3. Comparación del módulo elástico para los dos grupos estudiados



Gráfica no. 3. *Comparación del módulo elástico para los dos grupos estudiados.*

10. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar la resistencia flexural, deformación, y módulo elástico de dos grupos de fibras: fibras de polietileno trenzadas (Ribbond®) y fibras de vidrio trenzadas (Interlig®), en láminas de resina fluida con cada tipo de fibra interpuesta entre la resina fluida. El grupo de estudio encontró que, en cuanto a la resistencia flexural, el grupo Interlig (64,11 MPa) fue el que presentó el mayor promedio en comparación con el grupo Ribbond (64,01 Mpa), sin observarse diferencias estadísticamente significativas ($p=0,974$). Estos datos concuerdan con el estudio de Medeiros R. realizado en 2012, en el que comparó composites reforzados con 1 y 2 capas de fibras de polietileno y vidrio (Ribbond® e Interlig®, respectivamente). El composite reforzado con 2 capas de fibras Interlig® tuvo una resistencia a la flexión mayor en comparación a las fibras Ribbond® con 1 o 2 capas. La resistencia a la flexión promedio del composite reforzado con dos capas de fibras Interlig® correspondió a 165.4 Mpa y el composite reforzado con dos capas de fibras Ribbond tuvo una resistencia a la flexión de 126.2 Mpa (28). Por otra parte, existen estudios que afirman que las fibras de polietileno presentan mayor resistencia a la flexión frente a las fibras de vidrio. El estudio de Gaspar Junior et al. comparó la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad de dos sistemas de fibras de refuerzo: fibras de refuerzo de vidrio (Interlig - Angelus®) y polietileno (Connect - KerrLab®) y encontró que las fibras de polietileno en doble capa tenían una mayor resistencia a la flexión en comparación con todas las demás combinaciones probadas (Interlig con una y dos capas, Connect con 2 capas) (29).

En el estudio actual, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,720$) al comparar el porcentaje de deformación entre los grupos, aunque se observó que el grupo de fibras Ribbond presentó el valor más alto (4,64% vs 4,55% respectivamente). Para los valores del módulo elástico se evidenció un mayor valor para el grupo de fibras Angelous (1529,86Mpa) en comparación con el grupo de Fibras Ribbond (1550,72Mpa), pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0,663$). Esto indica que las propiedades físico-mecánicas son similares para los dos tipos de fibras, y que las fibras de vidrio o de polietileno tendrían el mismo comportamiento mecánico como refuerzo para composites, según este estudio. Se podría discutir que los resultados sugieren que tanto las fibras Ribbond como las fibras Interling son adecuadas para su uso en aplicaciones de resistencia flexural. Además, se podría destacar que las fibras Ribbond tienen un módulo elástico mayor que las fibras Interlig, esto indica que las fibras Ribbond tienen una mayor capacidad de resistencia a la deformación, lo que podría ser una ventaja en ciertas aplicaciones; mientras que el grupo de fibras Interlig® presentó una resistencia flexural mayor que las fibras Ribbond® lo que podría ser una ventaja en otras aplicaciones. En general, se podría concluir que la elección entre las fibras Ribbond® e Interlig® dependerá de las necesidades específicas de cada aplicación. No obstante, estos resultados comparativos son un acercamiento al comportamiento de las fibras Ribbond® y fibras Interlig® como refuerzo de resina fluida, se hace necesario seguir evaluando este comportamiento con mayores estudios al respecto para dar resultados más fuertes y certeros.

Las restauraciones de resina compuesta que contienen refuerzos con fibras han sido introducidas en el campo odontológico con el fin de lograr un aumento y duración de las mismas, mejorar su rigidez y mejorar la distribución de las fuerzas a lo largo de las fibras (30). La resistencia a la flexión de la estructura dental tiene un importante aumento cuando se usan resinas compuestas reforzadas con fibras, esto ha hecho que se considere el uso de resina compuesta para cavidades extensas (30). La aplicación de fibras como refuerzo en restauraciones dentales aumenta considerablemente la resistencia a la fractura de los dientes posteriores cuya estructura se encuentra debilitada, tal como en cavidades clase II. En especial, la fibra de polietileno Ribbond posee un módulo elástico alto, presenta buena resistencia por su buena integración de las fibras con la resina compuesta, llevando las restauraciones a una mayor longevidad clínica. (31). Por otra parte, las fibras Interlig (Angelus) presentan al igual que las fibras Ribbond una disposición trenzada triaxial, con la diferencia que estas vienen preimpregnadas al momento de su uso directo. La incorporación de fibra de vidrio disminuye y homogeniza el estrés ocasionado por la carga masticatoria (32). El estudio de Caceres M. muestra que las fibras de vidrio Interlig de Ángelus como refuerzo para composites aumentan significativamente la resistencia compresiva frente a composites sin refuerzos y que comparando la resistencia compresiva de los grupos de estudio se ha demostró que el refuerzo con fibra de vidrio mejoró la resistencia compresiva en un 82.83%, siendo esta diferencia estadísticamente significativa (32)

Existen estudios que concuerdan que, entre los materiales como refuerzo para restauraciones dentales, la fibra de polietileno en comparación a la fibra de vidrio presenta mayores valores de resistencia a la fractura. Say et al. en su estudio evaluó el comportamiento a la fractura de restauraciones reforzadas con diversas técnicas reforzadas. Comparó refuerzos de fibras de polietileno y fibras de vidrio en terceros molares mandibulares con preparaciones MOD realizadas in-vitro. Encontró que, entre todos los grupos restaurados, la ferulización transcoronal con fibras de polietileno produjo la mejor resistencia a la fractura superando ligeramente los valores de los dientes intactos, sin existir diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos reforzados con fibras Ribbond. Por lo tanto, el uso de fibras de polietileno parece ser beneficioso, independientemente de su posición dentro de la cavidad o de la restauración (3).

Patnana et al. en su estudio evaluó la resistencia a la fractura de composites reforzados con fibras de polietileno (Ribbond, Ribbond INC, Seattle, Washington, EE. UU) y de vidrio (Fiber-Splint, Polydentia SA, Suiza), para lo cual prepararon fracturas incisales y mesoincisorales de incisivos centrales maxilares y realizaron las restauraciones reforzadas con las fibras ya descritas. Se aplicó una carga de fatiga por compresión con una punta de carga de 1 mm de diámetro de cruceta, a una velocidad de 1 mm por minuto en máquina de prueba Universal (capacidad de 250 KN y marca Instron). Los composites reforzados con fibra de polietileno mostraron valores máximos medios de carga de falla máxima en comparación con los otros grupos experimentales (33).

El valor de la resistencia flexural establecido por la norma ISO 4049 de 2019 (16) para materiales de restauración a base de polímeros y materiales de fijación, cuyo fraguado requiere de la aplicación de energía de una fuente externa como la luz azul de manera intraoral (tipo 2, clase 2 – grupo 1, según la norma ISO 4049), el valor mínimo establecido para la resistencia flexural es de 50Mpa. Los dos grupos estudiados superan este valor mínimo en un 14.01 Mpa para el grupo de láminas de resina reforzadas con fibras Ribbond, y en un 14.11 Mpa para el grupo de láminas de resina reforzadas con fibras Interlig. Se hace necesario comparar la resistencia flexural de estos dos grupos frente a un grupo control que contenga únicamente resina fluida sin ningún tipo de refuerzo, para evaluar la mejora en la resistencia flexural con la presencia de refuerzos con fibras de polietileno y de vidrio.

Esta investigación presenta fortalezas y debilidades. Dentro de las debilidades se encuentra el hecho de que las mediciones de resistencia flexural, el porcentaje de deformación y el Módulo elástico se realizaron en láminas de resina fluida que, aunque cumplieran con la norma ISO 4049 de 2019, estas laminas no simulan las características funcionales de los dientes naturales. Por esto, se hace necesario que estas propiedades mecánicas sean evaluadas en modelos anatómicos que simulen estas características lo cual aportaría una información relevante para la práctica clínica. A la fecha son pocos los estudios que comparan las fibras Ribbond y las fibras Interlig entre sí, so que confiere al estudio una gran validez como punto de partida en esta línea de investigación.

11. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio muestran que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre la resistencia flexural, el porcentaje de deformación y el módulo elástico entre las fibras Ribbond® e Interlig®.

Las fibras Ribbond® tienen un módulo elástico y un porcentaje de deformación mayor que las fibras Interlig®, mientras que las fibras Interlig tienen una resistencia flexural mayor que las fibras Ribbond®.

La resistencia a la flexión promedio para las fibras Ribbond® fue de 64,01 MPa con una desviación estándar de 8,90 Mpa, mientras que para las fibras Interlig® fue de 64,11 MPa con una desviación estándar de 11,10Mpa.

El porcentaje de deformación promedio para las fibras Ribbond® fue del 4,64% con una desviación estándar de 0,86%, mientras que para las fibras Interlig® fue del 4,55% con una desviación estándar de 0,75%.

El módulo elástico promedio para las fibras Ribbond® fue de 1550,72 MPa con una desviación estándar de 128,82 Mpa, mientras que para las fibras Interlig® fue de 1529,86 MPa con una desviación estándar de 175.13Mpa.

La prueba Shapiro-Wilk confirmó que existe una distribución normal para todos los datos.

En general, el estudio sugiere que tanto las fibras Ribbond® como Interlig® tienen un rendimiento similar en términos de resistencia a la flexión, deformación y módulo elástico; y que ambos tipos de fibras son adecuados para su uso en aplicaciones de resistencia flexural.

12. RECOMENDACIONES

Se recomienda considerar los resultados de resistencia flexural, deformación y módulo elástico para las fibras Ribbond® e Interli®g al tomar decisiones o realizar comparaciones.

Se recomienda evaluar las diferencias entre las fibras Ribbond® e Interlig® en términos de resistencia flexural, deformación y módulo elástico para determinar cuál de ellas es más adecuada para un determinado uso o aplicación.

Evaluar la resistencia mecánica de los materiales utilizados en odontología es necesario para obtener tratamientos exitosos. Es importante estudiar en próximas investigaciones el comportamiento mecánico de los refuerzos con fibras de vidrio (Interlig) y de polietileno (Ribbond) para resinas compuestas a lo largo del tiempo, pues el éxito de un tratamiento odontológico es garantizar su durabilidad. Por tanto, se recomienda seguir por la misma línea de investigación, realizando estudios de tipo *in-vitro* e *in-vivo*, en el tiempo.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mergulhão VA, De Mendonça LS, De Albuquerque MS, Braz R. Fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars restored with different methods. *Oper Dent*. 2019;44(1):E1–11.
2. Mangoush E, Garoushi S, Lassila L, Vallittu PK, Säälynoja E. Effect of fiber reinforcement type on the performance of large posterior restorations: A review of in vitro studies. *Polymers (Basel)*. 2021;13(21):1–12.
3. Sáry T, Garoushi S, Braunitzer G, Alleman D, Volom A, Fráter M. Fracture behaviour of MOD restorations reinforced by various fibre-reinforced techniques – An in vitro study. *J Mech Behav Biomed Mater [Internet]*. 2019;98(July):348–56. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2019.07.006>
4. M. Ganesh and Shobha Tandon. Versatility of Ribbond in Contemporary Dental Practice. *Trends Biomater. Artif. Organs*. 2006;20(1), 53-58
5. Tuloglu N, Bayrak S, Tunc ES. Different clinical applications of bondable reinforcement ribbond in pediatric dentistry. *Eur J Dent*. 2009 Oct;3(4):329-34. PMID: 19826607; PMCID: PMC2761166.
6. Angelus. Productos Angelus (Internet). Disponible en: <https://angelus.ind.br/produto/interlig/?lang=es>
7. Angelus. Interlig fibra de refuerzo (Internet). Disponible en: <https://angelus.ind.br/assets/uploads/2020/09/Perfil-Tecnico->

8. Belli S, Eskitascioglu G. BIOMECHANICAL MATERIAL PROPERTIES AND CLINICAL USE OF A POLYETHYLENE FIBRE POST - CORE. 8(3).
9. Authorized FDA. Interlig.
10. Jakab A, Volom A, S  ry T, Vincze-Bandi E, Braunitzer G, Alleman D, et al. Mechanical Performance of Direct Restorative Techniques Utilizing Long Fibers for “Horizontal Splinting” to Reinforce Deep MOD Cavities—An Updated Literature Review. *Polymers (Basel)*. 2022;14(7).
11. Rashidan N, Esmaeili V, Alikhasi M, Yasini S. Model system for measuring the effects of position and curvature of fiber reinforcement within a dental composite. *J Prosthodont*. 2010;19(4):274–8.
12. 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;82(March):235–8.
13. Khan S, Sitlani M, Pandey S, Singh SK, Mishra P, Narang A. To Study Fracture Resistance of Interligtm Glass Fiber Orientation and Placement on Large Class II Cavities in Maxillary Premolars: An in Vitro Study. *Dental Journal* n.d.;4.)
14. Agrawal V, Shah A, Kapoor S. Effect of fiber orientation and placement on fracture resistance of large class II mesio-occluso-distal cavities in

maxillary premolars: An in vitro study. J Conserv Dent. 2022;25(2):122–7.

15. Riva YR, Rahman SF. Dental composite resin: A review, Padang, Indonesia: 2019, p. 020011. <https://doi.org/10.1063/1.5139331>.
16. Velo MMDAC, Coelho LVBF, Basting RT, Amaral FLBD, França FMG. Longevity of restorations in direct composite resin: literature review. RGO, Rev Gaúch Odontol 2016;64:320–6. <https://doi.org/10.1590/1981-8637201600030000123109>.
17. Bompolaki D, Lubisich EB, Fugolin AP. Resin-Based Composites for Direct and Indirect Restorations. Dental Clinics of North America 2022;66:517–36. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2022.05.003>.
18. Thomaidis S, Kakaboura A, Mueller WD, Zinelis S. Mechanical properties of contemporary composite resins and their interrelations. Dental Materials 2013;29:e132–41. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.04.025>.
19. RODRIGUEZ G Douglas R, PEREIRA S Natalie A. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta odontol. venez [Internet]. 2008 Dic [citado 2023 Nov 11] ; 46(3): 381-392. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026&lng=es.
20. DeCS/MeSH Descriptores en ciencias de la salud. Resistencia flexional (internet). (Citado 10 Nov 23). Disponible en:

<https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=57598>

21. Regalado Camacho. Resistencia flexural entre dos tipos de resina tetric-n ceram bulk fill y filtek bulk fill 3m [Internet]. 2019-09-10 [citado el 10 de Noviembre de 2023]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44263>
22. ISO 4049:2019. Dentistry — Polymer-based restorative materials. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/67596.html>
23. DeCS/MeSH Descriptores en ciencias de la salud. Modulo de elasticidad (internet). (Citado 10 Nov 23). Disponible en: https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=53291&filter=ths_termall&q=modulo%20elastico
24. Zhang Y-R, Du W, Zhou X-D, Yu H-Y. Review of research on the mechanical properties of the human tooth. Int J Oral Sci 2014;6:61–9. <https://doi.org/10.1038/ijos.2014.21>.
25. Durán Neira PA, Valdivieso Tacto N. Ribbond® como fibras de refuerzo en la rehabilitación post endodóntica: Ribbond® as reinforcing fibers in post endodontic rehabilitation. EOUG 2023;6:63–77. <https://doi.org/10.53591/eoug.v6i2.2183>.
26. Belli S, Eskitascioglu GÜ. Biomechanical properties and clinical use of a polyethylene fibre post-core material. International Dentistry South Africa. 2006;8(3):20-6.
27. Ribbond. Ribbond cinta de refuerzo adhesiva (Internet). (Citado 10 Nov 23). Disponible en: <https://www.royal->

dent.com/fotosup/infoAdicional/3908-ManualRibbond.pdf

28. Medeiros RS. Resistência à flexão, sorção, solubilidade e estabilidade de cor de compósitos odontológicos reforçados por fibras. Mestrado em Materiais Dentários. Universidade de São Paulo, 2012. <https://doi.org/10.11606/D.23.2012.tde-14012013-145358>.
29. Gaspar Junior ADA, Lopes MWF, Gaspar GDS, Braz R. Comparative study of flexural strength and elasticity modulus in two types of direct fiber-reinforced systems. Braz Oral Res 2009;23:236–40. <https://doi.org/10.1590/S1806-83242009000300003>
30. Valizadeh S, Ranjbar Omrani L, Deliperi S, Sadeghi Mahounak F. Restoration of a Nonvital Tooth with Fiber Reinforce Composite (Wallpapering Technique). Case Reports in Dentistry 2020;2020:1–6. <https://doi.org/10.1155/2020/9619787>.
31. Hurtado Montero W. Aplicaciones de las fibras de polietileno en restauraciones dentales (tesis de pregrado). Guayaquil, Ecuador: 2021.
32. Caceres M. Estudio comparativo de la resistencia a la compresión entre resinas de laboratorio con y sin refuerzo de fibra de vidrio (Tesis de pregrado. Arequipa, Perú: 2018.
33. Patnana AK., Rao VVN, Chandrabhatla SK, Rajasekhar VR. Comparative Evaluation of the Fracture Resistance of Two Different Fiber-reinforced Composite Restorations with Particulate Filler Composite Restorations. International Journal of Clinical Pediatric

Anexos.

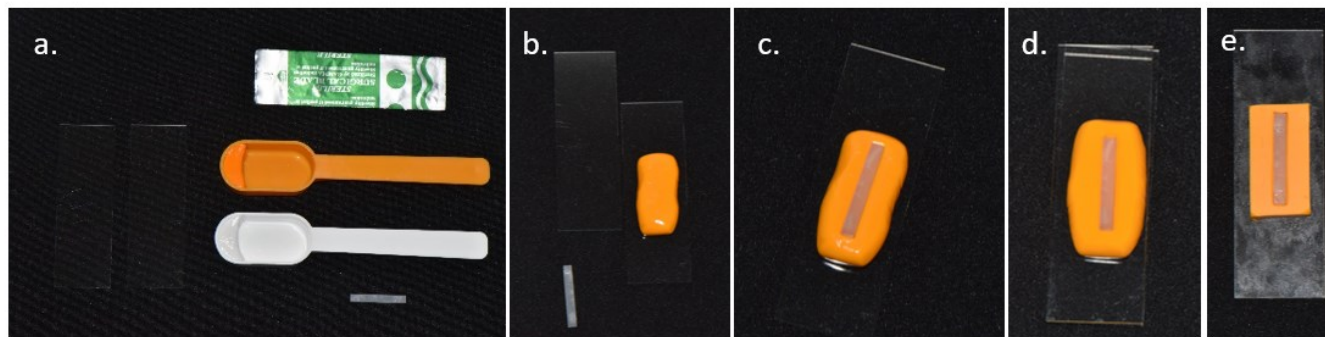


Fig 1

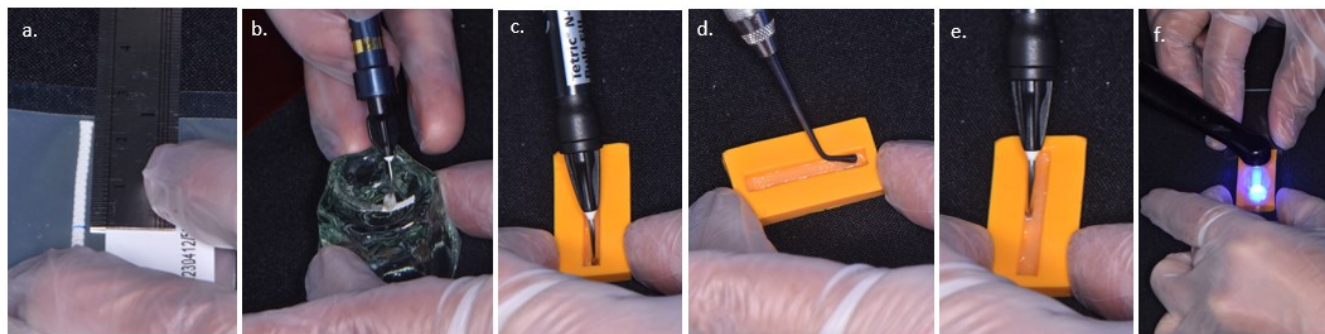


Fig 2

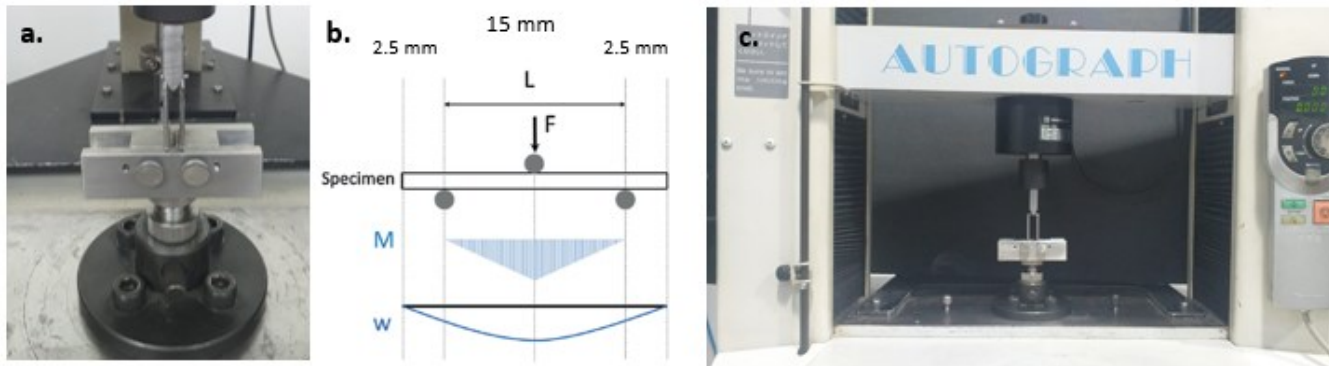


Fig 3

Tabla 1

Ribbond				Interlig			
n	Resistencia flexural (Mpa)	Deformación (%)	Módulo elástico (Mpa)	n	Resistencia flexural (Mpa)	Deformación (%)	Módulo elástico (Mpa)
1	70,0716	6,03	1363,56	1	53,0404	4,212	1397,96
2	66,1719	5,796	1319,66	2	50,0586	3,42	1580,67
3	71,6016	5,274	1492,55	3	74,5964	4,968	1701,86
4	63,9714	4,608	1554,86	4	69,6354	4,896	1514,45
5	61,5625	4,59	1539,03	5	65,3646	5,094	1328,26
6	65,1172	5,742	1344,37	6	57,2721	3,888	1519,55
7	60,4883	3,852	1695,94	7	52,7018	3,312	1647,55

8	59,9609	4,014	1653,97	8	55,6055	4,896	1105,07
9	50,2865	3,726	1403,88	9	70,0911	5,058	1466,22
10	62,1419	4,626	1621,57	10	53,6849	3,42	1657,33
11	43,7044	3,276	1419,43	11	69,9284	4,968	1558,16
12	70,0977	5,04	1551,77	12	77,168	5,616	1673,29
13	71,2826	5,148	1596,5	13	49,1406	3,204	1638,42
14	55,5599	3,708	1608,78	14	79,0234	4,95	1756,8
15	53,7174	3,582	1707,94	15	68,8281	5,076	1469,56
16	69,707	4,212	1742,23	16	82,2656	5,31	1749,63
17	57,0703	3,51	1729,9	17	76,4258	5,418	1598,96
18	62,207	4,302	1510,74	18	61,5495	4,554	1401,56
19	72,5846	5,04	1653,86	19	59,1927	3,852	1649,58
20	79,401	5,364	1596,16	20	74,5313	4,932	1550,6
21	77,5911	5,922	1458,52	21	46,3086	4,428	1161,55
Promedio	64,0141	4,63629	1550,72	Promedio	64,1149	4,54629	1529,86
DS	8,90286	0,86328	128,816	DS	11,1049	0,7465	175,127

Tabla 2

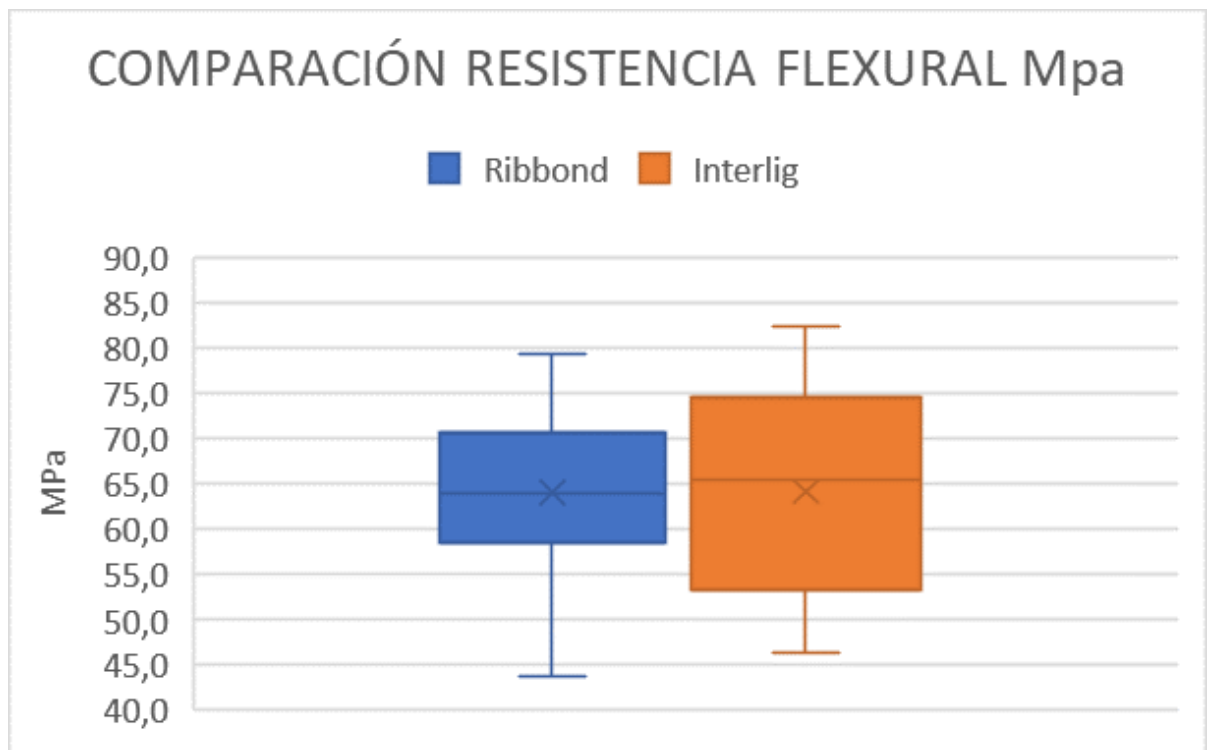
	Ribbond (n=21)	Interlig (n=21)	Valor p
Resistencia Flexural			
Promedio±DS	64,01±1,94	64,11±2,42	0,974
Mediana (min-max)	63,97 (43,7-79,4)	65,36 (46,31-82,27)	
Deformación (%)			
Promedio±DS	4,64±019 4,61 (3,28-6,03)	4,55±0,16 4,90 (3,20-5,62)	0,720

Mediana (min-max)			
Módulo Elástico (Mpa)	1550,72±28,11	1529,86±38,22	0,663
Promedio±DS	1554,86 (1319,66-	1558,16 (1105,07-1756,80)	
Mediana (min-max)	1742,23)		

Tabla 3

Variable	SW p-value
Resistencia flexural (Mpa)	0,697
	0,075
Deformación (%)	0,168
	0,223
Módulo elástico (Mpa)	0,404
	0,074

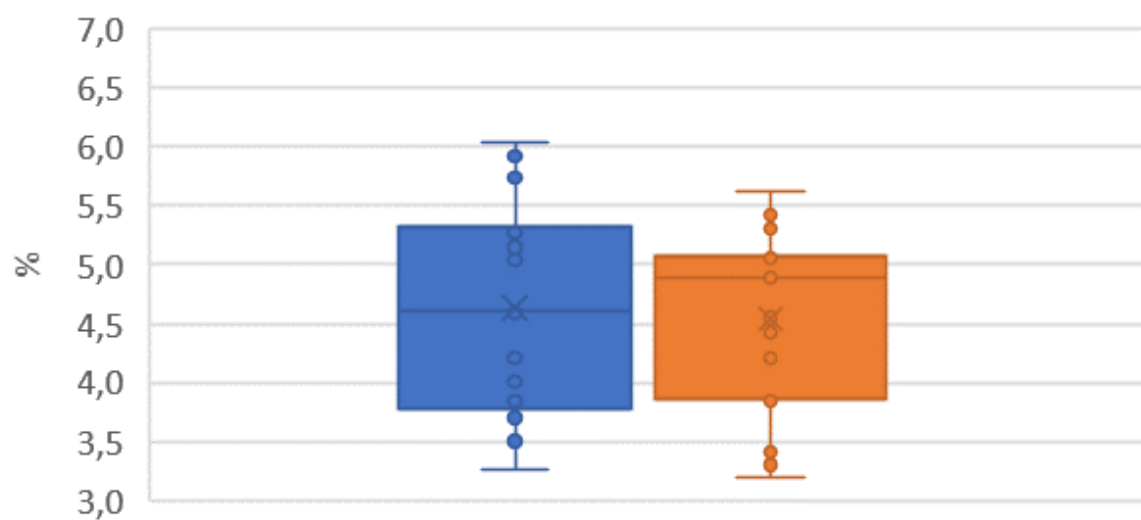
Grafica 1



Gráfica 2

COMPARACIÓN DEFORMACIÓN %

■ Ribbond ■ Interlig



Gráfica 3

