



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

TESIS

**Resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas
con circonio utilizados en Perú - 2021**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
CIRUJANO DENTISTA**

AUTOR:

BACH. HERNÁN ALEJANDRO TORRES SANDOVAL

ASESOR:

MG. CUEVA BUENDIA, LUIS ALBERTO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
BIOMATERIALES Y AVANCES TECNOLÓGICOS**

HUANCAYO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Con mucho amor dedico esta tesis a Dios, a mis padres Hernán y Sofía, porque ellos son la motivación de mi vida.

Hernán Alejandro

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, por habernos aceptado y culminar con esta etapa tan importante.

Quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este gran reto e hicieron posible este sueño, aquellos que junto a mí caminaron en todo momento. Esta mención en especial a Dios, mis padres. Muchas gracias a ustedes por demostrarme que “la vida está lleno de retos y debemos alcanzarlo siempre”

Al Mg. CD. Mayck Erick, Peralta De La Peña, Director de la Escuela Profesional de Estomatología - UPH “Franklin Roosevelt”

A nuestro asesor Mg. C.D. Luis Alberto Cueva Buendía, por habernos guiado, en la elaboración de este trabajo de titulación, porque nos brindó el apoyo.

PÁGINA DEL JURADO

Dr. Bonilla Cairo, Pablo Ivantiago

Presidente

Mg. Travesaño Arteaga, Oscar Raúl

Secretario

Mg. Cueva Buendía, Luis Alberto

Vocal

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

HERNAN ALEJANDRO TORRES SANDOVAL identificado con DNI 42035221, estudiante del programa especial de titulación de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, con la tesis titulada. “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CUATRO RESINAS COMPUESTAS NANOHIBRIDAS CON CIRCONIO UTILIZADOS EN PERÚ – 2021”. Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citar y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada, ni total, ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada, ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificar la falta de fraude (datos falsos), plagios (información sin citar autores), auto plagio (presentación como, nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado). Piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mis acciones se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt.

Noviembre 2021



Bach. Torres Sandoval Hernán Alejandro

DNI: 42035221

ÍNDICE

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MÉTODO	29
2.1. Tipo y diseño de investigación	29
2.2. Operacionalización de variables	27
2.3. Población, muestra y muestreo	32
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	31
2.5. Procedimiento	33
2.6. Método de análisis de datos	35
2.7. Aspectos éticos	35
III. RESULTADOS	36
IV. DISCUSIÓN.....	45
V. CONCLUSIONES.....	52
VI. RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	55
ANEXOS.....	62

RESUMEN

El objetivo de esta investigación, se centró en comparar la resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú en el año 2021. El estudio respondió a un diseño experimental in vitro, prospectivo, se encuentra dentro del tipo de investigación aplicada. La muestra estuvo conformada por 40 cilindros de 4mm de diámetro por 10 mm de alto; dividida en 4 grupos de resinas compuestas nanohíbridas con circonio; las cuales fueron Forma® Ultradent, Vitra® de FGM, Estelite® Alpha de Tokuyama y Palfique® 5XL de Tokuyama. Los datos fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS. Se utilizaron las pruebas estadísticas de Kolmogorov Smirnov para la normalidad y la prueba de ANOVA, como la prueba de Tukey para la relación entre dos grupos. Los resultados develaron un 95% de nivel de confianza y una significancia de $\alpha=0.05$ con la prueba de análisis de varianza (ANOVA), se evidenció un $p=0.082 > 0.05$; por lo que no se refleja significancia estadística, constatándose una mayor resistencia numérica en la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Forma® Ultradent con un 216.26 Mpa. Se concluye que todas las resinas odontológicas utilizadas en Perú presentan la misma resistencia compuestas nanohíbridas con circonio.

Palabras Clave: Resinas compuestas, circonio, resistencia compresiva, odontología restauradora.

ABSTRACT

The objective of this research was focused on comparing the compressive strength of four nanohybrid composite resins with zirconium used in Peru in 2021. The study responded to a prospective in vitro experimental design, it is within the type of applied research. The sample consisted of 40 cylinders of 4mm diameter by 10mm high; divided into 4 groups of nanohybrid composite resins with zirconium; which were Forma® Ultradent, Vitra® from FGM, Estelite® Alpha from Tokuyama and Palfique® 5XL from Tokuyama. The data were analyzed using the SPSS statistical program. The Kolmogorov Smirnov statistical tests for normality and the ANOVA test, such as Tukey's test, were used for the relationship between two groups. The results revealed a 95% confidence level and a significance of $\alpha = 0.05$ with the analysis of variance test (ANOVA), a $p = 0.082 > 0.05$ was evidenced; Therefore, no statistical significance is reflected, with a higher numerical resistance being verified in the nanohybrid composite resin with zirconium from Forma® Ultradent with a 216.26 Mpa. It is concluded that all the dental resins used in Peru have the same resistance, nanohybrid compounds with zirconium.

Key Words: Composite resins, zirconium, compressive strength, restorative dentistry.

I. INTRODUCCIÓN

Respecto a la realidad problemática, se considera pertinente exponer los fundamentos teóricos que posibiliten la comprensión del tema de la investigación. En tal sentido, es oportuno destacar que con el transcurso del tiempo se ha ido perfeccionando el instrumental estético. Ello ha condicionado un nuevo enfoque y conducta terapéutica, centrada en la preservación del tejido dentario sano, desgastando de forma única el tejido dentario enfermo; con la implementación de terapéuticas dirigidas a la restauraciones adheridas, directas o indirectas.

Esta concepción a la que se ha hecho alusión, prevé lograr preparaciones dentarias más conservadoras. En tal sentido, desempeña un rol esencial la efectividad de la adhesión al tejido remanente de los biomateriales utilizados. Se ha reconocido, que el éxito de la práctica clínica dependerá esencialmente del conocimiento de las características y propiedades de los sustratos, de los adhesivos. Por esta razón, constituye un factor decisivo la comprensión del mecanismo de adhesión de este tipo de materiales de elevada estética¹.

Se ha señalado, que la Odontología restauradora ha evidenciado una evolución, transformación, desarrollo y crecimiento tecnológico desde la aparición de las resinas compuestas. Ello ha conducido a considerables contribuciones, siendo la más relevante la reparación del tejido dental enfermo o perdido. Con este proceder, se favorece la preservación de piezas dentarias enfermas; se recupera su función y se obtienen mejores resultados estéticos².

Es pertinente señalar, que la evolución del composite ocurre a partir de las aspiraciones e intenciones de alcanzar mejorías en las propiedades físicas, mecánicas, adhesión y estética. Las primeras resinas creadas fueron las de macropartículas. En la actualidad se cuenta con las resinas compuestas nanohíbridas³. La propiedad más relevante puede ser mecánica, por concepto se aprecia la resistencia de los materiales hacia las fuerzas masticatorias⁴. En tal sentido, es necesario reconocer que, para garantizar el éxito clínico, se deben dominar las técnicas de resina. Una de las más utilizadas es la técnica incremental, generalmente

seleccionada para dientes posteriores. Entre sus especificidades se señala, que incrementa el tiempo terapéutico, ya que se realiza con mayor número de pasos operatorios⁵.

En relación a ello, se destaca que hay mayor innovación, las resinas nanohíbridas no son ajenas y evolucionan. En el mercado, existen resinas nanohíbridas para restauraciones de piezas dentales posteriores en un solo incremento. En tal sentido, persiste un sesgo, sin validar sobre bases científicas, que permita asegurar si su fotopolimerización es óptima (adecuada resistencia mecánica) en grandes incrementos. Ante este hecho, es recurrente la interrogante cómo será el comportamiento de estos materiales al ser utilizados⁶. En cuanto a la función de acoplamiento, no existen evidencias considerables que aseveren que la inclusión de cargas de nano-circonio acondicionadas con tensio-activos, puede aumentar la propiedad mecánica de los composites a base de Bis-GMA⁷.

Existe un número limitado de investigaciones sobre las resinas nanohíbridas de nueva generación con aditamentos de circonio, que otorgan resultados de gran dureza oponiendo elevada resistencia al desgaste. Se ha develado, que la de relleno inorgánico de circonio sílica le otorga mayor resistencia a la compresión, comparándolas a partir de sus tres propiedades fundamentales física, mecánica y clínicas, con otras resinas, como la Palfique® 5XL.

El análisis de los fundamentos expuestos, conduce a concretar el propósito del presente estudio dirigido a, comparar la resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizadas en Perú. En igual sentido, se determinará la resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Forma® Ultradent, Vitra® de FGM, Estelite® de Tokuyama y Palfique® 5XL de Tokuyama; siendo estas las más usadas⁷.

A continuación, se presentan los antecedentes nacionales relacionados con la investigación.

Tejada P. et al. (2020)¹⁴. Estos autores, se propusieron relacionar la resistencia a la compresión de las resinas dentales de nanopartículas y suprananopartículas en Chachapoyas durante el año 2018. Para concretar dicho propósito realizaron una investigación cuantitativa, de nivel aplicativo comparativo, observacional, prospectivo, transversal y analítico. La muestra estuvo conformada por 8 probetas de resina de nanopartículas y 8 de resinas de supra-nano-partículas. Para el análisis de los datos y la recolección de estas resinas, se utilizó una máquina universal de ensayos Metrotest. El análisis estadístico se auxilió de las pruebas

estadísticas de Shapiro–Will para evaluar normalidad. Para contrastar las hipótesis se aplicó la prueba estadística T Student, con una significancia de $p < 0.05$ y nivel de confianza de 95%. En los resultados se develó que la resina de nanopartículas posee mayor resistencia a la compresión, con un promedio de 148.47. La resina de suprananopartículas alcanzó un promedio de 92.09 Mpa. Los investigadores constataron, que las resinas de nanopartículas obtuvieron una resistencia superior a la compresión, comparándolas con las resinas compuestas de suprananopartículas¹⁷.

Borja y Loyola. (2018)¹⁵. Los investigadores realizaron un estudio con el objetivo de comparar in vitro la resistencia a la compresión y resistencia flexural de resinas Bulk Fill (Opus™ Bulk Fill, Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Bulk Fill). Para concretar dicho propósito confeccionaron 132 especímenes dividido en los siguientes grupos: Grupo 1/Grupo 5: Opus™ Bulk Fill, Grupo 2/Grupo 6: Tetric® N-Ceram Bulk Fill, Grupo 3/Grupo 7: Filtek™ Bulk Fill y Grupo 4/Grupo 8: Filtek™ Z350XT y grupo control. Utilizaron 56 cilindros de 3x5mm con la finalidad de analizar la resistencia a la compresión, los cuales se conformaron en 4 grupos de 14 cada uno G1, G2, G3 y G4. Se auxiliaron de 76 muestras de forma rectangular, con la intención de analizar la resistencia a la flexión, repartidos en 4 grupos, 19 por cada uno: G5, G6, G7 y G8. Se utilizó un equipo de ensayo universal Instron® con una carga de 100kN a 1mm/1min para la resistencia compresiva, y una velocidad de 1mm/1min para la resistencia flexural. Las pruebas estadísticas utilizadas para el análisis de los datos fueron el test de Kruskal Wallis con prueba Pos Hoc.

Los resultados obtenidos indicaron que la resistencia a la compresión, se mostró de la siguiente manera G1 (141.68 MPa \pm 22.20), G2 (139.03 MPa \pm 23.56), G3 (235.59 MPa \pm 26.08) y G4 (99.28 MPa \pm 11.36). Se constataron diferencias estadísticamente significativas entre todas las resinas evaluadas ($p < 0.001$). En caso de la resistencia flexural los resultados fueron: G5 (116.29 MPa \pm 7.20), G6 (109.67 MPa \pm 7.58), G7 (200.53 MPa \pm 10.32) y G8 (90.08 MPa \pm 8.63). Estos datos mostraron diferencias estadísticamente significativas entre todas las resinas evaluada ($p < 0.001$). En las conclusiones se enfatizó en que la resina Filtek™ Bulk Fill mostró mayor resistencia a la compresión y flexural en relación a las resinas evaluadas¹⁵.

Acurio P. et al. (2017) ¹⁶. Los mencionados autores compararon la resistencia compresiva de 2 resinas tipo Bulk fill y 2 resinas convencionales. Para cumplir con dicho propósito optaron por un diseño experimental in vitro. La muestra estuvo conformada por 136 cilindros de 2mm y 4mm, los cuales se dividieron en 8 grupos (n=17). Para la prueba de compresión se utilizó el equipo universal para ensayo mecánico Instron® modelo 3382 - USA. Las muestras cilíndricas se colocaron de forma perpendicular a la base (modelo T489-74- USA), acopladas con la finalidad de realizar la prueba. Se aplicó carga constante de 100KN con una velocidad de desplazamiento fijo de 1.0mm/ min en el centro del diámetro del material, hasta el momento de fractura. Para el análisis estadístico recurrieron a las pruebas de ANOVA, Kruskal Wallis, T Student y U de Mann Whitney.

En los resultados se pudo apreciar que el material Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill obtuvo una media de 310,06 de 4x2mm, y en el otro caso una media de 303,87 de 4x4mm; mostrando una resistencia compresiva más alta que SonicFill. En el caso de los materiales convencionales, Filtek Z250 XT, se apreció una media de 295,9 en muestras de 4x2mm, y una media de 289,7 en muestras de 4x4mm obteniendo mayor resistencia compresiva que el Te-Econom Plus. En la comparación entre todos los grupos, Tetric N-Ceram Bulk Fill se percibieron valores de compresión mayor en los dos grosores de 4x2mm con 0,122 y en el caso de 4x4mm de 0,333, presentando diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,001^*$ para 4x2mm, y $p = 0,004$ para 4x4mm. En las conclusiones se develó que el composite Tetric N-Ceram Bulk Fill, posee mayor ventaja para las curaciones del sector posterior, por sus propiedades mecánicas de resistencia compresiva; siendo más alta que la apreciada en otros composites evaluadas en la referida investigación¹⁶.

Cosio H. et al. (2016) ¹⁷. Estos investigadores desarrollaron un estudio con el propósito de comparar in vitro la resistencia adhesiva a dentina de dos resinas fluidas para restauración. Se recurrió a un diseño no experimental prospectivo comparativo. La muestra estuvo conformada por 24 premolares extraídos recientemente por tratamiento de ortodoncia, seccionados de manera longitudinal con la intención de obtener dos partes lo similar posible de dentina. En uno de estas partes se colocó composite compuesta con el área de 2.5 x 5.5 mm y de 5 mm. de espesor incrementándolo a manera de capas, se utilizó el mecanismo de grabado total. En la otra parte con similares dimensiones se dispuso composite autograbante. Posteriormente estos especímenes fueron fraccionados en una caja tensional.

Los datos obtenidos se analizaron mediante la prueba estadística de T Student para muestras apareadas. Se obtuvo un promedio de $5,8350 \pm 2.06496$ MPa para el composite DYAD FLOW y un promedio de $11,0562 \pm 2.54877$ para el composite FILTEK Z350 XT. En relación a ello, se apreció una diferencia estadística significativa, destacándose el composite FILTEK Z350 XT con un puntaje superior. Estos resultados permitieron aseverar de forma conclusiva, que la resistencia adhesiva del FILTEK Z 350 XT con el protocolo de grabado total mostró mayor fuerza de adhesión a dentina que la resina DYAD FLOW utilizando un proceso autoadhesivo, siendo estas diferencias estadísticamente significativas¹⁷.

A continuación, se presentan los antecedentes nacionales relacionados con la investigación.

Tejada P. et al. (2020)⁽⁸⁾. Estos autores, se propusieron relacionar la resistencia a la compresión de las resinas dentales de nanopartículas y suprananopartículas en Chachapoyas durante el año 2018. Para concretar dicho propósito realizaron una investigación cuantitativa, de nivel aplicativo comparativo, observacional, prospectivo, transversal y analítico. La muestra estuvo conformada por 8 probetas de resina de nanopartículas y 8 de resinas de supra-nano-partículas. Para el análisis de los datos y la recolección de estas resinas, se utilizó una máquina universal de ensayos Metrotest. El análisis estadístico se auxilió de las pruebas estadísticas de Shapiro–Will para evaluar normalidad. Para contrastar las hipótesis se aplicó la prueba estadística T Student, con una significancia de $p < 0.05$ y nivel de confianza de 95%. En los resultados se develó que la resina de nanopartículas posee mayor resistencia a la compresión, con un promedio de 148.47. La resina de suprananopartículas alcanzó un promedio de 92.09 Mpa. Los investigadores constataron, que las resinas de nanopartículas obtuvieron una resistencia superior a la compresión, comparándolas con las resinas compuestas de suprananopartículas⁸.

Borja y Loyola. (2018)⁹. Los investigadores realizaron un estudio con el objetivo de comparar in vitro la resistencia a la compresión y resistencia flexural de resinas Bulk Fill (Opus™ Bulk Fill, Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Bulk Fill). Para concretar dicho propósito confeccionaron 132 especímenes dividido en los siguientes grupos: Grupo 1/Grupo 5: Opus™ Bulk Fill, Grupo 2/Grupo 6: Tetric® N-Ceram Bulk Fill, Grupo 3/Grupo 7: Filtek™ Bulk Fill y Grupo 4/Grupo 8: Filtek™ Z350XT y grupo control. Utilizaron 56

cilindros de 3x5mm con la finalidad de analizar la resistencia a la compresión, los cuales se conformaron en 4 grupos de 14 cada uno G1, G2, G3 y G4. Se auxiliaron de 76 muestras de forma rectangular, con la intención de analizar la resistencia a la flexión, repartidos en 4 grupos, 19 por cada uno: G5, G6, G7 y G8. Se utilizó un equipo de ensayo universal Instron® con una carga de 100kN a 1mm/1min para la resistencia compresiva, y una velocidad de 1mm/1min para la resistencia flexural. Las pruebas estadísticas utilizadas para el análisis de los datos fueron el test de Kruskal Wallis con prueba Pos Hoc.

Los resultados obtenidos indicaron que la resistencia a la compresión, se mostró de la siguiente manera G1 (141.68 MPa \pm 22.20), G2 (139.03 MPa \pm 23.56), G3 (235.59 MPa \pm 26.08) y G4 (99.28 MPa \pm 11.36). Se constataron diferencias estadísticamente significativas entre todas las resinas evaluadas ($p < 0.001$). En caso de la resistencia flexural los resultados fueron: G5 (116.29 MPa \pm 7.20), G6 (109.67 MPa \pm 7.58), G7 (200.53 MPa \pm 10.32) y G8 (90.08 MPa \pm 8.63). Estos datos mostraron diferencias estadísticamente significativas entre todas las resinas evaluada ($p < 0.001$). En las conclusiones se enfatizó en que la resina Filtek™ Bulk Fill mostró mayor resistencia a la compresión y flexural en relación a las resinas evaluadas⁹.

Acurio P. et al. (2017)¹⁰. Los mencionados autores compararon la resistencia compresiva de 2 resinas tipo Bulk fill y 2 resinas convencionales. Para cumplir con dicho propósito optaron por un diseño experimental in vitro. La muestra estuvo conformada por 136 cilindros de 2mm y 4mm, los cuales se dividieron en 8 grupos (n=17). Para la prueba de compresión se utilizó el equipo universal para ensayo mecánico Instron® modelo 3382 - USA. Las muestras cilíndricas se colocaron de forma perpendicular a la base (modelo T489-74- USA), acopladas con la finalidad de realizar la prueba. Se aplicó carga constante de 100KN con una velocidad de desplazamiento fijo de 1.0mm/ min en el centro del diámetro del material, hasta el momento de fractura. Para el análisis estadístico recurrieron a las pruebas de ANOVA, Kruskal Wallis, T Student y U de Mann Whitney.

En los resultados se pudo apreciar que el material Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill obtuvo una media de 310,06 de 4x2mm, y en el otro caso una media de 303,87 de 4x4mm; mostrando una resistencia compresiva más alta que SonicFill. En el caso de los materiales convencionales, Filtek Z250 XT, se apreció una media de 295,9 en muestras de 4x2mm, y

una media de 289,7 en muestras de 4x4mm obteniendo mayor resistencia compresiva que el Te-Econom Plus. En la comparación entre todos los grupos, Tetric N-Ceram Bulk Fill se percibieron valores de compresión mayor en los dos grosores de 4x2mm con 0,122 y en el caso de 4x4mm de 0,333, presentando diferencias estadísticamente significativas con un $p < 0,001^*$ para 4x2mm, y $p = 0,004$ para 4x4mm. En las conclusiones se develó que el composite Tetric N-Ceram Bulk Fill, posee mayor ventaja para las curaciones del sector posterior, por sus propiedades mecánicas de resistencia compresiva; siendo más alta que la apreciada en otros composites evaluadas en la referida investigación¹⁰.

Cosio H. et al. (2016)¹¹. Estos investigadores desarrollaron un estudio con el propósito de comparar in vitro la resistencia adhesiva a dentina de dos resinas fluidas para restauración. Se recurrió a un diseño no experimental prospectivo comparativo. La muestra estuvo conformada por 24 premolares extraídos recientemente por tratamiento de ortodoncia, seccionados de manera longitudinal con la intención de obtener dos partes lo similar posible de dentina. En uno de estas partes se colocó composite compuesta con el área de 2.5 x 5.5 mm y de 5 mm. de espesor incrementándolo a manera de capas, se utilizó el mecanismo de grabado total. En la otra parte con similares dimensiones se dispuso composite autograbante. Posteriormente estos especímenes fueron fraccionados en una caja tensional.

Los datos obtenidos se analizaron mediante la prueba estadística de T Student para muestras apareadas. Se obtuvo un promedio de $5,8350 \pm 2.06496$ MPa para el composite DYAD FLOW y un promedio de $11,0562 \pm 2.54877$ para el composite FILTEK Z350 XT. En relación a ello, se apreció una diferencia estadística significativa, destacándose el composite FILTEK Z350 XT con un puntaje superior. Estos resultados permitieron aseverar de forma conclusiva, que la resistencia adhesiva del FILTEK Z 350 XT con el protocolo de grabado total mostró mayor fuerza de adhesión a dentina que la resina DYAD FLOW utilizando un proceso autoadhesivo, siendo estas diferencias estadísticamente significativas¹¹.

A continuación, se presentan los antecedentes internacionales relacionados con la investigación.

De León M. et al. (2020)¹². En el estudio que desarrollaron, se centraron en evaluar y comparar la relación entre la resistencia de unión inmediata a esmalte y microfiltración de

dos sistemas restauradores a base de resina compuesta. La metodología utilizada se basó en un estudio experimental, con una muestra constituida por 40 terceros molares, los que se dividieron de manera aleatoria en 2 grupos comprendidos de la siguiente manera: 20 molares con curaciones con el sistema Adper Single Bond 2 + Filtek Z250 XT (3M ESPE; ST PAUL, MN, USA); y 20 molares con curaciones con el sistema Tetric N Bond + Tetric N Ceram (Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein). Cada grupo se dividió de forma uniforme, uno para la prueba de microtracción, en tanto el otro grupo se destinó para la prueba de microfiltración con un total de $n = 10$.

En los resultados obtenidos, se indicó que los promedios y la desviación estándar en cuanto a resistencia de unión a microtracción, obtuvo una media de 27.93; ± 9.55 en el caso de Adper Single Bond 2 + Filtek Z250 XT MPa, y una media 33.12; ± 8.18 MPa para Tetric N Bond + Tetric N Ceram con un $p = 0,049$. En relación con la microfiltración, no se evidenciaron diferencias estadísticas entre los diferentes grupos con un $p = 0,478$. En cuanto a la correlación, no se mostró significancia entre la resistencia de unión a la microtracción y la microfiltración ($R^2 = 0.0909$; $p = 0.196$). El estudio concluyó, que no existe relación entre los resultados de resistencia de unión y el grado de microfiltración¹².

Castillo L. (2020)¹³. Realizó un trabajo investigativo, direccionado a determinar la resistencia a la compresión de tres resinas compuestas nanohíbridas, Bulk Fill, que corresponden a Filtek™ 3M, Tetric® Evo-Ceram Ivoclar Vivadent y Admira Fusion X-tra Voco, reservados a 37° en saliva artificial por un periodo 24 horas. El estudio fue experimental in vitro, comparativo transversal, con una muestra integrada por 60 cilindros de 4x8 mm repartidos de forma uniforme en tres grupos, 20 por cada uno. Los resultados fueron analizados de forma estadística, revelando que la resistencia a la compresión del composite Filtek™ Bulk Fill obtuvo un promedio de 51,964MPa, mínima 18,30MPa y máxima 85,15 MPa. El composite de Tetric® Evo-Ceram Bulk Fill obtuvo un promedio de 111,607 MPa, mínima 77,19 MPa y máxima 185,42 MPa. En última posición se ubicó el composite de Admira Fusion X-tra Bulk Fill, el que indicó un promedio de 99,273 MPa, mínima 62,87 MPa y máxima 139,26 MPa. En las conclusiones se aseveró que el composite Tetric® Evo-Ceram obtuvo mayor resistencia compresiva en comparación con los otros composites evaluados.

Albán C. et al. (2019)¹⁴. Los mencionados autores realizaron un estudio con el propósito de comparar la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida y Bulk Fill, utilizando técnicas incremental y mono-incremental. Se optó por un diseño experimental comparativo in vitro. La muestra estuvo conformada por 4 grupos de 10 probetas de 5mm de altura por 6 mm de diámetro cada una. Los grupos se distribuyeron de la siguiente manera: grupo A (n=10) de composite convencional (nanohíbrida) mediante la técnica de aplicación incremental. El grupo B (n=10) de composite convencional (nanohíbrida) mediante la técnica de aplicación mono-incremental, El grupo C (n=10) con composite Bulk Fill con la técnica de aplicación incremental, y el grupo D (n=10) composite Bulk Fill con la técnica de aplicación mono-incremental; estas fueron sometidas a compresión hasta su fractura, en una máquina de ensayo universal.

En los resultados se demostró que la resistencia a la fractura del composite convencional con la técnica de aplicación incremental alcanzó una media de 219,998 MPa. En el caso de la técnica de aplicación mono-incremental fue de 122,771 MPa. La resistencia a la fractura del composite Bulk Fill con la técnica de aplicación incremental indicó una media de 246,433 MPa, y con técnica de aplicación mono-incremental llegó a 251,322 MPa. En las conclusiones se develó una diferencia estadística significativa entre la resistencia a la fractura del composite convencional (nanohíbrida) y composite Bulk Fill con diferentes técnicas de aplicación incremental y mono-incremental¹⁴.

Peñafiel M. et al. (2019)¹⁵. La investigación se desarrolló en el Centro de Fomento Productivo Metal-mecánico de Carrocero. Se centró en la comparación de la resistencia de las resinas híbridas, nanohíbrida y Bulk Fill a resistencia compresiva por medio de ensayos de laboratorio, para identificar la resina con mayor resistencia a la compresión. Se optó por un diseño experimental in vitro de tipo comparativo, transversal, fabricándose 30 cilindros divididos en tres grupos con medidas de 4x4mm según la norma establecida por el ISO 4049. Se utilizaron los siguientes composites Filtek Z250 3M, Filtek Z350 XT 3M y Filtek Bulk Fill 3M. Los resultados mostraron que la resistencia fue de 162,998 MPa en caso de Filtek Z250, de 177,05 MPa para Filtek Z350 XT y 172,305 MPa en caso de Filtek Bulk Fill. Posterior al análisis estadístico para establecer la normalidad, se recurrió a la prueba de análisis de Varianza (ANOVA) sin develar conclusiones definitivas, al no contar con

evidencia suficiente. Mediante la estadística descriptiva, se demostró que el composite nanohíbrida de la Filtek Z350 XT alcanzó mayor resistencia.

Bonilla E. et al. (2017)¹⁶. Realizaron un estudio dirigido a evaluar la resistencia a la flexión de 3 resinas compuestas, utilizadas en la clínica del posgrado de Prosthodontia Avanzada de la UAdeC. La metodología utilizada fue un diseño experimental comparativo in vitro. La muestra estuvo integrada por 30 probetas de resina distribuidas de la siguiente manera: Grupo 1 Filtek Z250 XT® de 3M ESPE, grupo 2 Brillant® de Coltene Whaledent, grupo 3 Ena HRi®. Estas se expusieron a ensayos de resistencia a la flexión y a la compresión en una máquina universal Instron 3365 con una velocidad de 1mm/min.

Los resultados evidenciaron que el grupo 1 resistió una fuerza máxima de 86.084 N, con una fuerza máxima de 161.408 MPa y un módulo de elasticidad de 8991.576 MPa. El grupo 2 soportó una fuerza máxima 62.591 N, esfuerzo máximo de 121.152 MPa y un módulo de elasticidad de 6532.10 MPa. El grupo 3 mostró una fuerza máxima; 59.92, resistencia máxima; 112.36 MPa y módulo de elasticidad; 5809.80 MPa. En las conclusiones se aseveró que la resistencia a la flexión de las resinas se relaciona en su módulo de elasticidad. La resina Filtek Z250 XT®, que mostró la más alta resistencia a la flexión por consiguiente mejor módulo de elasticidad¹⁶.

Arce M., et al. (2005)¹⁷. El trabajo investigativo realizado por estos autores se centró en comparar las fuerzas de resistencia compresiva, flexión y tensión de dos resinas microhíbridas disponibles en el mercado. Se utilizó un diseño cuasi experimental in vitro, para la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los composites Miris® de Coltene y Esthet-X® de Dentsply. Con apego a las normas internacionales ISO, se elaboraron probetas de aluminio, con la finalidad de usarlas como molde guía con tres compartimentos para obtener la muestra de la resina. Por medio de una máquina universal de ensayo, se realizaron las pruebas de resistencia y se obtuvieron los datos, los que fueron analizados mediante pruebas no paramétricas. Esencialmente se recurrió al test U de Mann-Whitney, $p \leq 0.05$.

En cuanto al indicador de resistencia, el resultado más alto lo obtuvo el composite Miris® a diferencia de la Esthet-X® con un $p=0.0286$. En el caso del módulo elástico de Young fue más alto para Miris® con un $p= 0.0286$. En lo referido a la resistencia compresiva

los resultados fueron mayores para el composite Esthet-X® a diferencia de Miris® con un $p=0.0159$. Para el caso de resistencia a la tracción no obtuvo valor de confianza. En las conclusiones los autores develaron que el módulo de flexión mayor se relacionó con el mínimo porcentaje de deformación, percibidos en el composite Miris®. A diferencia de los valores de resistencia compresiva que fue menor en Esthet-X®. Miris® siendo está más rígida que Esthet-X®, sin embargo, Esthet-X® resistió cargas compresivas de mejor manera. Finalmente, se reconoció que los dos composites obtuvieron resultados admisibles para el uso en el sector posterior, sin embargo, se recomienda reducir el uso en el manejo de restauraciones conservadoras para premolares y molares¹⁷.

Presentados los antecedentes de la investigación se considera pertinente profundizar en los supuestos teóricos sobre el tema. Ello motiva a precisar que la odontología restauradora, es definida como la especialidad que estudia y aplica de forma integrada el diagnóstico, la terapéutica y el pronóstico dental. Se perfila hacia los tratamientos preventivos y terapéuticos que tratan de replicar, restablecer la anatomía y mantenerla, otorgando funcionalidad y estética a la pieza dental^{18, 19}.

Los actuales conceptos de restauración promueven la conservación del tejido dentario mediante tratamientos mínimamente invasivos con restauraciones adheridas, directas o indirectas. Con tal propósito, proponen una planificación más conservadora, tratando de fundamentar la eficacia de adhesión sobre el tejido restante de los biomateriales utilizados. En tal sentido, se reconoce que el especialista debe poseer un alto nivel de conocimiento acerca de las características de los sustratos, de adhesivos y la comprensión de los mecanismos de adherencia. Esta condición, se considera un factor esencial para garantizar el éxito en la práctica clínica²⁰.

Con el transcurso del tiempo, las resinas compuestas se han modificado y desarrollado tecnológicamente. La industria odontológica ha estado motivada por encontrar una adecuada resistencia del material, así como buscar la mayor semejanza al color natural del diente. Estas aspiraciones toman en consideración que los pacientes se muestran más exigentes en cuanto a la estética y resistencia de las resinas. Para alcanzar dichos propósitos, se realizaron diferentes modificaciones tanto en la fase orgánica, inorgánica y en los sistemas

fotoiniciadores, que son utilizados en el proceso de polimerización del material. Estas variaciones fueron realizadas por los productores de las resinas.^{21, 22}.

En la actualidad, se cuenta con múltiples innovaciones realizadas por diferentes casas comerciales que fabrican estos compuestos, con el propósito de producir la resina compuesta idónea. Sin embargo, continúa siendo un reto elegir el compuesto idóneo, que posea una excelente propiedad física, con la finalidad de proporcionar más longevidad clínica a la restauración, y que además garantice replicar las condiciones físicas y mecánicas del aparato estomatognático²³. Esta realidad constituye el objetivo de recurrentes investigaciones, orientadas a la búsqueda del material restaurador con óptimas características físicas, químicas y mecánicas semejantes a la pieza dentaria, en cuanto a la elasticidad y resistencia a la compresión, flexural y desgaste²⁴.

La resistencia compresiva es entendida como la resistencia a fuerzas verticales; significa la presión máxima que un material resiste antes de la fractura²⁵. (Moezzyzadeh, 2012). En tal sentido, se ha expresado que la propiedad mecánica es crucial. Ello es debido, a que en el proceso de masticación o en caso de movimientos para funcionales, la mayor cantidad de fuerzas que se transmiten al sector posterior de la boca son predominantemente de compresión. Este patrón de esfuerzo puede ocasionar fracturas tanto en la restauración como en las piezas dentarias²⁶⁻²⁹.

La industria odontológica en Perú, se caracteriza por una considerable gama de materiales resinosos compuestos. Estos están destinados a utilizarse en diversas situaciones clínicas, en función de lo profunda y compleja que se encuentre la cavidad que será restaurada. Para satisfacer estas necesidades restaurativas, existen distintos procedimientos y técnicas restaurativas de resinas compuestas. Entre estas se destaca la incremental convencional, en la que la resina compuesta se aplica en capas de 2mm de grosor^{30,31}.

En la actualidad, se reconocen nuevas técnicas restauradoras en bloque denominado Bulk Fill, la que se caracteriza porque la resina compuesta es aplicada en forma de incrementos de hasta 4mm de grosor³². Sin embargo, al polimerizar puede ocurrir una contracción polimerización entre la interfaz diente-restauración. Este efecto disminuye la integridad de la restauración, o puede provocar una pérdida de la interfase de la restauración

con las paredes de la cavidad, suscitando la microfiltración de bacterias. De igual forma puede causar un proceso carioso contiguo a la restauración e hipersensibilidad.

Ante esta situación y con el propósito de minimizar el estrés de contracción, es recomendable recurrir a la aplicación del material en incrementos menores de 2mm de grosor como máximo³³. Sin embargo, la tendencia imperante es el uso de resinas Bulk Fill, particularmente en caso de la técnica de restauraciones en bloque de un máximo de 4mm. Se cuenta con evidencias científicas que avalan su uso, sustentadas en las propiedades físicas y mecánicas de estos compuestos, comparadas con las que confluyen en el mercado.

Con respecto a la resina compuesta, se considera que son materiales restauradores más empleados. Por sus propiedades han sustituido a la amalgama, reconocida como el material restaurador estándar por más de 100 años. Los niveles de exigencia de los pacientes en la actualidad en relación con la estética son altos, lo que ha condicionado el uso de estas resinas. Es permitente acotar, que la maleabilidad de imitar los detalles estéticos de los tejidos duros dentales, las características fisio-mecánicas apropiadas y la ventaja de no desgastar tejidos dentales sanos durante la terapéutica restaurativa, han justificado la elección y utilización de compuestos dentales en la praxis clínica por más de cuarenta años. En tal sentido, en el escenario odontológico la toxicidad de la amalgama continúa generando análisis y debates por los especialistas. Es apreciable la preferencia por la reducción de la utilización del mercurio, que incita en algunos países, la prohibición de productos que lo contienen. Se reconoce, por tanto, que los compuestos de resina dental constituyen un propósito esencial para la investigación de materiales dentales³⁴.

El desarrollo y modificación de las resinas compuestas, se debe fundamentalmente a la renovación de la industria odontológica, proyectada hacia la búsqueda de soluciones a problemáticas relacionadas con el componente estético, resistencia y similitud del material de restauración y el diente en cuanto a color. Para complementar estos propósitos, la industria odontológica ha efectuado transformaciones en la fase orgánica, inorgánica y en los sistemas fotoiniciadores utilizados en la etapa de polimerización del material^{21, 22}.

Las innovaciones y modificaciones en la restauración dentaria, han propiciado mayores niveles de aceptación de los usuarios. No obstante, continúa siendo un reto la

elección del material idóneo, avalado por sus cualidades físicas. Ello, es lo que propiciaría un elevado nivel de supervivencia clínica de la restauración, con similitudes a las características físicas y mecánicas del aparato estomatognático²³. Estos son las causas que motivan la búsqueda del material adecuado con atributos físicos, químicos y mecánicos semejantes a la estructura dentaria, entre los que destacan el adecuado módulo de elasticidad, resistencia a la flexión, al desgaste y a la compresión³⁵.

La bibliografía especializada, devela que las resinas compuestas son asociaciones tridimensionales de al menos dos materiales con propiedades químicas distintas, con interfaces diferentes²¹. Son aplicadas como una sola pasta activada por la luz visible. Estos materiales compuestos de resina deben ser resguardados en la etapa de almacenamiento en el consultorio dental, debido a que pueden endurecerse debido a la exposición a la luz o a otros componentes. Son embalados en jeringas plásticas opacas o en cápsulas de dosis únicas^{34, 36}.

En cuanto a compuestos químicos, las resinas se caracterizan por poseer, tres componentes esenciales, siendo estos la matriz de resina (parte orgánica), las cargas inorgánicas (parte inorgánica) y el agente de acoplamiento. La matriz de resina integra los monómeros, iniciadores, inhibidores, pigmentos y modificadores³⁷. La matriz orgánica, fue beneficiada por Bowen, quien en 1960 potenció su estructura con una resina a base de Bis-GMA, tomando en consideración que la resina precedente mostraba un bajo grado de resistencia al desgaste, alto coeficiente de expansión térmica, alta contracción y cambios de coloración. El Bis-GMA se identifica como un material de resina que se utiliza considerablemente para aplicaciones dentales de conjunto con el dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA). Este material cumple la función de diluyente, y es utilizado para disminuir la viscosidad y metacrilato de 2-hidroxietilo (HEMA) como diluyentes en los compuestos dentales^{36, 38}.

El relleno inorgánico, la identificación de las propiedades físicas y mecánicas de las resinas compuestas se debe a la carga inorgánica. Los rellenos cambian atendiendo a su configuración química, forma y tamaño. Estas diferencias se aprecian en las características de los compuestos. Las cargas inorgánicas son adicionadas con el propósito de mejorar la

resistencia y el módulo de la matriz de resina orgánica. No obstante, los rellenos disminuyen el coeficiente de expansión térmica, la absorción de agua y la contracción de polimerización, además de impartir radiopacidad y mejorar las cualidades estéticas³⁷.

Se ha señalado, que los compuestos pueden clasificarse por su morfología de relleno. Los compuestos que contienen partículas de relleno prepolimerizadas muestran una carga de relleno inferior y, por ello, las propiedades de flexión y dureza más bajas. Los compuestos que se caracterizan por poseer partículas de relleno redondas, exhiben la carga de relleno más alta y propiedades de flexión y dureza más elevadas. Los compuestos que poseen partículas de relleno de tipología irregular, o una mezcla de partículas de relleno prepolimerizadas y de forma irregular, indican una carga de relleno intermedia. La elevada carga de relleno, no se asocia con una elevada tenacidad a la fractura³⁹. La resina reforzada con fibra de vidrio evidencia una mejor resistencia a la fractura. Es recomendable, por tanto, recubrir este material con un compuesto de resina convencional para contribuir a disminuir el desgaste de la superficie⁴⁰.

El silano es el agente de acoplamiento fundamental, para garantizar un acoplamiento caracterizado por la fuerza y durabilidad entre la matriz polimérica y las partículas de relleno. Dichas partículas de relleno mostraron una adecuada humectabilidad y dispersión dentro de la matriz de resina, favoreciendo las propiedades físicas y mecánicas de los compuestos de resina. Se ha podido percibir que la absorción de agua por las partículas de carga silanizadas eran significativas. Igualmente, se corroboró que los rellenos silanizados benefician la resistencia a la tracción comparadas con las partículas de relleno no silanizadas³⁷.

Los sistemas activadores, contribuyen a agilizar el proceso de polimerización de la resina compuesta para que se solidifique. Se conocen diversas formas de polimerizar, las que pueden ser causadas por la luz (fotocurado), los productos químicos (autocurado) o por la combinación del químico y el fotocurado (fotopolimerización). En relación a ello, en la terapéutica odontológica se identifican dos tipos de fotoiniciadores, el tipo I (Lucirin TPO, y derivados de dibenzoil germanio como es el Ivocerin) y el activador tipo II (canforoquinona CQ y fenilo propanodiona). Se caracterizan por poseer prototipos particulares de enlaces, con la capacidad de absorción de la radiación electromagnética. La condición para su elección,

es poseer rangos determinados de longitud de onda. Estos fotoiniciadores emplean esa energía para la generación de radicales libres que inician el proceso de polimerización.^{37,41} Se ha constatado que, en los pigmentos, la luz de fotopolimerización no ha incidido en la permanencia de la coloración en las estructuras de resina, y que la fotoactivación ejecutada en los sistemas de adhesión dental sobre el esmalte, evidenció alentadores resultados⁴².

Las propiedades de la resina como la biocompatibilidad, confluyen elementos que alteran la biocompatibilidad de la restauración compuesta, siendo esto la composición (tipo de resina, cargas de unión entre matriz y rellenos, y sistema iniciador), método y calidad de polimerización, así como la manipulación adecuada (manejo de cavidades, técnica de restauración adecuada, acabado y pulido). Constituye una preocupación la biocompatibilidad del material compuesto. El factor de composición y la polimerización de elevada calidad se consideran elementos decisivos para disminuir el impacto negativo de las restauraciones de material compuesto^{37, 43-44}.

Las resinas curadas con luz apropiadas se consideran menos citotóxicas al compararlas con las resinas curadas químicamente. Se ha señalado, que el índice de conversión de las resinas fotopolimerizables varía entre el 55% y el 75% y se puede incrementar hasta el 80% con posterior curado⁴⁵. Igualmente, se reconoce que, en la polimerización, la contracción del composite dental puede ocasionar estrés en la interfaz de unión de una renovación dental, así como la microfiltración, fracturas de flexión en las cúspides, hipersensibilidad postoperatoria y caries secundarias. Se ha indicado, por tanto, considerar que las lámparas deben presentar una exposición de radiante estable, produciendo una emisión inicial baja cuando es comparado con una alta emisión de radiación al comienzo⁴⁶.

La estabilidad de color advierte que, en la estructura dental y la morfología diferente en toda la superficie, resulta complicado garantizar una restauración de aspecto natural. El color y la translucidez de la resina compuesta están condicionados por su tono, grosor y color de fondo; tamaño y contenido de partículas de relleno, adiciones de pigmento y potencialmente el componente de iniciación y el agente de acoplamiento de relleno. Un estudio dirigido a evaluar el efecto de opacos para modificar el color señaló que, la adición

de los opacificadores incidió de forma significativa en el color perceptible de los compuestos, ya que se percibió una correlación lineal entre la cantidad de opacificadores en concentraciones entre 0-1% y la translucidez de las resinas compuestas experimentales^{37, 47}. Se reconocen componentes como la amina, apreciados en muchos de los sistemas de iniciación que ocasiona un cambio en la coloración del material (amarillez) producto a la oxidación, considerado una grave problemática para varios sistemas de resina⁴⁸.

La resistencia a la fractura, se refiere a la propiedad del material para soportar la expansión de una grieta por una falla crítica. La relativa disminución en la resistencia a la fractura de las resinas compuestas, las expone al fracaso, mostrando fracturas marginales o astillados masivos. La resistencia a la fractura, se condiciona a la composición del material y el método de prueba. El correcto proceso de polimerización es una condición esencial para el especialista, en la realización de restauraciones de resina compuesta. Un requisito es la irradiancia del producto y el tiempo de exposición. Los productores proponen exposiciones mínimas para distintos productos que oscilan entre valores de 5J/cm² hasta 40J/cm². Los fabricantes solo comunican valores de prueba para resinas compuestas de fotocurado obtenidos en situaciones idóneas de laboratorio. Este hecho se debe a que no cuentan con variables clínicas, como fuentes de luz de bajo rendimiento, dispersión de la luz por la distancia, acceso inadecuado o técnica deficiente del operador^{48,50}.

Con respecto a los fotoiniciadores, el fotoiniciador más utilizado en las resinas compuestas era la canforoquinona (CQ). En revisiones más actuales, se indica que este fotoiniciador es la combinación de canforquinona con amina terciaria (TA). Cuando la canforquinona absorbe la luz, interactúa con la amina terciaria formando un complejo fotoexcitado con radicales libres tanto en la canforquinona como en amina terciaria. Los radicales libres atacan a la C Q C enlaces de monómeros, formando nuevos radicales con una cadena de polímero más larga (etapa de propagación). Esta propagación de la cadena de polímero continúa hasta que el proceso de reacción culmine. La sensibilidad máxima de canforquinona es aproximadamente de 470 nm en el rango de longitud de onda azul. Se ha planteado que, aunque los sistemas iniciadores poseen buena aceptación, la canforquinona de color amarillo puede afectar negativamente al color compuesto^{36, 37, 51}. Un estudio realizado sobre esta temática, mostró que para los sistemas basados en canforoquinona, el contenido de relleno

posee un impacto en la eficiencia de los modos de alta irradiancia, presumiblemente caudado por la disminución de la movilidad local de los monómeros³⁴.

Pigmentos y otros componentes, los óxidos inorgánicos son agregados en pequeños porcentajes para relacionar tonos que coincidan con la mayoría de los tonos de dientes. El óxido de hierro es el pigmento más común. Actualmente se suministran numerosos tonos que se extienden desde tonos muy claros hasta amarillo y gris. Se agregan agentes fluorescentes para simular la apariencia de los dientes naturales. Son tintes o pigmentos que absorben la luz en la región ultravioleta y violeta (generalmente 340- 370 nm) y reemitirlo en la región azul (típicamente 420-470 nm) ³⁷.

En cuanto a las limitaciones, efecto del tono de resina, existen varios tonos y translucidez de los compuestos de resina. Esta amplia gama, posibilita mayor similitud con las estructuras dentales adyacentes, mejorando así la apariencia estética de la restauración. Los compuestos de resina con tonos más oscuros y opacos evitan una transmisión de luz adecuada y, por lo tanto, muestran un grado de conversión menor⁵².

En relación al efecto del espesor del incremento de resina, los incrementos de más de 2mm de espesor contribuyen a que disminuya de forma sustancial el grado de conversión, con la finalidad de disminuir la profundidad de fotopolimerizado. Existen materiales que incorporan matriz de relleno y esto permite el incremento de hasta 4mm y conserva de modo normal el grado de conversión. Este efecto puede ocurrir debido a que existe una mayor translucidez en los compuestos de relleno, que permiten una transmisión de luz más elevada cuando estos son comparados con resinas compuestas convencionales³⁷.

Contracción de polimerización y tensiones de contracción de polimerización, la problemática más frecuente cuando se realizan restauraciones con resinas compuestas, es la contracción a la polimerización. Esto se refiere a la conversión de moléculas de monómero en una red polimérica, la que se compacta resultando en una contracción volumétrica, lo que muestra aproximadamente de un 2% a 6% de contracción volumétrica⁵³.

En cuanto a la degradación, la degradación con el transcurso del tiempo provoca la elución de diversos productos del compuesto de resina. La degradación de la resina se debe

a diferentes estímulos, como los efectos térmicos, fotocatalíticos y / o químicos⁵⁴. Las recientes investigaciones han centrado su atención en el desarrollo de materiales restauradores resistentes a la degradación. Las últimas pruebas de modificación y mejora para desarrollar materiales resistentes a la fatiga, han sido exitosas al momento de la verificación clínica⁵⁵.

A continuación, se presenta la formulación del problema científico general:

¿Cuál es la resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú - 2021?

Se declaran como preguntas específicas:

¿Cuál es la resistencia a la compresión de la resina compuesta nanohíbrida Palfique® de Tokuyama con circonio utilizados en Perú - 2021?

¿Cuál es la resistencia a la compresión de la resina compuesta nanohíbrida Estelite® de Tokuyama con circonio utilizados en Perú - 2021?

¿Cuál es la resistencia a la compresión de la resina compuesta nanohíbrida Vitra® de FGM con circonio utilizados en Perú - 2021?

¿Cuál es la resistencia a la compresión de la resina compuesta nanohíbrida Forma® de Ultradent con circonio utilizados en Perú - 2021?

¿Cuál es la diferencia de medias de resistencia a la compresión de las cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú - 2021?

El objetivo general de la investigación se dirige a:

Comparar la resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú - 2021.

Los objetivos específicos se centran en:

Determinar la resistencia a la compresión de la resina compuesta nanohíbrida Palfique® de Tokuyama con circonio utilizados en Perú - 2021.

Determinar la resistencia a la compresión de la resina compuesta nanohíbrida Estelite® de Tokuyama con circonio utilizados en Perú - 2021.

Determinar la resistencia a la compresión de la resina compuesta nanohíbrida Vitra® de FGM con circonio utilizados en Perú - 2021.

Determinar resistencia a la compresión de la resina compuesta nanohíbrida Forma® de Ultradent con circonio utilizados en Perú - 2021.

La hipótesis de la investigación es:

Ha: Si existe diferencia de la resistencia a la compresión entre las cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú - 2021.

Ho: No existe diferencia de la resistencia a la compresión entre las cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú - 2021.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

- Tipo y diseño de investigación

El presente trabajo responde a una investigación aplicada, ya que intentará resolver una pregunta de investigación que tendrá repercusión en la práctica clínica.

- Diseño de investigación:

El estudio se enmarca en un diseño experimental puro in vitro, ya que las variables serán manipuladas. La muestra seleccionada, será sometida a fuerzas para evaluar la reacción de cada grupo, y así determinar cuál es la más resistente. Al culminar este propósito, se podrá recomendar su uso en la práctica clínica tomando en consideración sus ventajas físicas, así como la realización de nuevos estudios sobre esta temática. El diseño de la investigación es descriptivo.

2.2. Operacionalización de variables

- Operacionalización de variables

Variable independiente:

Resistencia compresiva

Variable dependiente:

Resinas compuestas nanohíbridas con circonio

Cuadro:

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Resistencia a la compresión	Se define como la cantidad de esfuerzo requerida para distorsionar el material en una cantidad arbitraria. Se calcula dividiendo la carga máxima por el área de sección transversal original de una muestra.	Material restaurador con aditamento de circonio	Resistencia Compresiva	Fuerza compresiva hasta la fractura medido en Mpa. Medida de las muestras en mm.	Razón
Resinas compuestas nanohíbridas con circonio	Este material incorpora nanopartículas de las resinas microhíbridas, considerándose como universales, debido a que presentan propiedades adecuadas para ser utilizadas en restauraciones anteriores y posteriores por su alta estética y las propiedades mecánicas, con aditamentos de circonio.	Material de restauración, nanohíbridas con aditamentos de circonio	Materiales restauradores de uso en Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Forma® Ultradent. • Vitra® de FGM. • Palfique® XLS de Tokuyama. • Estelite® de Tokuyama. 	Nominal

2.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Se conformó por cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio de uso en el propio medio Local (Perú) en 2021.

1. Resina compuesta Forma® de Ultradent
2. Resina compuesta Vitra® de FGM
3. Resina compuesta de Estelite® de Tokuyama
4. Resina compuesta de Palfique® de Tokuyama

Muestra:

La primera muestra estuvo conformada por un subgrupo representativo de la población. Se realizó una prueba piloto para determinar la muestra general. Para el piloto se utilizaron 3 discos por grupo de estudio. Posteriormente, se aplicó la fórmula con una potencia de 80%, y un nivel de confianza de 95%. Se utilizó la desviación estándar; para la cual se aplicó la siguiente; siendo el resultado de 9 por grupo. En el estudio se previó la utilización de 40 resinas en total, distribuidas 10 por cada grupo; siendo las siguientes; Forma® Ultradent, Vitra® de FGM, Estelite® Alpha de Tokuyama y Palfique 5XL de Tokuyama.

Muestreo:

En el presente estudio se optó por un muestreo no probabilístico intencionado de acuerdo a los criterios de selección para cada grupo de estudio.

Unidad de análisis:

Cada uno de los discos de resina compuesta nanohíbrida con circonio.

Criterios de inclusión:

- Discos de resina compuesta nanohíbrida con circonio utilizados en el Perú.
- Discos bien diseñados sin ralladuras, o burbujas.
- Discos del tamaño y forma adecuada sin defectos y adecuadamente pulidas

Criterios de exclusión:

- Discos que presenten algún defecto en la superficie o toda su composición.
- Discos con problemas de fotopolimerización.
- Discos con microfracturas.
- Discos de resinas compuestas nanohíbridas que no contengan circonio.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

En el presente estudio la recolección de los datos se llevó a cabo por medio de la técnica de observación estructurada, no participante individual, de laboratorio. El investigador, inicialmente realizó la preparación de la muestra. La propiedad física de los materiales se observó mediante una maquina DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES marca LG modelo CMT-5L con certificado de calibración LMF-2020-010, con la finalidad de evaluar la fuerza compresiva de las unidades de la muestra. Los datos obtenidos, se registraron en una ficha de observación preparada por el investigador con fines exclusivos de la investigación. Dichos instrumentos se sometieron a las pruebas de validez y confiabilidad, mediante criterio de juicio de expertos, conformado por 3 profesionales con capacidades para evaluar la ficha de observación. Para ello se aplicó una ficha de validación, que permitió evaluar la correspondencia de dicha ficha con los objetivos propuestos el presente trabajo.

Instrumento:

La ficha de recolección de datos en este caso es de observación, en la cual se anotó la información necesaria para el estudio. Este instrumento fue utilizado, porque la técnica a fue la observación sistemática directa.

Validez y confiabilidad

Los instrumentos fueron aprobados y validados mediante Juicio de los expertos, siendo: Mg. CD. Pablo Santiago Bonilla Cairo, Mg. CD. Luis Alberto Cueva Buendía, y Mg. CD. Juan Jesús Buendía Suazo. Se utilizó la ficha correspondiente, brindada por la Escuela Profesional de Estomatología de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt en el año 2021.

2.5. Procedimiento

Se solicitaron los permisos correspondientes a la universidad para proceder con el estudio experimental, así como la aprobación del Comité de Ética. En tal sentido, se solicitó exoneración del Comité de Ética por ser un estudio experimental in vitro.

Para la realización de los procedimientos de laboratorio, en primer lugar, se elaboró cada espécimen de acuerdo a las indicaciones del fabricante, a partir de una matriz metálica. Para el estudio se utilizaron 4 marcas comerciales de resinas nanohíbridas con circonio aplicadas en el Perú en el año 2021, referidas a: Forma® de Ultradent, Vitra® de FGM, Palfique® de Tokuyama y Estelite® de Tokuyama; utilizando un foto-activador de sistema LED. Mediante una prueba piloto se determinó la viabilidad del estudio y se observaron los resultados preliminares para evaluar el trabajo experimental final.

Preparación de la muestra:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

La muestra se preparó de acuerdo a las indicaciones del fabricante. La misma se dividió en cuatro grupos, con discos de 10mm x 4mm según la norma establecida por el ISO 3597-3. Se realizó con incrementos de 2 mm según indicaciones del productor. Para el fotocurado se utilizó una Lámpara Led C Cure Woodpecker. Es una lámpara inalámbrica de fotocurado Polywave (Multionda), 385-515 nm (nanómetros) de longitud de onda, “fotocurado de todas las resinas” (Canforoquinona, TPO, Ivocerin, etc). Cuenta con 3 focos led, 5 modos de Luz: Turbo: 1800-2000 mw/cm2, tiempo de 3s y 5s. Ortho: 1800-2000 mw/cm2, tiempo 3s x 10, Normal, Soft, Pulse 1000-1200 mw/cm2, tiempo 5s, 10s, 15s, 20s. La fabricación de los

discos, se realizó con ayuda de un molde especial preparado para este estudio. Se realizó una prueba piloto previa con 3 unidades de resina por cada grupo. Posteriormente, con los resultados se aplicó la siguiente fórmula para determinar la muestra general.

Donde:

n = elemento necesario para la muestra.

$Z\alpha$ = Nivel de confianza 95%.

$Z\beta$ = Poder estadístico 80% mínimo.

d = Diferencia de Medias.

S = Desviación estándar.

Cuando se aplicó esta fórmula en el programa estadístico Epidad 4.2 se obtuvieron 2 muestras por cada grupo (se utilizaron los datos del artículo de Arce y col 2005), por este motivo se decidió realizar una prueba piloto; de 3 muestras por grupo.

Los grupos se conformaron de la siguiente manera:

Grupo 4: Resina compuesta Forma® de Ultradent.

Grupo 3: Resina compuesta Vitra® de FGM.

Grupo 2: Resina Compuesta de Estelite® de Tokuyama y

Grupo 1: Resina Compuesta de Palfique® de Tokuyama

Se obtuvieron un total de 12 discos de muestra para el piloto; los que fueron sometidos a las fuerzas compresivas mediante una máquina universal de Vickers. MÁQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES, debidamente calibrada. En certificado de calibración se muestra en los anexos.

Los datos fueron procesados estadísticamente para obtener el resultado de la muestra total; siendo esta de 9 por cada grupo. Se optó por realizar 10 por cada grupo, resultando una muestra total de 40 discos.

2.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de los datos, posterior a la recopilación, se procedió a organizar los instrumentos de recolección y a enumerarlos. Luego, fueron ingresados al programa Microsoft Excel versión 2010. Se conformó la base de datos, bajo las modificaciones propuestas por el investigador.

El procesamiento de datos se llevó a cabo en una laptop con sistema operativo Windows 7. La información recolectada se analizó mediante el paquete estadístico de SPSS versión 24 de acceso. Se recurrió a la estadística descriptiva con la finalidad de establecer la distribución de los datos; a través de las medidas de tendencia central, dispersión, forma y posición. De igual manera, se utilizó la estadística inferencial para poner a prueba la hipótesis de la investigación. Para cumplimentar este propósito, se utilizó la prueba estadística paramétrica de ANOVA, para la comprobación de las hipótesis bivariadas con una variable cualitativa de varias categorías y una cuantitativa. Con la finalidad de comprobar los supuestos de la hipótesis, y para determinar las comprobaciones entre dos resinas, se utilizó la prueba estadística de Bonferroni. Previamente fue utilizada la prueba de normalidad aplicando el estadístico de Kolmogorov Smirnov. Los resultados fueron inferidos a la población mediante estimación de intervalo a un 95% de nivel de confianza.

2.7. Aspectos éticos

La presente investigación cumplió con los lineamientos que solicita el Comité de Ética de Investigación de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt. Con la finalidad de desarrollar el estudio, el investigador se comprometió a cumplir con todos los principios bioéticos, así como mantenerse objetivo. Dicho comportamiento evita conflictos de intereses, al no aceptar donaciones ni muestras comerciales para que estas formen parte de las muestras del estudio. El investigador asume la responsabilidad de velar por la veracidad de los datos.

III. RESULTADOS

El presente estudio, se centró en determinar la resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizadas en Perú en el año 2021. Para ejecutar dicho objetivo, se contó con una muestra de 40 especímenes divididos en 4 grupos diferentes siendo estas; Forma® de Ultradent, Vitra® de FGM, Palfique y Estelite® de Tokuyama. Posterior a la obtención de los resultados, se procedió al análisis de los datos, los que se muestran a continuación tablas y gráficos.

Resultados del objetivo específico

Tabla 1: Resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Forma® Ultradent utilizados en Perú - 2021.

Resistencia	N	Media	Desviación Estándar	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Forma - Ultradent	10	216.2570	44.08411	13.94062	184.7211	247.7929	146.30	262.04

Fuente: Informe de ensayo de compresión axial en resinas odontológicas (HTL)

La resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Forma® Ultradent, presentó las siguientes mediciones de las muestras cilíndricas de resina odontológica. La medición mínima registrada es de 146.30 mm y máxima de 262.04 mm, el promedio de la medición es de 216.26 ± 44.08 mm. Las mediciones al 95% de confiabilidad se muestran entre 184.32 hasta 247.79 mm.

Figura 1: Resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Forma® Ultradent utilizados en Perú - 2021.

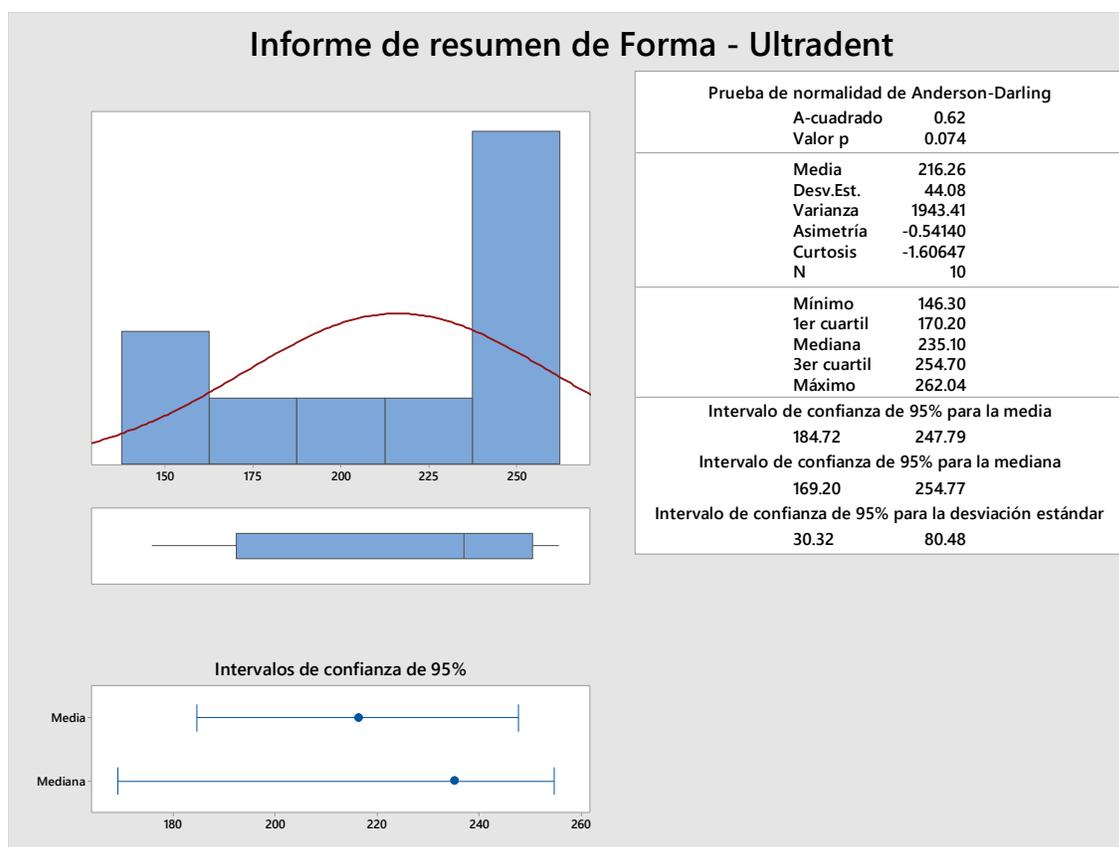


Tabla 2: Resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Vitra® de FGM utilizados en Perú - 2021.

Resistencia	N	Media	Desviación Estándar	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Vitra APS – FGM	10	183.3430	24.19316	7.65055	166.0363	200.6497	144.08	214.01

Fuente: Informe de ensayo de compresión axial en resinas odontológicas (HTL)

La resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Vitra® de FGM, presentó las siguientes mediciones de las muestras cilíndricas de resina odontológica, la medición mínima registrada de 144,08 mm y máxima de 214.01 mm, el promedio de la

medición es de $183.34 \pm 24,19$ mm. Las mediciones al 95% de confiabilidad se muestran entre 166.03 hasta 200.65 mm.

Figura 2: Resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Vitra® de FGM utilizados en Perú - 2021.

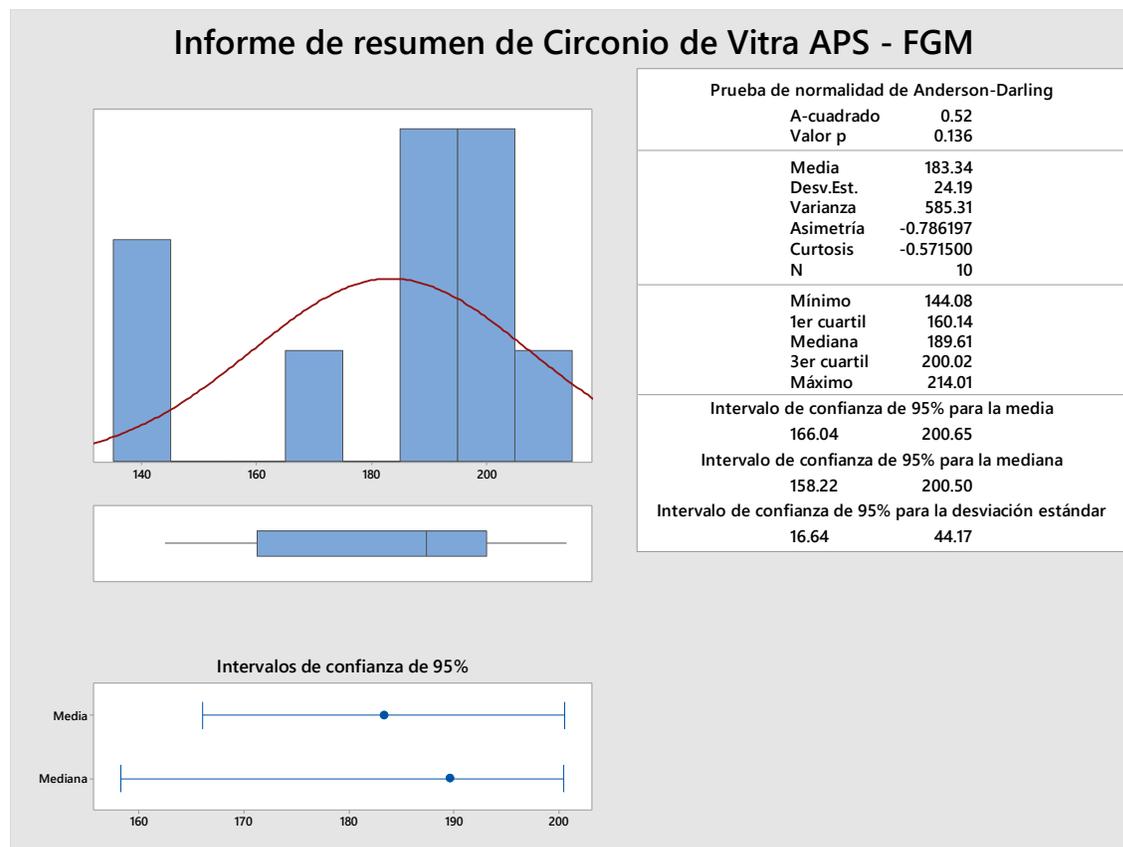


Tabla 3: Resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio Estelite® de Tokuyama utilizados en Perú - 2021.

Resistencia	N	Media	Desviación Estándar	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Estelite Alpha	10	183.4790	36.43460	11.52163	157.4153	209.5427	135.72	225.28

Fuente: Informe de ensayo de compresión axial en resinas odontológicas (HTL)

La resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio Estelite® de Tokuyama, presentó las siguientes mediciones de las muestras cilíndricas de resina odontológica, la medición mínima registrada de 135.54 mm y máxima de 225.28 mm, el promedio de la medición es de 183.48 ± 36.43 mm. Las mediciones al 95% de confiabilidad se muestran entre 157.42 hasta 209.54 mm.

Figura 3: Resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio Estelite® de Tokuyama utilizados en Perú - 2021.

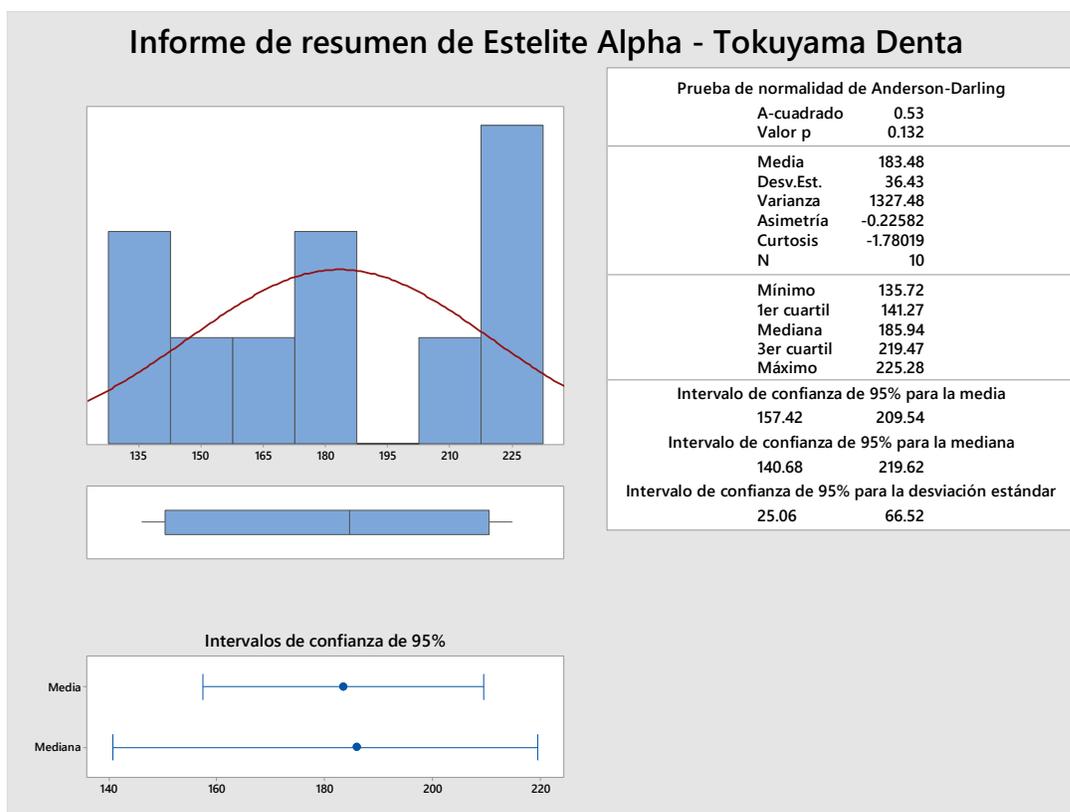


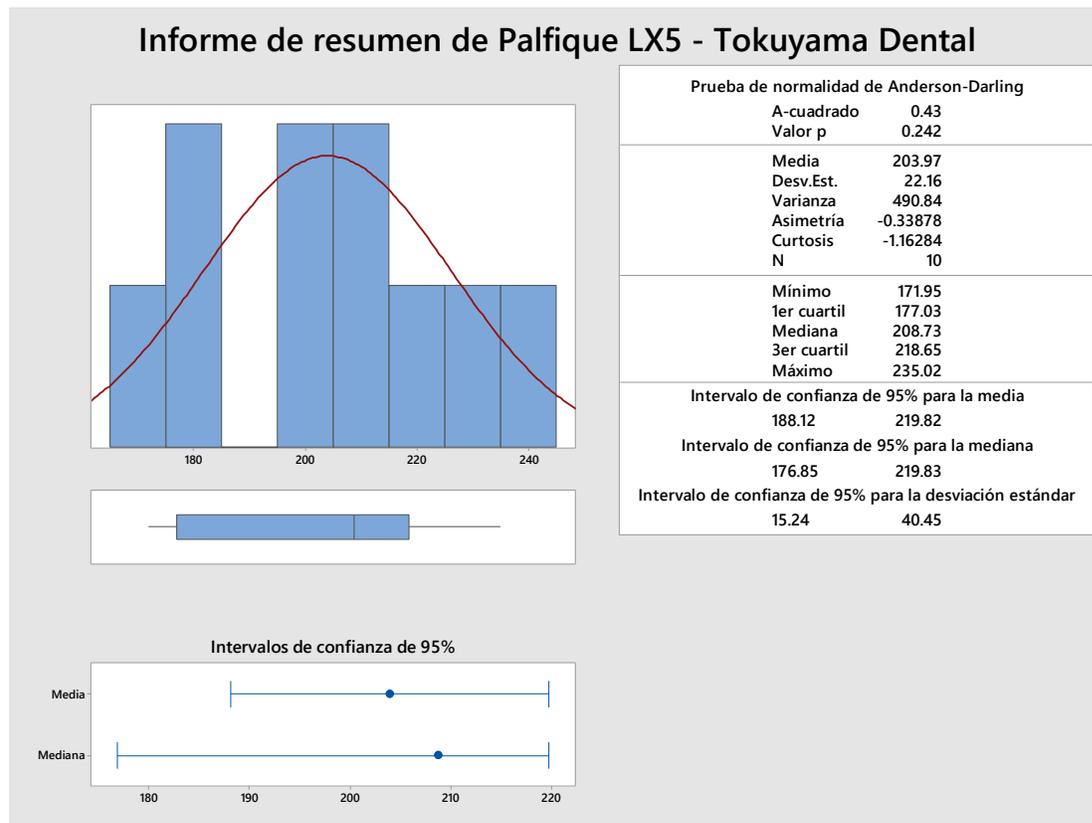
Tabla 4. Resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio Palfique® 5XL de Tokuyama utilizados en Perú - 2021.

Resistencia	N	Media	Desviación Estándar	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Palfique LX5	10	203.9720	22.15501	7.00603	188.1233	219.8207	171.95	235.02

Fuente: Informe de ensayo de compresión axial en resinas odontológicas (HTL)

La resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio Palfique® 5XL de Tokuyama, presentó las siguientes mediciones de las muestras cilíndricas de resina odontológica, la medición mínima registradas de 171.95 mm y máxima de 235.02 mm, el promedio de la medición es de 203.97 ± 22.15 mm. Las mediciones al 95% de confiabilidad se muestran entre 171.95 hasta 235.02 mm.

Figura 4. Resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio Palfique® 5XL de Tokuyama utilizados en Perú - 2021.



Resultado del Objetivo General

Prueba de normalidad en las mediciones de la resistencia utilizadas en las cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio aplicadas en Perú - 2021.

Los resultados del análisis de bondad de ajuste de la curva normal para evaluar los datos referentes a medir la resistencia utilizadas en las resinas compuestas nanohíbridas con circonio, realizados a través de la prueba de Kolmogorov Smirnov ($N > 30$) (ver tabla 5), resultan significativo a la normalidad ($p \geq 0.05$). Por tal motivo se utilizó la estadística paramétrica ANOVA para la comparación entre los grupos de resina.

Formulación de la hipótesis de normalidad

Ho: Los datos son normales

H1: Los datos no son normales

Decisión

$\text{sig} < 0.05$ se rechaza Ho

$\text{sig} \geq 0.05$ se acepta Ho

Tabla 5: Prueba de normalidad de los datos de resistencia utilizadas en cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú - 2021.

Resinas		Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
		Forma – Ultradent	Vitra APS - FGM	Estelite Alpha	Palfique LX5
N		10	10	10	10
Parámetros normales ^{a,b}	Media	216.2570	183.3430	183.4790	203.9720
	Desv. Desviación	44.08411	24.19316	36.43460	22.15501
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0.219	0.251	0.219	0.194
	Positivo	0.150	0.146	0.168	0.184
	Negativo	-0.219	-0.251	-0.219	-0.194
Estadístico de prueba		0.219	0.251	0.219	0.194
Sig. asintótica(bilateral)		0,193^c	0,073^c	0,193^c	0,200^{c,d}

Tabla 6: Comparación de la resistencia compresiva de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizadas en Perú - 2021.

Resinas	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Forma - Ultradent	10	216.26	44.08	146.30	262.04
Vitra APS - FGM	10	183.34	24.19	144.08	214.01
Estelite Alpha	10	183.48	36.43	135.72	225.28
Palfique LX5	10	203.97	22.16	171.95	235.02

Prueba de hipótesis para ANOVA:

Para comparar la resistencia compresiva de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizadas en Perú - 2021, se considera la siguiente prueba de hipótesis:

$H_0: \mu_{palfique} = \mu_{estelite\ alpha} = \mu_{vitra\ APS} = \mu_{forma}$

$H_1: \text{Algun } \mu_i, \text{ es diferente}$

ANOVA					
resistencia	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7885,468	3	2628,489	2,419	0,082
Dentro de grupos	39123,377	36	1086,760		
Total	47008,845	39			

Al 95% de confiabilidad mediante el análisis de varianza (ANOVA), donde sig = 0.082 > 0.05 se acepta H_0 ; por lo que se determina que todas las resinas odontológicas presentan la misma resistencia compuestas nanohíbridas con circonio utilizadas en Perú - 2021.

Tabla 7. Comparación de la resistencia compresiva de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizadas en Perú - 2021. Se comparan en grupos de dos, en las pruebas Pos Hot de Tukey.

Comparaciones múltiples

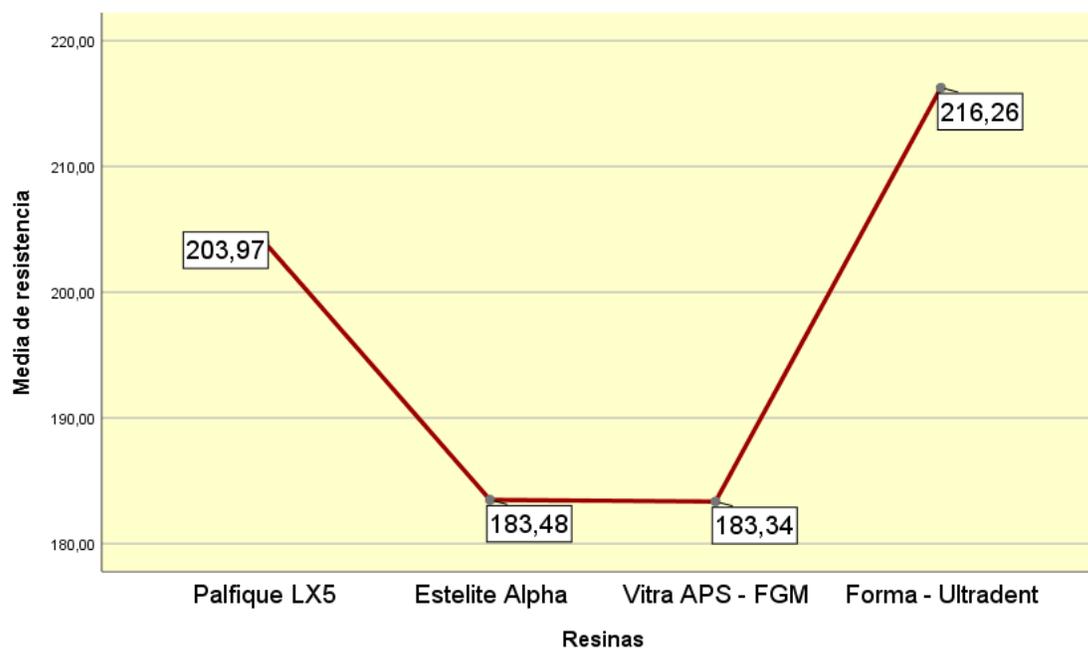
Variable dependiente: resistencia

HSD Tukey

(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Palfique LX5	Estelite Alpha	20,49300	14,74287	,514	-19,2129	60,1989
	Vitra APS - FGM	20,62900	14,74287	,508	-19,0769	60,3349
	Forma - Ultradent	-12,28500	14,74287	,838	-51,9909	27,4209
Estelite Alpha	Palfique LX5	-20,49300	14,74287	,514	-60,1989	19,2129
	Vitra APS - FGM	,13600	14,74287	1,000	-39,5699	39,8419
	Forma - Ultradent	-32,77800	14,74287	,136	-72,4839	6,9279
Vitra APS – FGM	Palfique LX5	-20,62900	14,74287	,508	-60,3349	19,0769
	Estelite Alpha	-,13600	14,74287	1,000	-39,8419	39,5699
	Forma - Ultradent	-32,91400	14,74287	,134	-72,6199	6,7919
Forma – Ultradent	Palfique LX5	12,28500	14,74287	,838	-27,4209	51,9909
	Estelite Alpha	32,77800	14,74287	,136	-6,9279	72,4839
	Vitra APS - FGM	32,91400	14,74287	,134	-6,7919	72,6199

En la tabla al comparar la Forma - Ultradent con Vitra APS, se aprecia que es de 0.134 menor; en caso de la comparación de Estelite Alpha con Forma - Ultradent es de 0.136. En la comparación de Palfique LX5 con Vitra APS – FGM, se aprecia una significancia de 0.508.

Figura 5. Comparación de la resistencia compresiva de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizadas en Perú - 2021.



IV. DISCUSIÓN

El presente estudio de investigación, centró su propósito en comparar la resistencia a la compresión de las resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizadas en Perú. Paralelo a ello, determinar la resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Forma® Ultradent, Vitra® de FGM, Estelite® de Tokuyama y Palfique® 5XL de Tokuyama; siendo estas las más usadas en el medio investigado. Para cumplimentar dicho objetivo, se utilizó una máquina de ensayo universal, considerándose lo más adecuado para este tipo de investigación experimental in vitro. Los resultados obtenidos, indican que no existen diferencias significativas entre las resinas; al constatar que todas se comportan de igual modo y que cualquiera de ellas, es indiferente para los fines de obturaciones, con un $p=0.82$, lo que demuestra que no existen diferencias entre las resinas estudiadas.

En cuanto a la resina compuesta nanohíbrida con circonio Forma® Ultradent, se obtuvo una media de 216.26 Mpa +/- 44.08 y un intervalo de confianza al 95% (184.72; 242.79), resultando la de mayor resistencia numérica. En comparación con las otras resinas se pudo evidenciar lo siguiente, comparándola con la resina compuesta nanohíbrida con circonio Vitra® APS – FGM obtuvo una diferencia de medias de 32.91 con una +/- de 14.74 y un intervalo de confianza al 95% -6.79; 72.62, indicando una significancia de 0.134 con un p menor que con las otras resinas. Estos resultados permitieron aseverar, que no existen diferencias entre estas dos resinas estadísticamente pero numéricamente si existen diferencias.

La resina compuesta nanohíbrida con circonio de Vitra® APS – FGM, posee 183.34 Mpa siendo la resina más baja en cuanto a su resistencia compresiva, con una desviación estándar de 24.19 y un intervalo de confianza al 95% (166.04; 200.65). Al comparar esta resina con la resina Estelite® Alpha de Tokuyama con un nivel de significancia $p=0.136$, se aprecia de igual modo que no hay diferencias significativas estadísticamente. Estos resultados permiten señalar, que ambas resinas se comportan de la misma manera, obteniendo una diferencia de medias de 32.78 y un intervalo de confianza al 95% (-6,9279; 72,4839). De igual modo

existen diferencias numéricas, obteniendo una media de 183.48 Mpa con una desviación estándar de +/- 36.43 y un intervalo de confianza al 95% (157.42; 209.54). Esta resina obtuvo menor resistencia a la compresión, la que se encuentra un poco más alta que la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Vitra® APS – FGM.

En cuanto a la comparación con la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Palfique® LX5 de Tokuyama muestra un $p=0.84$, lo que indica que no hay diferencias significativas. Se constató una variación de medias de 12.29 con un intervalo de confianza al 95% de (-27.42; 51.99); obteniendo una media de 203.97 Mpa con una desviación estándar de +/- 22.16, y un intervalo de confianza al 95% de (188.12; 219.82). Estos resultados permiten exponer, que cualquiera de las resinas se puede utilizar, al no develarse diferencias estadísticamente significativas. Todas las resinas mostraron el mismo comportamiento ante la fuerza compresiva.

En relación a la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Vitra® APS – FGM en comparación con la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Estilete® Alpha de Tokuyama se encuentra un $p=1.0$; una diferencia de medias de -0.136 y un intervalo de confianza al 95% de -39,84; 39,57. En tal sentido, se pudo comprobar que no existen diferencias entre estas resinas. Al realizar la comparación con la resina compuesta nanohíbrida de circonio de Palfique® LX5 de Tokuyama, se aprecia una diferencia de medias de -20.63, y un intervalo de confianza al 95% de -60,33; 19,08 y una significancia con un $p=0.51$, siendo ambas resinas iguales estadísticamente. En tal sentido, se puede afirmar que ambas resinas se comportan de igual manera en cuanto a la resistencia compresiva, con independencia de las diferencias numéricas.

Al comparar las resinas compuestas nanohíbridas con circonio de Estilete® Alpha y Palfique® LX5 ambas de Tokuyama con una significancia de $p=0.51$, obtuvieron una diferencia de medias de -20.49; y un intervalo de confianza al 95% de -60.19; 19.21, lo que significa que no hay diferencia en cuanto a la resistencia compresiva de ambas resinas. Ello permite aseverar que ambas se comportan de igual modo, sin embargo, se comprueba que poseen diferencias numéricas, siendo la resina Palfique® LX5 la de más alto puntaje.

La comparación de las 4 resinas mostró que la resina compuesta nanohíbrida con circonio Forma® de Ultradent mostró una mayor media, siendo de 216.26 +/- 44.08, en segundo lugar, se ubicó la resina Palifique® LXS de Tokuyama con una media de 203.97 +/- 22.16. Posteriormente, se posicionó la Estilete® Alpha de Tokuyama, con una media de 183.48 +/- 36.46 muy parecida a la media de la Resina Vitra-APS® de FGM que fue de 183.34 con una desviación estándar de 24.19; siendo esta última la que obtuvo menor resistencia compresiva.

El estudio de Tejada P. et al. (8) (2020) se centró en la comparación del esfuerzo (resistencia compresiva) de las resinas compuestas nanoparticuladas y suprananoparticuladas de dos marcas comerciales distintas. En los resultados obtenidos, se mostró que la resina PalifiqueLX5® de Tokuyama obtuvo una media de 92.09, a diferencia de la presente investigación con una media de 203.97, siendo de igual manera la segunda más resistente. En el trabajo investigativo de Tejada, esta resina se ubica después de la resina ESPE FILTEK Z350 XT – 3M con una media de 148.47 Mpa. En el presente estudio está ubicada después de la Resina Forma® de Ultradent con una media de 216.26 Mpa.

En la investigación de Tejada se develaron diferencias significativas. En relación a ello, se recomienda la resina ESPE FILTEK Z350 XT – 3M para el sector posterior y la resina PalifiqueLX5® de Tokuyama para anteriores. En el presente trabajo a diferencia del estudio anterior no se encontraron diferencias significativas. Esto puede deberse a que las resinas que se compararon son nanohíbridas con componente de circonio. No obstante, se percibieron diferencias numéricas que pueden ser importantes para elegir una resina debido a su resistencia compresiva o al sector en el cual se utilizará. Para estas decisiones se deben realizar estudios para conocer la estabilidad de los colores y usarlas con mayor frecuencia en el sector anterior.

Al analizar estudios que evalúan la resistencia compresiva de composites, se considera oportuno mencionar a Castillo L., en el año 2020, autor que se centró en determinar la resistencia a la compresión de tres resinas compuestas nanohíbridas, Bulk Fill, que corresponden a Filtek™ 3M, Tetric Evo Ceram-Ivoclar Vivadent y Admira Fusion X-tra Voco, las que son usadas principalmente en restauraciones posteriores. El estudio fue

experimental in vitro, comparativo transversal. Los resultados develaron que la resistencia a la compresión del composite Filtek™ Bulk Fill obtuvo un promedio de 51,964MPa, mínima 18,30MPa y máxima 85,15 MPa. En relación a ello, el composite de Tetric® Evo-Ceram Bulk Fill obtuvo un promedio de 111,607 MPa, mínima 77,19 MPa y máxima 185,42 MPa. En última posición, se ubicó el composite de Admira Fusion X-tra Bulk Fill mostrando un promedio de 99,273 MPa, mínima 62,87 MPa y máxima 139,26 MPa.

En las conclusiones se aseveró que el composite Tetric® Evo-Ceram obtuvo mayor resistencia compresiva comparándola con los otros composites evaluados¹⁰. Lamentablemente, estos resultados no se pueden comparar con el presente estudio, sin embargo, se puede precisar, que la que tiene mayor resistencia es el composite de Tetric® Evo-Ceram Bulk Fill con 111.609 MPa, muy parecido a la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Vitra® APS – FGM con un promedio de 183.34, que es la que obtuvo menos resistencia compresiva. Esta resina se mostró diferente a las del estudio en comparación, siendo esas resinas compuestas recomendadas para el sector posterior con mayor resistencia.

El estudio de Albán, C, y col (2019) se dirigió a comparar la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida y Bulk-Fill utilizando técnicas incremental y mono-incremental. La investigación fue de tipo experimental comparativo in vitro. Los investigadores encontraron que la resistencia a la fractura del composite convencional con la técnica de aplicación incremental obtuvo una media de 219,998 MPa. En el caso de la técnica de aplicación mono-incremental fue de 122,771 MPa. La resistencia a la fractura del composite Bulk Fill con la técnica de aplicación incremental tuvo una media de 246,433 MPa. La técnica de aplicación mono-incremental llegó a 251,322 MPa. En las conclusiones, señalaron una diferencia significativamente estadística entre la resistencia a la fractura del composite convencional (nanohíbrida) y composite Bulk Fill, con diferentes técnicas de aplicación incremental y mono-incremental. Los resultados del estudio presentado, se pueden comparar con los obtenidos en la presente investigación, en el cual la resina compuesta con circonio que obtuvo mayor resistencia compresiva fue Forma® Ultradent con una media de 216.26 Mpa +/- 44.08 y un intervalo de confianza al 95% (184.72; 242.79). Aun así, continúa mostrándose algo

menor que la resina composite Bulk Fill con aplicación incremental, no obstante, se requieren un mayor número de estudios para apreciar la comparación de estas.

La investigación desarrollada por Peñafiel y col (2019), se centró en comparar la resistencia de las resinas híbrida, nanohíbrida y Bulk Fill con la finalidad de determinar la resina de mayor resistencia a la compresión. La investigación tomó como escenario el Centro de Fomento Productivo Meta-Imecánico de Carrocero. Se utilizó un diseño experimental in vitro de tipo comparativo, transversal. En el ensayo realizado se mostró, que la resistencia fue de 162,998 MPa en Filtek Z250, de 177,05 MPa para Filtek Z350 XT y 172,305 MPa para Filtek Bulk Fill. No se encontraron conclusiones definitivas por falta de evidencia suficiente. La estadística descriptiva develó que el composite nanohíbrida de la Filtek Z350 XT obtuvo mayor resistencia. En el presente estudio, también se constata que no existe diferencia significativa en estas resinas. En relación a ello, se puede señalar que sus valores numéricos son menores a la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Vitra® APS – FGM que obtuvo un 183.34 MPa. Esta resina resultó ser la más baja de todas las resinas compuestas nanohíbridadas con circonio en cuanto a su resistencia compresiva, con una desviación estándar de 24.19 y un intervalo de confianza al 95% (166.04; 200.65).

Los investigadores Borja y Loyola (2018) realizaron un estudio con la finalidad de comparar in vitro la resistencia a la compresión y resistencia flexural de resinas Bulk Fill (Opus™ Bulk Fill, Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Bulk Fill). Los resultados mostraron que, para la resistencia a la compresión, G1: Opus™ Bulk Fill obtuvo una media de 141.68, MPa \pm 22.20, G2: Tetric® N-Ceram Bulk Fill una media de 139.03 MPa \pm 23.56, G3: Filtek™ Bulk Fill una media de 235.59 MPa \pm 26.08 y G4: Filtek™ Z350XT con una media de 99.28 MPa \pm 11.36. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre todas las resinas evaluadas ($p < 0.001$). En caso de la resistencia flexural los resultados fueron: G5: Opus™ Bulk Fill (116.29 MPa \pm 7.20), G6: Tetric® N-Ceram Bulk Fill (109.67 MPa \pm 7.58), G7: Filtek™ Bulk Fill (200.53 MPa \pm 10.32) y G8: Filtek™ Z350XT (90.08 MPa \pm 8.63). Estos indicadores permiten apreciar diferencias estadísticamente significativas entre todas las resinas evaluada ($p < 0.001$). En las conclusiones expusieron que la resina Filtek™ Bulk Fill mostró mayor resistencia a la compresión y flexural en relación a las resinas evaluadas.

En este caso, también se pudo observar, que la resina que posee mayor resistencia compresiva es menor que la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Vitra® APS – FGM que obtuvo un 183.34 MPa, siendo esta la más baja de todas las resinas compuestas nanohíbridas con circonio.

Estudios similares fueron realizados por Meenakumari, C. (2018), en el que se probaron muestras de cinco resinas nano compuestos posteriores SureFil SDR, ClearFil Majesty, Ever X, Tetric Evo Ceram bulk fill y Filtek Z350. Estas resinas se sometieron a ensayos mecánicos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, módulo de flexión y nano dureza. En las conclusiones se develaron diferencias significativas entre las resinas, como consecuencia de las diferencias en porcentaje y tipo de partículas de relleno. Al comparar estos indicadores con los resultados del presente estudio, se aprecia que la resina nanoparticulada Filtek Z350 XT-3M es la de mejor resistencia compresiva en comparación con otras resinas. En igual sentido, se puede señalar que se comprobó similitud de resultados en la resistencia a la fractura por fuerza compresiva de la resina Filtek Z350 XT-3M, que también es la resina de estudio en la presente investigación. Igualmente, se obtuvieron valores altos en sus propiedades, con excepción de la resina Ever X, que no es comercializada en Perú y, por lo tanto, no es posible compararla.

En la investigación de Bonilla E, y col (2017) evaluaron la resistencia a la flexión de 3 resinas compuestas utilizadas en la Clínica del Posgrado de Prosthodontia Avanzada de la UAdeC. El diseño fue experimental comparativo in vitro. Se realizó la comparación de Filtek Z250 XT® de 3M ESPE, Brilliant® de Coltene Whaledent, Ena HRi®, las cuales fueron expuestas a ensayos de resistencia a la flexión y a la compresión. Los resultados mostraron que el grupo 1 resistió una fuerza máxima de 86.084 N, con un esfuerzo máxima de 161.408 MPa y un módulo de elasticidad de 8991.576 MPa. El grupo 2 indicó una fuerza máxima 62.591 N, esfuerzo máximo de 121.152 MPa y un módulo de elasticidad de 6532.10 MPa. El grupo 3 reflejó una fuerza máxima de 59.92, resistencia máxima de 112.36 MPa y módulo de elasticidad 5809.80 MPa. En las conclusiones, se expresó que la resistencia a la flexión de las resinas se relaciona con su módulo de elasticidad, siendo Filtek Z250 XT® la resina que obtuvo la más alta resistencia a la flexión por consiguiente mejor módulo de elasticidad.

En este estudio no se compararon esas resinas, sin embargo, se pudo apreciar que al igual que los anteriores poseen menor resistencia compresiva que las compuesta nanohíbrida con circonio. Al igual que las anteriores, no se pudo comparar en gran medida por el tipo de composición de las resinas. No obstante, se pudo demostrar que estas resinas compuestas nanohíbridas con circonio son más resistentes y se pueden utilizar con mayor frecuencia en el sector posterior.

V. CONCLUSIONES

1. Al comparar la resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Forma® Ultradent, Vitra® de FGM, Estelite® de Tokuyama y Palfique® 5XL de Tokuyama; se corroboró que todas estas resinas tienen el mismo comportamiento y pueden ser usadas indistintamente, por lo que se determina que todas presentan la misma resistencia compuestas nanohíbridadas con circonio.
2. En el caso de la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Forma® Ultradent obtuvo un puntaje de 216.26 Mpa, siendo la que obtuvo mayor resistencia compresiva.
3. En el caso de la resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio de Vitra® de FGM fue de 183.34 Mpa, siendo la que obtuvo la menor resistencia.
4. Para la resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio Estelite® de Tokuyama fue de 143.48 Mpa, siendo una de las más bajas.
5. En cuanto a la resistencia compresiva de la resina compuesta nanohíbrida con circonio Palfique® 5XL de Tokuyama fue de 203,96 Mpa, siendo la segunda más resistente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de estos materiales, ya que se pudo observar que la resistencia compresiva de estas resinas compuestas nanohíbridas con circonio, muestran mayor resistencia que otras resinas analizadas en estudios precedentes, siendo resinas de elección en el sector posterior.
2. De igual modo, se recomienda el uso de estas resinas, al mostrarse más resistentes que otras resinas del mercado, en cuanto a la resistencia compresiva.
3. Se recomienda realizar nuevos estudios centrados en la comparación de otras resinas compuestas, mediante nuevos ensayos, con la finalidad de evaluar la adhesión y estabilidad de contracción, entre otras variables físicas y mecánicas.
4. Incrementar al presente estudio si la calidad de pulido influye de manera positiva o negativa a la resistencia a la compresión.
5. Realizar ensayos con la finalidad de comparar la distancia de fotocurado, así como la profundidad de polimerización de las resinas y relacionarla con los tipos de luz tanto LED como Halógena.
6. Se recomienda evaluar la resistencia a la compresión de las resinas con la inhibición de oxígeno a diferentes distancias de fotoactivación.

7. Se recomienda realizar ensayos para evaluar la elasticidad de las resinas, así como la evaluación del impacto de las comidas en la resistencia de las resinas y cambios de color.

VII. REFERENCIAS

1. Garrofé A, Martucci D, Picca M. Adhesión a tejidos dentarios. Revista de la Facultad de Odontología UBA. 2014; 29(67): 5-13.
2. Zeballos, L. & Valdivieso, Á. Materiales Dentales de Restauración. Revista de Actualización Clínica Investiga-Revistas Bolivianas 2013: [En línea] Available at: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682013000300005&script=sci_arttext.
3. Chalacán , R., & Garrido, P. Análisis comparativo del grado de pigmentación de tres resinas nanohíbridas: Estudio in Vitro. “*ODONTOLOGÍA*”, 2016; 8(1):62-72. Obtenido de.
[file:///C:/Users/Maria/Downloads/Dialnet-AnalisisComparativoDelGradoDePigmentacionDeTresRes-5597625%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Maria/Downloads/Dialnet-AnalisisComparativoDelGradoDePigmentacionDeTresRes-5597625%20(3).pdf).
4. Besegato, J., Jussiani , E., Casanova, A., Fernandes, R., Salomão, F., Santana, B., Hoepfner, M Effect of light-curing protocols on the mechanical behavior of bulk-fill resin composites. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomechanical Materials*, 2018; 90 (1) :381-387.
doi:10.1016/j.jmbbm.2018.10.026.
5. Lafuente, J. Grado de polimerización y adaptación marginal de cavidades obturados con resinas Bulkfill. *tesis(pregrado)*. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 2016. Obtenido de:
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3521/1/40441.pdf>.
6. Guerrero, A., & Chumi , R. (). Comparación in vitro de la profundidad de curado de una resina nanohíbrida fotoactivada con luz halógena versus luz led. *Revista Nacional de Odontología*, 2018; 14(26): 1-10. doi:<http://dx.doi.org/10.16925/od.v13i26.2042>.
7. Yang, J., Liao, M., Hong, G., Dai, S., Shen, J., Xie, H. y Chen, C. (). Efecto de los rellenos de nanocirconia acondicionados con APTES o MPTS sobre las propiedades

- mecánicas de los compuestos de resina a base de Bis-GMA. *ACS omega*. 2020; 5 (50): 32540–32550.
<https://doi.org/10.1021/acsomega.0c04762>.
8. Tejada, P., Villalobos, C., Coronel, Z. Resistencia a la comprensión de las resinas dentales de nanopartículas y suprananopartículas. *Rev. Salud y vida sipanense* 2020; 7(2): 66-75.
 9. Borja F y Loyola L. Comparación in vitro de la resistencia a la compresión y resistencia flexural de resinas Bulk Fill (Opus™ Bulk Fill, Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Bulk Fill) [Internet]. [Lima, Perú]: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC); 2018. Available from: <http://hdl.handle.net/10757/624900>
[https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(3\).septiembre.2019.585-595](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(3).septiembre.2019.585-595).
 10. Acurio, P., Falcón, G., Casas, L. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. *Odontología Vital* 2017; 27:69-77.
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-07752017000200069&lng=en.
 11. Cosio H, Abanto M, Lazo L. Estudio in vitro de la resistencia adhesiva a dentina de dos resinas fluidas para Restauración. *Ciencia y Desarrollo*, Julio-Diciembre 2016; 19 (2): 13-18.
 12. de León Cáceres Maria Elisa, Mederos Gómez Matias, Cuevas-Suárez Carlos Enrique, Maglione García Francisco, Grazioli Pita Guillermo Steven. Estudio in vitro de la relación entre resistencia de unión a esmalte dental y microfiltración en resinas compuestas fotopolimerizables. *Odontoestomatología* [Internet]. 2020 [citado 2021 Mayo 12]; 22(35): 38-49. Disponible en:
http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392020000100038&lng=es. Epub 01-Jun-2020.
<http://dx.doi.org/10.22592/ode2020n35a6>.
 13. Castillo Gordillo, Lilibeth Jackeline. Estudio in vitro de la resistencia a la compresión de resinas compuestas Bulk Fill., Universidad Nacional De Loja Facultad De La Salud Humana Carrera De Odontología 2020. pgs 96.

14. Albán, C., Sánchez, G., Vélez, T., & Merino, A. Comparación de la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida y bulk-fill utilizando técnicas incremental y monoincremental de la investigación. *Sathiti: sembrador*. 2019; 14(1), 196-206.
15. Peñafiel Rodríguez, M. V., Quisiguiña Guevara, S. M., Alban Hurtado, C. A., & Robalino Campos, H. R. Comparación de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas híbrida, nanohíbrida y bulk fill. *RECIMUNDO*, 2019; 3(3), 585-595.
16. Bonilla E., Aguilar A., Flores P., Sandoval Z. Evaluación de la resistencia a la flexión de tres resinas compuestas. *Rev. De operatoria dental y biomateriales*. Madrid. RobyD 2017; 1(3): 33-36.
17. Arce Muñoz, Natalia; Cabezas González, Carolina; Posada Ayala, Elizabeth; López Moreno, Lorena; Garzón R, Herney. Comparación de la resistencia de dos resinas microhíbridas para la restauración dental. *Revista Estomatología* 2005, 13 (2): 27 – 39.
18. Barrancos J. *operatoria dental: Integración clínica*. 4ta Ed. Buenos Aires: Panamericana; 2006. 297-335.
19. Nocchi E. *Odontología Restauradora: salud y estética*. 2da. Ed. Buenos Aires: Panamericana; 2008. 134-42
20. Garrofé A, Martucci D, Picca M. Adhesión a tejidos dentarios. *Revista de la Facultad de Odontología UBA*. 2014; 29(67): 5-13.
21. Rodríguez D, Pereira N. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontol Venez*. 2008 Dic; 46(3): 381-392.
22. Hambire, U., Tripathi, V., Mapari, A. Improvement in the compressive strength and flexural strength of dental composite. *ARPN J Eng Appl Scie*; 2012; 7(8):1066-69.
23. Sepideh, B., Saman, S. In vitro Comparative study of compressive strength of different types of composite resins in different periods of time. *Iran J Pharm Scie*. 2008; 4(1): 69-74.
24. Baldión, P., Vaca, D., Álvarez, C., & Agaton, D. Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2019; 53(9): 1689-1699.
25. Moezzyzadeh, M. Evaluation of the compressive strength of hybrid and nanocomposites. *Journal Dental School*. 2012; 30(1): 24-29.

26. Huayhua E. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014.
27. Nicoluzzi Alexandro, Ribeiro Moysés Marcos, Candido dos Reis Andréa, Rabelo Ribeiro José Carlos, Candido Dias Sérgio. Influencia del envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a compresión de resinas compuestas. *Acta odontol. venez.* 2008; 46(4): 465-468.
28. Botto I. Estudio Comparativo in vitro de la resistencia compresiva y la dureza superficial de un sistema de resina compuesta monoincremental (SonicFill TM) y uno convencional (Herculite® Precis) [Internet]. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Facultad de Odontología; 2013, 63p. [citado: 2021, mayo]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/117406>.
29. Inostroza M. Estudio comparativo del grado de sellado marginal de restauraciones realizadas con Sonicfill ® (Kerr), y una resina compuesta convencional Herculite Precis (Kerr) : (estudio in vitro) [Internet]. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Facultad de Odontología; 2012, 53p. [Citado: 2021, mayo]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112824>.
30. Kiran K y col. In vitro evaluation of the compressive strength of microhybrid and nanocomposites. *OHDM.* 2014; 13(4): 1171-3.
31. Miroslaw, O., Tarczydlo, B., T., ChaBas, R. Evaluation of marginal integrity of four Bulk-fill dental composite materials: in vitro Study. *Scien World J.* 2015; 15:1-8.
32. Manh, E. Las restauraciones en un solo bloque, un cambio de paradigma. *Dental tribune Hispanic & Latin American.* 2014; 8-10.
33. Naranjo-Pizano RM, Lince-Jaramillo JF, Vivas-Idarraga J, Ruiz-Ceballos D, Ortiz-Pérez P. Diferencia en la dureza de resinas utilizadas convencionalmente al polimerizarse con diferentes tipos de luz. *Rev. CES Odont* 2017; 30(1): 3-16.
34. Leprince, J. G., Hadis, M., Shortall, A. C., Ferracane, J. L., Devaux, J., Leloup, G., & Palin, W. M. Photoinitiator type and applicability of exposure reciprocity law in filled and unfilled photoactive resins. *Dental Materials.* 2011; 27(2): 157-164.

35. Baldión, P., Vaca, D., Álvarez, C., & Agaton, D. Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2019; 53(9): 1689-1699.
36. Yadav, R., & Kumar, M. Dental restorative composite materials: A review. *Journal of Oral Biosciences*. 2019; 61(2): 78-83.
37. El-Banna A, Sherief D, Fawzy Moussa A. Resin-based dental composites for tooth filling. In Khurshid Z, Najeeb S, Zafar MS, Sefat F, editors, *Advanced Dental Biomaterials*. 1 ed. Woodhead Publishing Limited; 2019: 127-173.
38. Ilie, N., Hilton, T. J., Heintze, S. D., Hickel, R., & Watts, D. C. (2017). *Academy of Dental Materials guidance — Resin composites: Part I — Mechanical properties*. *Dental Materials*, 1-15.
39. Kim, K., Ong, J., & Okuno, O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002; 87(6): 642-9.
40. Alshabib, A., Silikas, N., & Watts, D. C. Hardness and fracture toughness of resin-composite materials with and without fibers. *Dental Materials*. 2019; 35(8): 1194-1203.
41. Santini A, Gallegos IT, Felix CM. Photoinitiators in Dentistry: A Review. *Primary Dental Journal*. 2013; 2(4): 30-33.
42. Jandt KD, Mills RW. A brief history of LED photopolymerization. *Dent Mater*. 2013; 29(6): 605-617.
43. Mallineni SK, Nuvvula S, Matinlinna JP, Yiu CK, King NM. Biocompatibility of various dental materials in contemporary dentistry: a narrative insight. *J Investig Clin Dent* 2013; 4(1): 9-19.
44. Nunes, R., Araújo, A., Almeida, A. De, Barbosa, M., Tadeu, R., Maria, T. Moreira, E. Fabrication and characterization of remineralizing dental composites containing hydroxyapatite nanoparticles. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 109. 2020; 1-10.
45. Barreto, R. O., Gayosso, C. Á., & Ibarra, J. G. (2015). Light-polymerization of composite resins through different thicknesses of dental tissue. *Revista Odontológica Mexicana* 2015;19 (4): e218–e223.

46. Lee, C. H., Ferracane, J., & Lee, I. B. Effect of pulse width modulation-controlled LED light on the polymerization of dental composites. *Dental Materials*. 2018; 34(12): 1836-1845.
47. Haas, K., Azhar, G., Wood, D. J., Moharamzadeh, K., & Noort, R. Van. The effects of different opacifiers on the translucency of experimental dental composite resins. *Dental Materials*. 2017: 1-7.
48. Lu, H., Mehmood, A., Chow, A., & Powers, J. M. Influence of polymerization mode on flexural properties of esthetic resin luting agents. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2005; 94(6): 549-554.
49. Ilie, N., Hilton, T. J., Heintze, S. D., Hickel, R., & Watts, D. C. Academy of Dental Materials guidance — Resin composites: Part I — Mechanical properties. *Dental Materials*. 2017; 33 (8): 880-894.
50. Khosravani, M. R. Mechanical behavior of restorative dental composites under various loading conditions. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2019; 93: 151-157.
51. Stansbury, J. W. Curing Dental Resins and Composites by Photopolymerization. *Journal of Esthetic Dentistry*. 2007; 12 (6): 300-308.
52. Haas, K., Azhar, G., Wood, D. J., Moharamzadeh, K., & Noort, R. Van. The effects of different opacifiers on the translucency of experimental dental composite resins. *Dental Materials*. 2017; 33(8): e310-e316.
53. Braga, R. R., Ballester, R. Y., & Ferracane, J. L. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: A systematic review. *Dental Materials*. 2005; 21(10): 962-970.
54. Drummond, J. L. Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials. *Journal of Dental Research*. 2008; 87(8): 710-719.
55. Lohbauer, U., Belli, R., & Ferracane, J. L. Factors involved in mechanical fatigue degradation of dental resin composites. *Journal of Dental Research*. 2013; 92(7): 584-591.
56. Hernández-Sampieri, R. y Mendoza Torres C. P. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw Hill 2018.

57. Hernández Sampieri, R; Fernández C; Baptista P. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: McGraw Hill; 2016. 601 p.
58. Argimón Pallas J.M., Jiménez Villa J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. 4ª ed. Barcelona: Mosby-Doyma; 2013. 520p.
59. Pita Fernández, S. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña CAD ATEN PRIMARIA 1996; 3: 138-14.

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de consistencia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYO “FRANKLIN ROOSEVELT”

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Escuela Profesional de Estomatología

Autores: TORRES SANDOVAL, Hernán Alejandro

Tema: “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CUATRO RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS CON CIRCONIO UTILIZADOS EN PERÚ - 2021”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables y Dimensiones	Metodología
Principal	Principal	General	Variable 1	Nivel de investigación
¿Cuál es la resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú - 2021?	Determinar la efectividad de la resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú - 2021.	La intervención audiovisual incrementará el conocimiento resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú - 2021.	Resistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Descriptivo - Correlacional
Específicos	Específicos		Dimensiones	Diseño de la investigación
PE. 1 ¿Cuál es la resistencia a la compresión de las resinas compuestas nanohíbridas Palfique® de Tokuyama con circonio utilizados en Perú - 2021?	OE. 1 Determina la resistencia a la compresión de resinas compuestas nanohíbridas Palfique® de Tokuyama con circonio utilizados en Perú - 2021.		Resinas compuestas nanohíbridas con circonio	<ul style="list-style-type: none"> • Pre experimental • Transversal • Prospectivo
PE. 2 ¿Cuál es la resistencia a la compresión de las resinas compuestas nanohíbridas Estelite® de Tokuyama con circonio utilizados en Perú - 2021?	OE. 2 Determinar la resistencia a la compresión de resinas compuestas nanohíbridas Estelite® de Tokuyama con		<ul style="list-style-type: none"> - Mp - mm 	Población La población estará conformada por cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú - 2021.
				Muestra: La muestra estará conformada por 10 bloques de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizadas en Perú en el año 2021

<p>PE. 3 ¿Cuál es la resistencia a la compresión de las resinas compuestas nanohíbridas Vitra® de FGM con circonio utilizados en Perú - 2021?</p> <p>PE. 4 ¿Cuál es la resistencia a la compresión de las resinas compuestas nanohíbridas Forma® de Ultradent con circonio utilizados en Perú - 2021?</p> <p>PE. 5 ¿Cuál es la diferencia de medias de resistencia a la compresión de las resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú - 2021?</p>	<p>circonio utilizados en Perú - 2021.</p> <p>OE. 3 Determinar la resistencia a la compresión de resinas compuestas nanohíbridas Vitra® de FGM con circonio utilizados en Perú - 2021.</p> <p>OE. 4 Determinar resistencia a la compresión de resinas compuestas nanohíbridas Forma® de Ultradent con circonio utilizados en Perú - 2021.</p>			<p>Técnicas -Observación -Evaluación virtual</p> <p>Instrumentos Ficha de recolección de datos dado por el laboratorio.</p>
---	---	--	--	---

Anexo N° 2: Instrumento de recolección de datos

FICHA DE OBSERVACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“Resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú - 2021”

INSTRUCCIONES

Antes de iniciar con la observación, procure encontrarse en un estado de equilibrio emocional y somático. Si se siente cansado, estresado o enfermo, suspenda la observación. Procure realizar todas las mediciones bajo las mismas condiciones de comodidad. En el caso de no tener certeza sobre la medición de alguna unidad de análisis, descarte su evaluación. Registre los datos sin borrones ni enmendaduras.

Los espacios en los que no pueda registrar información, táchelos con una línea.

a) DATOS GENERALES. -

FECHA DE EVALUACIÓN:

NÚMERO DE ELEMENTO:

b) DATOS ESPECÍFICOS. -

I. MARCA DE RESINA A UTILIZAR (GRUPO DE ESTUDIO)

- Forma® Ultradent.
- Vitra® de FGM.
- Palfique de Tokuyama y
- Estelite® de Tokuyama

II. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

.....
.....

MUESTRA DE
ESTUDIO

Resultados generales		Palfique LX5 – Tokuyama			
Grupo 1					
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Resultados generales		Estelite Alpha – Tokuyama			
Grupo 2					
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Resultados generales Grupo 3		Vitra APS – FGM			
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Resultados generales Grupo 4		Forma – Ultradent			
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Anexo N° 3: Validación de expertos

Formato de Validación del instrumento por el primer experto

E.P. DE ESTOMATOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

APRECIACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de apreciación de un instrumento de investigación; el presente formato servirá para que Ud. pueda hacernos llegar sus apreciaciones respectivas sobre el instrumento de medición: Ficha de resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio en Perú - 2021, a utilizar en la investigación titulada: "Resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio en Perú - 2021".

A continuación, sírvase identificar el criterio y marque con un aspa en la casilla que usted considere conveniente, además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones. Agradecemos de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento para así recolectar información veraz.

Criterios	Apreciación		Observaciones
	SI	NO	
1. El instrumento responde al planteamiento del problema	X		
2. El instrumento responde a los objetivos de la investigación	X		
3. El instrumento responde a la Operacionalización de variables	X		
4. Los ítems responden a las hipótesis de estudio	X		
5. La estructura que presenta el instrumento es secuencial	X		
6. Los ítems están redactados en forma clara y precisa	X		
7. El número de ítems es adecuado	X		
8. Los ítems del instrumento son validos	X		
9. ¿Se debe de incrementar el número de ítems?		X	
10. Se debe de eliminar algún ítem		X	

Sugerencias para mejorar el instrumento: Ninguna, se aprueba aplicación del instrumento

Nombres y apellidos	JUAN JESÚS, BUENDÍA SUAZO	DNI N°	19991941
Título profesional	CIRUJANO DENTISTA		
Grado académico	MAESTRO		
Mención	EN ESTOMATOLOGÍA		
Lugar y fecha:	Huancayo, 18 de octubre del 2021	Firma:	

Juan J. Buendía Suazo
CIRUJANO DENTISTA

Formato de Validación del instrumento por el segundo experto

ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

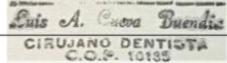
APRECIACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de apreciación de un instrumento de investigación; el presente formato servirá para que Ud. pueda hacernos llegar sus apreciaciones respectivas sobre el instrumento de medición: Ficha de resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio en Perú - 2021, a utilizar en la investigación titulada: "Resistencia a la compresión de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio en Perú - 2021".

A continuación, sírvase identificar el criterio y marque con un aspa en la casilla que usted considere conveniente, además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones. Agradecemos de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento para así recolectar información veraz.

Criterios	Apreciación		Observaciones
	SI	NO	
1. El instrumento responde al planteamiento del problema	X		
2. El instrumento responde a los objetivos de la investigación	X		
3. El instrumento responde a la Operacionalización de variables	X		
4. Los ítems responden a las hipótesis de estudio	X		
5. La estructura que presenta el instrumento es secuencial	X		
6. Los ítems están redactados en forma clara y precisa	X		
7. El número de ítems es adecuado	X		
8. Los ítems del instrumento son validos	X		
9. ¿Se debe de incrementar el número de ítems?		X	
10. Se debe de eliminar algún ítem		X	

Sugerencias para mejorar el instrumento: NINGUNA, es por consecuencia APLICABLE

Nombres y apellidos	LUIS ALBERTO, CUEVA BUENDÍA	DNI N°	20049226
Título profesional	CIRUJANO DENTISTA		
Grado académico	MAESTRO		
Mención	EN ADMINISTRACIÓN		
Lugar y fecha: Huancayo, 18 de octubre del 2021	Firma:  		

Anexo N° 4: Certificado de calibración del equipo a utilizar en el estudio.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMF - 2020 - 010

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2020-08-15
 Fecha de expiración: 2021-08-15
 Expediente: LMC-2020-0666

1. SOLICITANTE : **HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.**
 Dirección : Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: **MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES**

Marca : LG
 Modelo : CMT-5L
 Serie : 7419
 Identificación : No Indica
 Rango de indicación : 5000,00 N
 División mínima : 0,01 N
 Tipo de Ensayo : Tracción
 Tipo de indicación : Digital
 Procedencia : Korea
 Ubicación : No Indica
 Fecha de Calibración : 2020-08-14

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario esta en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

3. METODO DE CALIBRACIÓN:

La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional. Se tomó como referencia la norma ISO 7500-1: 2004 Materiales Metálicos. Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales parte 1. Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:

LABORATORIOS MECALAB S.A.C.
 Av. Lurigancho Nro. 1063, San Juan de Lurigancho - Lima.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,3 °C	20,4 °C
Humedad Relativa (%HR)	59 %HR	57 %HR

6. PATRONES DE REFERENCIA:

Patrón	Valor / Clase	Marca	Certificado de Calibración
Termohigrómetro	0 °C a 50 °C	Traceable	LH-085-2019 DM-INACAL
Juego de pesas	1 g a 1 kg / M2	Ninguna	LMM-2020-014 INMELAB
Juego de pesas	5 kg, 10 kg y 20 kg / M2	Ninguna	LMM-2020-017 INMELAB

Gerente de Metrología



Firmado digitalmente por Jorge Jesús Padilla Dueñas
 Fecha: 2020.08.17 18:00:28 -05'00



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAB S.A.C."

7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:
MEDICIÓN DE TRACCIÓN

Indicación del Patrón (N)	Indicación del Equipo (N)	Corrección (N)	Incertidumbre (N)
500,00	501,91	-1,91	2,66
1 000,00	1003,33	-3,33	3,91
1 500,00	1503,68	-3,68	6,47
2 000,00	2005,43	-5,43	9,02
2 500,00	2506,53	-6,53	14,04
3 000,00	3010,63	-10,63	18,97
3 500,00	3515,28	-15,28	17,22
4 000,00	4019,52	-19,52	15,68
4 500,00	4521,32	-21,32	18,99
5 000,00	5025,23	-25,23	21,61

Indicación del Equipo (N)	Errores Relativos				Incertidumbre Expandida U (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	
501,91	-0,38	0,22	---	---	0,53
1 003,33	-0,33	0,32	---	---	0,39
1 503,68	-0,24	0,43	---	---	0,43
2 005,43	-0,27	0,27	---	---	0,45
2 506,53	-0,26	0,16	---	---	0,56
3 010,63	-0,35	0,35	---	---	0,63
3 515,28	-0,43	0,23	---	---	0,49
4 019,52	-0,49	0,53	---	---	0,39
4 521,32	-0,47	0,43	---	---	0,42
5 025,23	-0,50	0,37	---	---	0,43

Retorno a cero f_0	0,00%
----------------------	-------

Error relativo máximo permitido según la clase de la escala de la máquina de ensayo (ISO)

Clase de la escala de la máquina	Errores Relativos				
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	Cero f_0 (%)
0,50	± 0,5	0,50	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,00	± 1,5	0,50	± 0,1
2	± 2,0	2,00	± 3,0	1,00	± 0,2
3	± 3,0	3,00	± 4,5	1,50	± 0,3


8. OBSERVACIONES:

- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

9. CONCLUSIONES:

- De las mediciones realizadas se concluye que el equipo se encuentra calibrado debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.
- Se recomienda realizar la próxima calibración en un plazo no mayor a un año desde la emisión de la misma.

FIN DEL DOCUMENTO

Anexo N° 5: Tablas de resultados



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°	IE-117-2021	EDICION N° 2	Página 1 de 4
ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN RESINAS ODONTOLÓGICAS			
1. TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CUATRO RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS CON CIRCONIO UTILIZADOS EN PERÚ - 2021"		
2. DATOS DEL SOLICITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	Hernán Alejandro Torres Sandoval		
DNI	42035221		
DIRECCIÓN	Av. Arenales 1244		
DISTRITO	Jesús María - Lima		
3. EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Maquina digital de ensayos universales CMT- 5L		
MARCA	LG		
APROXIMACIÓN	0.001 N		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	29	Octubre	2021
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
CANTIDAD	4 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras cilíndricas de resina odontológica de Ø 4mm y 10 mm de altura		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Palfique LX5 - Tokuyama Dental	
	Grupo 2	Estelite Alpha - Tokuyama Dental	
	Grupo 3	Vitra APS - FGM	
	Grupo 4	Forma - Ultradent	
5. REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISION DE INFORME	29	Octubre	2021



HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho
Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm
E-mail.: robert.etmec@gmail.com

INFORME DE ENSAYO N°		IE-117-2021		EDICION N° 2		Página 2 de 4	
6. RESULTADOS GENERADOS							
Grupo 1				Palfique LX5 - Tokuyama Dental			
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)		
1	4.09	10.00	13.14	3087.79	235.02		
2	4.02	10.00	12.69	2253.16	177.52		
3	4.00	10.00	12.57	2569.38	204.46		
4	4.06	10.00	12.95	2636.33	203.64		
5	4.06	10.00	12.95	2272.82	175.56		
6	4.01	10.00	12.63	2721.10	215.46		
7	4.01	10.00	12.63	2690.10	213.00		
8	4.02	10.00	12.69	2896.81	228.23		
9	4.02	10.00	12.69	2182.40	171.95		
10	4.01	10.00	12.63	2713.73	214.88		
Grupo 2				Estelite Alpha - Tokuyama Dental			
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)		
1	4.09	10.01	13.14	1793.64	136.52		
2	4.07	10.00	13.01	1765.73	135.72		
3	4.06	10.02	12.95	2804.72	216.64		
4	4.05	10.00	12.88	1840.31	142.85		
5	4.07	10.00	13.01	2410.27	185.26		
6	4.02	10.00	12.69	2859.33	225.28		
7	4.05	10.00	12.88	2140.59	166.16		
8	4.04	10.00	12.82	2392.14	186.61		
9	4.03	10.00	12.76	2814.96	220.68		
10	4.02	10.00	12.69	2780.47	219.07		



INFORME DE ENSAYO N°		IE-117-2021		EDICION N° 2		Página 3 de 4	
Grupo 3			Vitra APS - FGM				
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)		
1	4.03	10.02	12.76	2514.66	197.14		
2	4.08	10.02	13.07	2437.84	186.46		
3	4.07	10.04	13.01	1880.40	144.53		
4	4.05	10.06	12.88	2405.30	186.71		
5	4.07	10.01	13.01	2504.39	192.50		
6	4.02	10.00	12.69	1828.66	144.08		
7	4.01	10.00	12.63	2575.50	203.93		
8	4.02	10.00	12.69	2098.69	165.35		
9	4.05	10.00	12.88	2757.05	214.01		
10	4.03	10.00	12.76	2534.73	198.72		
Grupo 4			Forma - Ultradent				
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)		
1	4.06	10.05	12.95	1894.08	146.30		
2	4.09	10.02	13.14	2482.83	188.98		
3	4.07	10.05	13.01	2249.55	172.91		
4	4.06	10.03	12.95	2098.37	162.08		
5	4.07	10.01	13.01	2971.95	228.43		
6	4.01	10.00	12.63	3053.28	241.76		
7	4.01	10.00	12.63	3214.03	254.49		
8	4.02	10.00	12.69	3176.43	250.26		
9	4.01	10.00	12.63	3309.43	262.04		
10	4.05	10.00	12.88	3289.12	255.32		





- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°	IE-117-2021	EDICION N° 2	Página 4 de 4
• Velocidad de ensayo 1 mm/min			
7. CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA: 21 °C HUMEDAD RELATIVA: 60 %		
8. VALIDÉZ DE INFORME	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME		
 ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN INGENIERO MECANICO CIP N° 193364	 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE		
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN			
ING. MECANICO			
LABORATORIO HTL CERTIFICATE			



HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho
Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm
E-mail.: robert.etmec@gmail.com

Resultados generales		Palfique LX5 – Tokuyama			
Grupo 1					
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.09	10.00	13.14	3087.79	235.02
2	4.02	10.00	12.69	2253.16	177.52
3	4.00	10.00	12.57	2569.38	204.46
4	4.06	10.00	12.95	2636.33	203.64
5	4.06	10.00	12.95	2272.82	175.56
6	4.01	10.00	12.63	2721.10	215.46
7	4.01	10.00	12.63	2690.10	213.00
8	4.02	10.00	12.69	2896.81	228.23
9	4.02	10.00	12.69	2182.40	171.95
10	4.01	10.00	12.63	2713.73	214.88

Resultados generales		Estelite Alpha – Tokuyama			
Grupo 2					
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.09	10.01	13.14	1793.64	136.52
2	4.07	10.00	13.01	1765.73	135.72
3	4.06	10.02	12.95	2804.72	216.64
4	4.05	10.00	12.88	1840.31	142.85
5	4.07	10.00	13.01	2410.27	185.26
6	4.02	10.00	12.63	2859.33	225.28
7	4.05	10.00	12.69	2140.59	166.16
8	4.04	10.00	12.88	2392.14	186.61
9	4.03	10.00	12.76	2814.96	220.68
10	4.02	10.00	12.69	2780.47	219.07

Resultados generales Grupo 3		Vitrea APS – FGM			
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.03	10.02	12.76	2514.66	197.14
2	4.08	10.02	13.07	2437.84	186.46
3	4.07	10.04	13.01	1880.40	144.53
4	4.05	10.06	12.88	2405.30	186.71
5	4.07	10.01	13.01	2504.39	192.50
6	4.02	10.00	12.69	1828.66	144.08
7	4.01	10.00	12.63	2575.50	203.93
8	4.02	10.00	12.69	2098.69	165.35
9	4.05	10.00	12.88	2757.05	214.01
10	4.03	10.00	12.76	2534.73	198.72

Resultados generales Grupo 4		Forma – Ultradent			
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.06	10.05	12.95	1894.08	146.30
2	4.09	10.02	13.14	2482.83	188.98
3	4.07	10.05	13.01	2249.55	172.91
4	4.06	10.03	12.95	2098.37	162.08
5	4.07	10.01	13.01	2971.95	228.43
6	4.01	10.00	12.63	3053.28	241.76
7	4.01	10.00	12.63	3214.03	254.49
8	4.02	10.00	12.69	3176.43	250.26
9	4.01	10.00	12.63	3309.43	262.04
10	4.05	10.00	12.88	3289.12	255.32

Anexo N° 7: Base de datos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	ID	Grupo	Ø	Lo	F	area	Esfuerzo						
2	1	1	4.09	10.00	3087.79	13.14	235.02						
3	2	1	4.02	10.00	2253.16	12.69	177.52						
4	3	1	4.00	10.00	2569.38	12.57	204.46						
5	4	1	4.06	10.00	2636.33	12.95	203.64						
6	5	1	4.06	10.00	2272.82	12.95	175.56						
7	6	2	4.09	10.01	1793.64	13.14	136.52						
8	7	2	4.07	10.00	1765.73	13.01	135.72						
9	8	2	4.06	10.02	2804.72	12.95	216.64						
10	9	2	4.05	10.00	1840.31	12.88	142.85						
11	10	2	4.07	10.00	2410.27	13.01	185.26						
12	11	3	4.03	10.02	2514.66	12.76	197.14						
13	12	3	4.08	10.02	2437.84	13.07	186.46						
14	13	3	4.07	10.04	1880.40	13.01	144.53						
15	14	3	4.05	10.06	2405.30	12.88	186.71						
16	15	3	4.07	10.01	2504.39	13.01	192.50						
17	16	4	4.06	10.05	1894.08	12.95	146.30						
18	17	4	4.09	10.02	2482.83	13.14	188.98						
19	18	4	4.07	10.05	2249.55	13.01	172.91						
20	19	4	4.06	10.03	2098.37	12.95	162.08						
21	20	4	4.07	10.01	2971.95	13.01	228.43						
22													
23													

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
		nombre solicitante	Hernán Alejandro Torres Sandoval													
		universidad	Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt													
		informe	Tesis													
			Palfique							Estelite α						
						mm2	Mpa					mm2	Mpa			
			\emptyset	Lo	F	area	Esfuerzo			\emptyset	Lo	F	area	Esfuerzo		
			1	4.09	10.00	3087.79	13.14	235.02		1	4.09	10.01	1793.64	13.14	136.52	
			2	4.02	10.00	2253.16	12.69	177.52		2	4.07	10.00	1765.73	13.01	135.72	
			3	4.00	10.00	2569.38	12.57	204.46		3	4.06	10.02	2804.72	12.95	216.64	
			4	4.06	10.00	2636.33	12.95	203.64		4	4.05	10.00	1840.31	12.88	142.85	
			5	4.06	10.00	2272.82	12.95	175.56		5	4.07	10.00	2410.27	13.01	185.26	
			Forma							Vitra APS						
						mm2	Mpa					mm2	Mpa			
			\emptyset	Lo	F	area	Esfuerzo			\emptyset	Lo	F	area	Esfuerzo		
			1	4.06	10.05	1894.08	12.95	146.30		1	4.03	10.02	2514.66	12.76	197.14	
			2	4.09	10.02	2482.83	13.14	188.98		2	4.08	10.02	2437.84	13.07	186.46	
			3	4.07	10.05	2249.55	13.01	172.91		3	4.07	10.04	1880.40	13.01	144.53	
			4	4.06	10.03	2098.37	12.95	162.08		4	4.05	10.06	2405.30	12.88	186.71	
			5	4.07	10.01	2971.95	13.01	228.43		5	4.07	10.01	2504.39	13.01	192.50	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2																
3	tipo de resina															
4																
5	Palfique LX5 - Tokuyama Dental			1												
6	Estelite Alpha - Tokuyama Dental			2												
7	Vitra APS - FGM			3												
8	Forma - Ultradent			4												
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda ¿Qué desea hacer?																												
AA13																												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		
1	ID	Tipo_Res.	Esf_Compresión																									
2	1	1	235.02																									
3	2	1	177.52																									
4	3	1	204.46																									
5	4	1	203.64																									
6	5	1	175.56																									
7	6	1	215.46																									
8	7	1	213																									
9	8	1	228.23																									
10	9	1	171.95																									
11	10	1	214.88																									
12	11	2	136.52																									
13	12	2	135.72																									
14	13	2	216.64																									
15	14	2	142.85																									
16	15	2	185.26																									
17	16	2	225.28																									
18	17	2	166.16																									
19	18	2	186.61																									
20	19	2	220.68																									
21	20	2	219.07																									
22	21	3	197.14																									
23	22	3	186.46																									
24	23	3	144.53																									
25	24	3	186.71																									
26	25	3	192.5																									
27	26	3	144.08																									
28	27	3	203.93																									
29	28	3	165.35																									
30	29	3	214.01																									
31	30	3	198.72																									
32	31	4	146.3																									
33	32	4	188.98																									
34	33	4	172.91																									
35	34	4	162.08																									
36	35	4	228.43																									
37	36	4	241.76																									
38	37	4	254.49																									
39	38	4	250.26																									
40	39	4	262.04																									
41	40	4	256.32																									

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
3597-3

Second edition
2003-10-01

**Textile-glass-reinforced plastics —
Determination of mechanical properties
on rods made of roving-reinforced
resin —**

**Part 3:
Determination of compressive strength**

*Plastiques renforcés verre textile — Détermination des propriétés
mécaniques sur joncs de stratifils —*

Partie 3: Détermination de la résistance en compression



Reference number
ISO 3597-3:2003(E)

Contents

Page

Foreword.....	iv
1 Scope.....	1
2 Normative references	1
3 Apparatus.....	1
4 Preparation and conditioning of specimens	2
5 Procedure.....	2
6 Expression of results.....	4
7 Precision	4
8 Test report.....	4

Textile-glass-reinforced plastics — Determination of mechanical properties on rods made of roving-reinforced resin —

Part 3: Determination of compressive strength

1 Scope

This part of ISO 3597 specifies a method for determining the compressive strength of composite rods of circular cross-section made of roving-reinforced resin. The test may be carried out on "as-moulded" rods, or on rods that have been pretreated by immersion in boiling water (or another medium) for a specified time. The test is intended for inspection and quality control of rovings or for evaluating their suitability for use in a resin system. The results obtained are not intended for the generation of design data.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ISO 3597-1, *Textile-glass-reinforced plastics — Determination of mechanical properties on rods made of roving-reinforced resin — Part 1: General considerations and preparation of rods*

3 Apparatus

3.1 Compression-testing machine, capable of maintaining a compression speed of 1 mm/min.

3.2 Two test jigs, for example as shown in Figure 1, each consisting of:

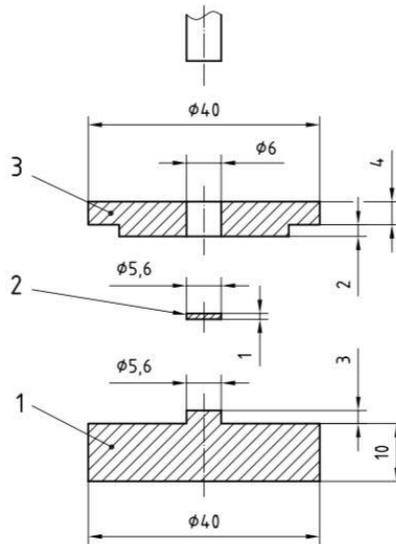
- a) a baseplate (1);
- b) an elastic compression pad (2) (made of polyamide, for example);
- c) a support ring (3).

Parts 1 and 3 of the upper jig may be bolted together to prevent them falling (see Figure 2 for an example of how this may be done).

The opening in the support ring shall fit snugly round the specimen in order to ensure consistent results. The maximum permitted opening diameter is 0,1 mm larger than the specimen diameter. If the specimen diameter is more than 0,1 mm smaller than that of the opening in the support ring, a support ring with a smaller opening shall be used. Deviations from nominal specimen dimensions can occur due to variations in the inner diameter of the mould or resin shrinkage.

3.3 Micrometer or vernier gauge, capable of measuring to the nearest 0,1 mm.

Dimensions in millimetres



Key

- 1 baseplate
- 2 elastic compression pad
- 3 support ring

Figure 1 — Example of jig for testing specimens of diameter 6,0 mm

4 Preparation and conditioning of specimens

The procedure specified hereafter is suitable for specimens of diameter 6 mm to be tested “as-moulded” and, if required, pre-treated. For each type of test (“as-moulded” or pre-treated), the minimum required number of specimens is eight. If specific statistical limits are agreed between interested parties, additional specimens may be tested to permit statistical analysis of the results. Prepare a sufficient number of rods, using the method specified in ISO 3597-1, and cut them into specimens of length 22,5 mm. Take care to ensure that the cut ends of the specimens are parallel.

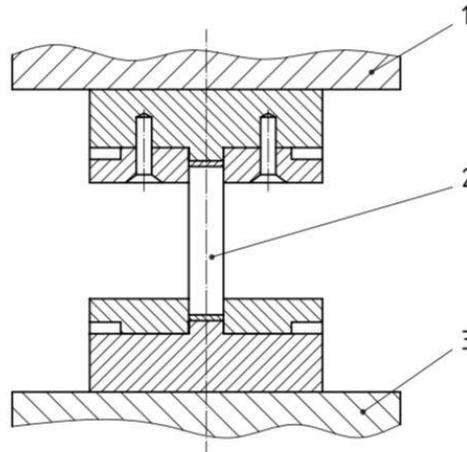
When rods of diameter other than 6 mm are used, the ratio of the rod length L to the rod diameter d shall satisfy the following equation:

$$L = 0,625d^2$$

5 Procedure

5.1 Before carrying out the compressive test, measure the diameter of each test specimen with a micrometer or vernier gauge (3.3) to the nearest 0,1 mm at two points around the circumference located 90° apart at the centre of the specimen. Use the average of these two measurements in the calculation of the results.

5.2 Conduct the compressive test in the same standard laboratory atmosphere as that used for specimen conditioning. Assemble a test specimen with a test jig (3.2) at each end. Place the assembly vertically between the platens of the test machine (3.1) (see also Figure 2). Compress the test specimen at a speed of 1 mm/min until the specimen fails. Record the maximum force, in newtons, that occurred during the test.



Key

- 1 upper plate of test machine
- 2 test specimen
- 3 lower plate of test machine

Figure 2 — Example of test assembly in test machine with bolted upper jig

5.3 The person requiring the test may require that the mode of failure be recorded (see Figure 3).

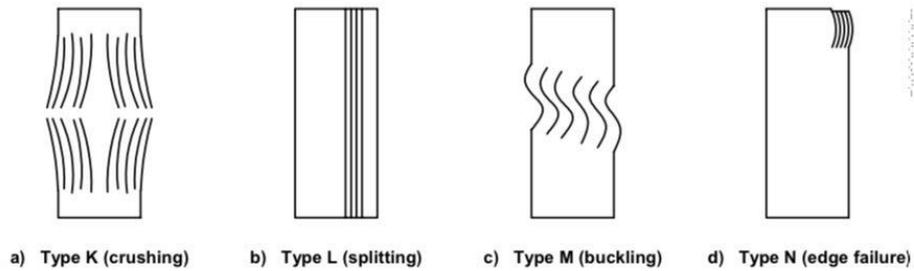


Figure 3 — Typical failure modes

6 Expression of results

For each specimen, calculate the compressive strength σ_C , expressed in megapascals, using the equation:

$$\sigma_C = \frac{4 \times F}{\pi d^2}$$

where

F is the maximum force, in newtons, that is recorded during the test;

d is the diameter, in millimetres, of the test specimen.

For each type of test ("as-moulded" or pretreated), calculate the average of the results obtained on each specimen, discarding those results which are lower than 50 % of this average. Report the resulting value as the compressive strength of the material. If fewer than five results are available for this calculation, a further set of test specimens shall be prepared and tested. If this second set results in similar difficulties, record this situation in the test report.

7 Precision

The precision of this test method is not known because inter-laboratory data are not available. When inter-laboratory data are obtained, a precision statement will be added at the following revision.

8 Test report

The test report shall include the following information:

- a) a reference to this part of ISO 3597;
- b) all information necessary for complete identification of the roving tested;
- c) all information necessary for complete identification of the resin used;
- d) the diameter of the mould used to prepare the test specimens;
- e) whether a release agent was used and, if so, details of the agent used;
- f) the curing and post-curing conditions;
- g) the test atmosphere;
- h) the test results:
 - 1) for "as-moulded" specimens, the glass content, diameter, compressive strength and, if required, mode of failure of each specimen tested and (except for the mode of failure) the average value;
 - 2) if testing was also carried out after pretreatment:
 - the medium used;
 - the length of the pretreatment;
 - the individual and average values of the compressive strength after pretreatment.

ISO 3597-3:2003(E)

www.iso.org

ICS 59.100.10; 83.120
Price based on 4 pages

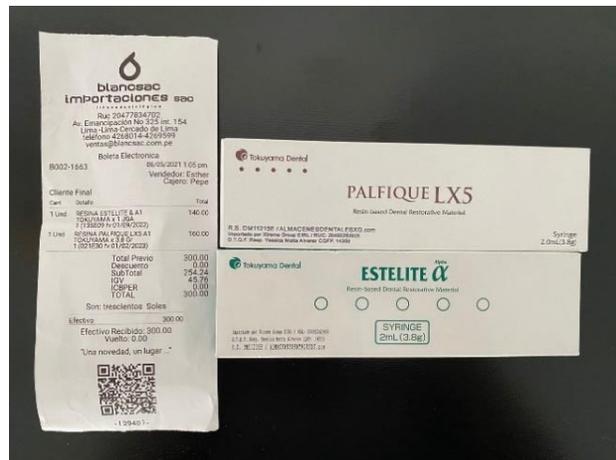
 **ALL RIGHTS RESERVED**
Copyright International Organization for Standardization
Provided by IHS under license with ISO
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

Anexo N° 9: Evidencias fotográficas.



Resina con circonio Forma de Ultradent



Resina con circonio Palfique de Tokuyama

Resinas compuestas nanohíbridas con circonio



Resina con circonio Vitra de FGM



Resina con circonio Estelite α de Tokuyama

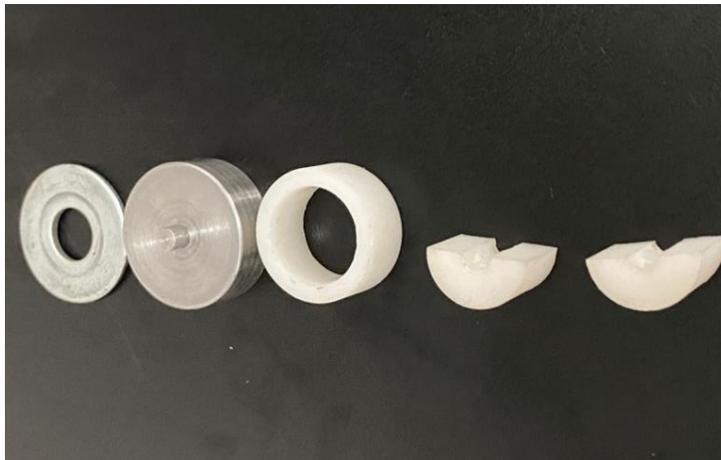


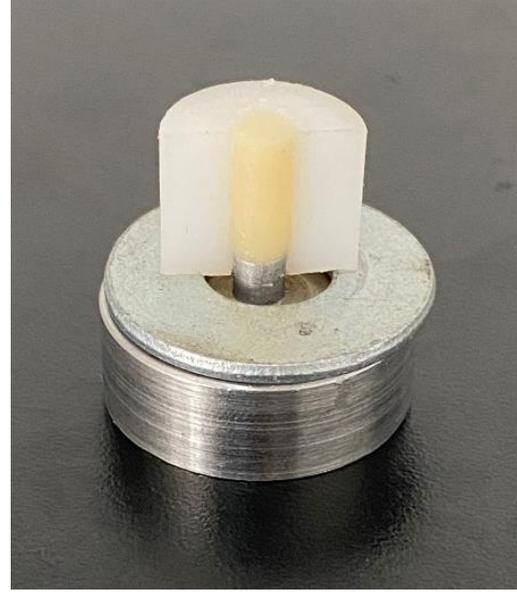
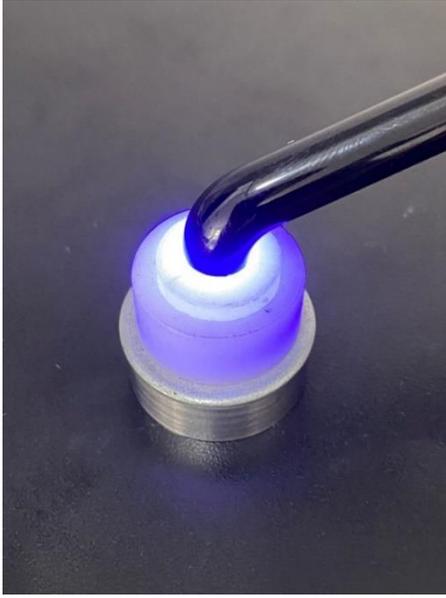
Resinas compuestas nanohíbridas con circonio y la lámpara Led C Cure de la marca Woodpecker de fotocurado Poliwave (multiondas)



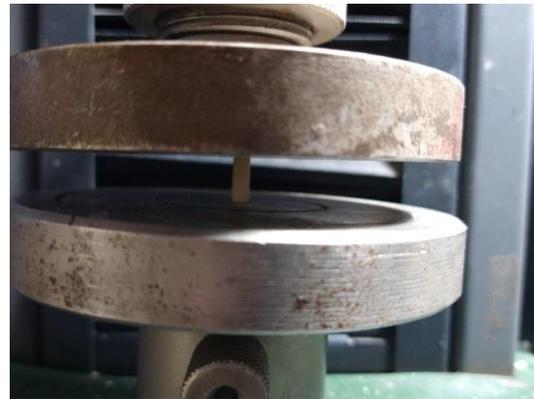
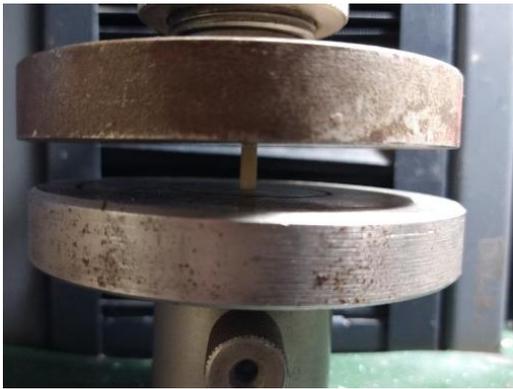


Molde para las resinas compuestas nanohíbridas con circonio





Preparación de la muestra con las moldes ya establecidos y con la luz dada por cada marca de resina compuesta nanohíbrida con circonio.



Muestras sometidas a la fuerza de compresión con una máquina de ensayo universal