



Comparación de la resistencia flexural entre dos tipos de cementos resinosos duales

Comparison of the flexural resistance between two types of dual resin cements

Comparaçãõ da resistênciã à flexãõ entre dois tipos de cimentos resinosos duais

María Mercedes Portero Rugel ^I
maria.portero@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-5947-0623>

Cristian Roberto Sigcho Romero ^{II}
crsigcho@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6456-0918>

Raciel Jorge Sánchez Sánchez ^{III}
racielsanchez64@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7178-8419>

Dolores Aracely Cedeño Zambrano ^{IV}
aracelycz@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1111-8832>

Correspondencia: maria.portero@unach.edu.ec

Ciencias Técnica y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de abril de 2023 ***Aceptado:** 12 de mayo de 2023 * **Publicado:** 16 de junio de 2023

- I. Odontóloga, Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- II. Odontólogo, Especialista en Prótesis Fija, Removible e Implanto Asistida Dentobucomaxilar, Docente en Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba Ecuador.
- III. Especialista de primer grado en Estomatología general integral, Doctor en Estomatología, Docente en Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba Ecuador.
- IV. Odontóloga, Especialista en Estética y Operatoria dental, Docente en Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba Ecuador.

Resumen

La resistencia a la flexión es un parámetro fundamental que determina la capacidad de un material para soportar fuerzas de flexión sin fracturarse. En el caso de los cementos resinosos utilizados en restauraciones dentales, una alta resistencia a la flexión garantiza la estabilidad y durabilidad de la restauración. El presente estudio compara la resistencia flexural entre dos tipos de cementos resinosos duales, de las marcas comerciales Relyx U200 y Multilink Speed, el estudio fue de enfoque mixto (cuali-cuantitativo), descriptivo, observacional e in vitro, la población de estudio estuvo constituida por muestras de dichos cementos mismos que fueron preparados en base a las normas ISO-4049 en dimensiones de: 2mm³ x 2mm³ x 25mm³ en un molde de TPU (poliuretano termoplástico) y un número aproximado de 20 por cada material. El cemento resinoso Multilink Speed, mostró un valor promedio de 85.8729 MPa de resistencia, su mediana de 75.3975 MPa, un mínimo de 41.37MPa, y un valor máximo de 136.12MPa, cumpliendo con las expectativas propuestas por el fabricante. Mientras que para el cemento Relyx U200 mostró un valor promedio de 4.485 MPa, la mediana de 4.4, la desviación estándar fue de 1.17172 MPa, con un valor mínimo de 2.3 MPa y un máximo de 6.2 MPa. Se reportó un valor de significancia menor a 0,05 (p=0,03) respecto a la comparación de los valores de resistencia de los 2 tipos de cemento resinosos, lo que indicaría que la resistencia flexural no es la misma entre los cementos resinosos Relyx U200 y Multilink Speed, estableciendo que el segundo se mostró con valores superiores a su par en lo que refiere a las pruebas de resistencia a la flexión.

Palabras Clave: Resistencia a la flexión; cementos resinosos; odontología; prótesis dentales.

Abstract

Flexural strength is a fundamental parameter that determines the ability of a material to withstand bending forces without fracturing. In the case of resinous cements used in dental restorations, a high resistance to flexion guarantees the stability and durability of the restoration. The present study compares the flexural resistance between two types of dual resin cements, of the Relyx U200 and Multilink Speed trademarks, the study was of a mixed approach (quali-quantitative), descriptive, observational and in vitro, the study population consisted of by samples of said cements themselves that were prepared based on ISO-4049 standards in dimensions of: 2mm³ x 2mm³ x 25mm³ in a TPU (thermoplastic polyurethane) mold and an approximate number of 20 for each material. The Multilink Speed resinous cement showed an average value of 85.8729 MPa of

resistance, its median of 75.3975 MPa, a minimum of 41.37MPa, and a maximum value of 136.12MPa, meeting the expectations proposed by the manufacturer. While for the Relyx U200 cement it showed an average value of 4.485 MPa, the median of 4.4, the standard deviation was 1.17172 MPa, with a minimum value of 2.3 MPa and a maximum of 6.2 MPa. A significance value of less than 0.05 ($p=0.03$) was reported regarding the comparison of the resistance values of the 2 types of resinous cement, which would indicate that the flexural resistance is not the same between the resinous cements. Relyx U200 and Multilink Speed, establishing that the latter showed higher values than its peer in terms of flexural strength tests.

Keywords: Flexural strength; resinous cements; odontology; dentures.

Resumo

A resistência à flexão é um parâmetro fundamental que determina a capacidade de um material de suportar forças de flexão sem fraturar. No caso dos cimentos resinosos utilizados em restaurações dentárias, uma alta resistência à flexão garante a estabilidade e durabilidade da restauração. O presente estudo compara a resistência à flexão entre dois tipos de cimentos resinosos duais, das marcas Relyx U200 e Multilink Speed, o estudo foi de abordagem mista (quali-quantitativa), descritiva, observacional e in vitro, a população do estudo consistiu de amostras dos próprios cimentos preparados com base nas normas ISO-4049 nas dimensões de: 2mm³ x 2mm³ x 25mm³ em molde de TPU (poliuretano termoplástico) e número aproximado de 20 para cada material. O cimento resinoso Multilink Speed apresentou valor médio de resistência de 85,8729 MPa, sua mediana de 75,3975 MPa, mínima de 41,37 MPa e máxima de 136,12 MPa, atendendo as expectativas propostas pelo fabricante. Enquanto para o cimento Relyx U200 apresentou valor médio de 4,485 MPa, mediana de 4,4, o desvio padrão foi de 1,17172 MPa, com valor mínimo de 2,3 MPa e máximo de 6,2 MPa. Um valor de significância inferior a 0,05 ($p=0,03$) foi relatado em relação à comparação dos valores de resistência dos 2 tipos de cimento resinoso, o que indicaria que a resistência à flexão não é a mesma entre os cimentos resinosos. Relyx U200 e Multilink Speed, estabelecendo que este último apresentou valores superiores ao seu par em termos de testes de resistência à flexão.

Palavras-chave: Resistência à flexão; cimentos resinosos; odontologia; dentaduras.

Introducción

Los tratamientos clínicos dentro de una rehabilitación protésica se refieren a los procedimientos y terapias que se llevan a cabo en el contexto de la colocación y uso de prótesis dentales o prótesis en otras partes del cuerpo. Estos tratamientos clínicos están diseñados para restaurar la función y la apariencia de las estructuras perdidas, como la pérdida de dientes, extremidades u otras partes del cuerpo. La rehabilitación oral es una especialidad crucial en el campo de la odontología, que se enfoca en la confección de prótesis fijas que se adhieren a las piezas dentales mediante el uso de materiales fuertes y resistentes como el cemento. El cemento utilizado en las prótesis orales desempeña un papel fundamental en el éxito a largo plazo de estas restauraciones, por lo que debe cumplir con características específicas para garantizar su óptimo funcionamiento.

Al realizar un tratamiento de rehabilitación dental en el cual se use un sistema de cementación convencional se debe preparar tanto la pieza dental como la restauración indirecta, utilizando ácido fluorhídrico que puede reducir la resistencia a la flexión de la cerámica, por eso la importancia de buscar nuevas alternativas para la cementación con nuevos materiales. El principal motivo para la existencia de los fracasos en las prótesis fijas que involucran cerámicas es la interfaz del cemento con la restauración. Al no existir una excelente adhesión se disminuye la resistencia a la fractura (Guzmán et al., 2012).

Los cementos dentales proporcionan un vínculo o adhesivo entre una restauración y el diente preparado, uniéndolos mediante algún tipo de unión a la superficie. El requisito principal del agente de cementación es mantener una restauración en su lugar por un período de tiempo indefinido y mantener un sello entre la restauración y el diente (Wingo, 2018). Deben mantener su integridad mientras transfieren tensiones de coronas o prótesis parciales fijas (FPD) a la estructura dental. El estrés provoca la deformación, es decir, el cambio en la forma de un cuerpo. La deformación puede variar desde la deformación elástica recuperable hasta la deformación plástica permanente y la fractura (Li y White, 1999).

Los materiales de cementación deben cumplir con los requisitos mecánicos, biológicos y de manejo básicos, como compatibilidad con el diente y el tejido, tiempo de trabajo suficiente, fluidez, resistencia a la compresión, microfiltración mínima, baja solubilidad en fluidos orales, adhesividad, estética, bajo costo, facilidad de eliminación de exceso entre otros (Lad et al., 2014). Toledano (2009) menciona que entre las principales características de los cementos dentales se encuentran

que es un agente de cementación, aislante térmico, actúa como soporte mecánico, es protector pulpar y obturador provisional.

Ramaraju et al. (2014) menciona que los requisitos que debe tener un cemento dental son en el aspecto biológico: ser biocompatible, no ser un irritante, no ser tóxico, anticariógeno y no debe generar reacciones adversas. En el aspecto químico, ser de baja solubilidad, liberación de fluor, pH neutro y debe ser inerte químicamente. En el aspecto reológico, tener mayor tiempo de trabajo y tiempo de fraguado corto. En el aspecto mecánico, tener alta fuerza a la tensión, resistencia a la compresión, cambio dimensional mínimo. En el aspecto térmico debe ser aislante térmico y su coeficiente de expansión térmico debe ser parecido al del diente. En el aspecto estético no debe verse alterado el color de la restauración ni de la pieza dental, debe permitir la detección de caries. También debe ser de fácil manipulación y económico.

El proceso de elección del cemento adecuado implica considerar varios factores, como la estabilidad de la restauración, la retención, la resistencia a la fractura, la biocompatibilidad y la estética. Por ejemplo, algunos cementos están diseñados para brindar una adhesión fuerte a la estructura dental, lo que es especialmente importante en casos de restauraciones extensas o en dientes debilitados. Otros cementos pueden ser más adecuados para restauraciones estéticas, porque ofrecen una mejor coincidencia de color y translucidez. Además, la elección del cemento también depende del tipo de material utilizado en la prótesis, como cerámica, metal o resina. Cada material tiene propiedades diferentes y requiere un enfoque específico en términos de cementación. Los avances en la tecnología dental han llevado al desarrollo de cementos más sofisticados y de alta calidad, lo que ha ampliado las opciones disponibles para los profesionales de la odontología. La influencia de los métodos de curado depende del material y los cementos de resina de curado dual en forma particular de la fotoactivación para mejorar la resistencia a la flexión. Probablemente la reducción de las propiedades mecánicas se deba a que los fabricantes retrasan el inicio de la reacción química para dejar tiempo suficiente para que la manipulación llegue a su fin (Guimaraes et al., 2016). La resistencia a la flexión de los cementos de resina además de la dureza superficial, se ven directamente afectadas por el tipo de curado expuesto.

Se ha demostrado que el almacenamiento en agua genera una resistencia a la flexión estadísticamente significativamente menor que las almacenadas en seco. En el estudio de Örtengren et al. (2000) se demostró que las muestras que fueron almacenadas en un ambiente húmedo hasta por 60 días generó una disminución en la resistencia flexural, al contrario, con las muestras que se

almacenaron en seco. El agua interfiere en los polímeros presentes en la composición de los cementos, teniendo como resultando la disminución a largo plazo en la resistencia máxima a la flexión y el módulo de flexión.

Los cementos resinosos duales como su nombre lo dicen presenta doble activación, en su composición presenta fotoiniciadores como la canforoquinona y la amina. Al igual que en la activación química se mezcla la base y el catalizador, y para mejorar las propiedades físicas se refuerza con una polimerización por foto activación, además por la composición química que presenta aumenta la adhesión a diferentes partes de la estructura dental. (Henostroza, 2010; Gu y Kern, 2003). Con la polimerización el sistema de los monómeros se convierte en polímeros lo que beneficia en las propiedades físicas y el proceso de endurecimiento se ve acelerado (Pessoa y Ogasawara, 2006; Attar el at.,2003). En la actualidad para acortar el tiempo de trabajo de los profesionales odontólogos se han implementado los cementos a base de resina con fotopolimerización dual autoadhesivos, los cuales se han introducido en el mercado hace muy poco tiempo (Sokołowski, 2018). Entre los tipos de cementos resinosos duales más utilizados por odontólogos están el Relyx U200 de la marca 3M y Multilink Speed de la marca Ivoclar, los mismas que serán analizados en el presente estudio.

Relyx U200

En la ficha técnica emitida por la casa comercial 3M describe a este material como un cemento de resina dual, además menciona que tiene la propiedad de ser autoadhesivo, y que tiene una buena unión con las estructuras dentales y las restauraciones, también presenta estabilidad de color. Es un sistema de un solo paso, es decir que no requiere de la preparación previa del órgano dental. La forma del dispensador del cemento evita el desperdicio de material (3M, 2018).

Este cemento presenta varias ventajas destacadas. En primer lugar, ofrece un menor tiempo de trabajo, lo que contribuye a una mayor eficiencia durante los procedimientos y reduce el tiempo de espera para los pacientes. Además, se ha observado una disminución en la sensibilidad postoperatoria, lo que mejora significativamente la experiencia del paciente. Otra ventaja importante es su capacidad para lograr un sellado marginal adecuado, evitando la decoloración y proporcionando una mayor durabilidad a largo plazo. Además, presenta una alta estabilidad dimensional, lo que garantiza un ajuste preciso y una mayor longevidad de las restauraciones. En cuanto a la presentación, este cemento no requiere de accesorios adicionales, lo que facilita su uso

en el consultorio dental. Además, viene en envases con aproximadamente 40 dosis, lo que permite un uso prolongado antes de requerir un nuevo suministro. También se destaca la variedad de tonalidades disponibles, lo que facilita la selección del color adecuado para cada caso clínico. Por último, este cemento se caracteriza por su polimerización dual, lo que garantiza una adecuada resistencia y adhesión a los tejidos dentales. Es importante tener en cuenta que su indicación principal es para incrustaciones, inlays, onlays, coronas, puentes, postes y pines. Sin embargo, no se recomienda su uso en la cementación de carillas.

Multilink Speed

Este tipo de cemento presenta varias propiedades distintivas. En primer lugar, se destaca por ser autoadhesivo, lo que facilita su aplicación y adhesión a los tejidos dentales. Además, ofrece la opción de ser autopolimizable, lo que permite que el cemento se endurezca por sí mismo. Además, cuenta con la opción de fotopolimerización, lo que acelera el proceso de endurecimiento mediante el uso de luz. En cuanto a su aplicación, este cemento es especialmente adecuado para restauraciones indirectas realizadas en diversos materiales como cerámica, composite, metal-cerámica y metal. Esto proporciona versatilidad en su uso, porque puede utilizarse en una amplia gama de casos clínicos. En relación a la disponibilidad de color, este cemento se encuentra en la presentación de color transparente. Esta característica permite que el cemento se adapte de manera más natural a las restauraciones, logrando una apariencia estética y discreta. La matriz de monómero está compuesta de dimetacrilatos y monómeros ácidos. Su relleno inorgánico es de vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, co-polímeros y dióxido de silicio altamente disperso. El tamaño de partícula primario de los rellenos inorgánicos está entre 0,1 μm y 7 μm . El contenido total de rellenos inorgánicos es de aproximadamente 40% (Ivoclar, 2018).

El cemento Multilink Speed tiene diversas indicaciones en la práctica clínica. Se utiliza para la cementación de restauraciones indirectas, tanto de metal y cerámica sobre metal, como de cerámica sin metal, incluyendo óxido de circonio, disilicato de litio y cerámicas de óxido de aluminio. Además, se puede emplear en composite reforzado con fibra. No obstante, existen algunas contraindicaciones a tener en cuenta. No se debe utilizar en situaciones en las que la preparación dental no presente una retención adecuada. Asimismo, si el paciente presenta alergia conocida a cualquiera de los componentes del cemento Multilink Speed, su uso está contraindicado. Por último, no se recomienda aplicarlo sobre pulpa expuesta o dentina cercana a la pulpa, con el fin de

evitar posibles complicaciones. Es importante evaluar y considerar estas contraindicaciones antes de utilizar el cemento Multilink Speed en casos clínicos específicos.

La comparación de la resistencia a la flexión entre dos tipos de cementos resinosos, como el Relyx U200 y el Multilink Speed, es de gran importancia en el ámbito de la odontología. La resistencia a la flexión es un parámetro crítico que determina la capacidad de un material para soportar fuerzas de flexión sin fracturarse. Esta comparación puede contribuir en la elección del cemento resinoso más adecuado para restauraciones dentales. La resistencia a la flexión es un indicador clave de la calidad y longevidad de la restauración, porque una mayor resistencia asegura una mayor capacidad de carga y una menor probabilidad de fractura. Los resultados de esta comparación pueden guiar a los profesionales de la odontología en la selección del cemento resinoso más apropiado para cada caso clínico, contribuyendo así a lograr resultados exitosos y duraderos en rehabilitaciones protésicas.

De igual manera es esencial mantenerse actualizado sobre las investigaciones y los avances en el campo de los cementos dentales, esto permite a los odontólogos tomar decisiones fundamentadas y proporcionar a sus pacientes resultados de rehabilitación oral exitosos y duraderos. La combinación de conocimientos teóricos y experiencia clínica contribuye a establecer un enfoque integral y basado en evidencia en el uso de cementos en la práctica diaria, brindando así un tratamiento óptimo y satisfactorio para los pacientes. El objetivo del estudio es comparar la resistencia flexural entre dos tipos de cementos resinosos de las casas comerciales antes mencionadas y de uso frecuente en el ámbito de la práctica clínica odontológica. Además de determinar el cemento resinoso dual que presenta mayor resistencia flexural, guiados por las normas ISO. Esto con la finalidad de corroborar la calidad para afirmar o negar sus propiedades, y recomendar su uso al personal del área en odontología.

El beneficio de la información obtenida es directamente para los profesionales odontólogos y también para aquellos estudiantes que se encuentran en el proceso de formación, porque contribuye a generar conocimiento con respecto a una de las propiedades de los cementos resinosos duales. Además, de manera indirecta los pacientes también forman parte del grupo de beneficiarios, y permite que el odontólogo elija el material bajo estos nuevos conocimientos, y así contribuir al éxito en el tratamiento.

Metodología

La investigación se clasifica como no experimental, porque no se realizaron manipulaciones en las variables de estudio. Se adopta un enfoque mixto (cuali-cuantitativo). El enfoque cualitativo busca obtener una comprensión en profundidad de los cementos resinosos duales, incluyendo su naturaleza, componentes químicos, propiedades y usos. Por otro lado, se realiza un estudio in vitro en el laboratorio, donde se obtienen valores numéricos y estadísticos a partir de las pruebas correspondientes. Esto permitió establecer diferencias significativas en la resistencia a la flexión entre los materiales comparados.

Las técnicas utilizadas en el estudio fueron la observación y el uso de una lista de cotejo para recopilar datos. La información obtenida será procesada mediante el software SPSS versión 27, que se utilizará para generar valores descriptivos y realizar análisis de significancia de los resultados obtenidos en el laboratorio. Este análisis estadístico proporcionó una evaluación precisa de los datos recopilados y permitirá obtener conclusiones significativas para la investigación.

La investigación se desarrolló en la ciudad de Loja en el laboratorio GEOCONS, que se especializa en Estudios Geológicos - Geotécnicos/ Estudios de estabilización de Taludes / Diseños de pavimentos / Estudios de materiales. La población de estudio estuvo constituida por muestras de material de cemento resinoso dual, bajo los estándares de las normas ISO 4049, regulado por los lineamientos del laboratorio, mismos que fueron analizados con estrictas reglas de medición y revisión. El número aproximado de muestras en función a la norma utilizada, que se somete a una matriz con medidas específicas es de 40, una muestra intencional no probabilística en base a los criterios de selección. Los criterios de selección fueron: muestras que cumplen con las medidas estandarizadas, que no presenten fracturas de ningún tipo, que no hayan sufrido algún tipo de deformación, muestras sin pérdida de material y muestras que se hayan fotopolimerizado de manera correcta.

En la Fase 1 de la elaboración de las muestras de cemento MULTILINK SPEED y cemento RELYX U200, se llevaron a cabo los siguientes pasos: en primer lugar, se hizo un molde de TPU con las medidas 2mm³ x 2mm³ x 25mm³ utilizando un calibrador. Luego, se utilizó una lámpara de fotocurado para realizar el proceso de fotopolimerización de las muestras del cemento de las dos marcas. A continuación, se procedió a la colocación del material en el molde. Una vez completada la fotopolimerización, se realizó el desmolde de la muestra y se llevó a cabo la medición de la misma.

En la Fase 2 del proceso, se llevó a cabo el análisis de laboratorio utilizando la máquina Marshall y C.B.R. Esta máquina cuenta con un mecanismo de medición digital de fuerza, desplazamiento y velocidad de avance, además de registrar la deformación y carga máxima. En este caso, las muestras de cemento Multilink Speed y Relyx U200 fueron colocadas en la máquina para realizar la prueba de tres puntos. A través de este proceso, se obtuvieron datos precisos sobre las propiedades y resistencia de los cementos analizados.

En la Fase 3, se elaboró un informe que detalla los resultados de las muestras de cemento Multilink Speed y Relyx U200 después de someterse a la prueba de tres puntos en la máquina Marshall y C.B.R. El informe incluye los resultados obtenidos para el cemento Multilink Speed, así como los resultados correspondientes al cemento Relyx U200. Estos resultados brindan información clave sobre las propiedades y el rendimiento de ambos tipos de cemento, lo que permitirá tomar decisiones informadas en relación con su uso y aplicaciones específicas.

Resultados

Tabla 1. Valores de resistencia Relyx U200-3M

Valores de resistencia	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	CV
Carga (P) lb	4.485	4.4	±1.17172	2.3	6.2	26%
Carga (P) N	19.9503	19.572	±5.21194	10.23	27.58	26%
M	99.7515	97.861	±26.0603	51.16	137.9	26%
Resistencia Flexural (MPa)	59.8509	58.717	±15.6361	30.69	82.74	26%

Los valores de carga en libras tuvieron un promedio de 4.485 MPa, la mediana de 4.4, la desviación estándar fue de 1.17172 MPa, con un valor mínimo de 2.3 MPa y un máximo de 6.2 MPa. La misma carga en Newtons obtuvo una media de 19.9503 Mpa, una mediana de 19.572 MPa, con un valor de desviación estándar de 5.21194 MPa, un mínimo de 10.23 MPa y un valor máximo de 27.58 MPa. La resistencia flexural determinada fue de 59.8509 MPa, con una mediana de 58.717 MPa, la desviación estándar es de 15.636 MPa, el valor mínimo de resistencia fue 30.69 MPa y el máximo de 82.74Mpa. El coeficiente de variación para estos valores de resistencia fue del 26%.

Tabla 2. Valores de resistencia Multilink

Valores de resistencia	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	CV
Carga (P) lb	6.435	5.65	2.13548	3.1	10.2	33%
Carga (P) N	28.6243	25.1325	9.49915	13.79	45.37	33%
M	143.121	125.662	47.4955	68.95	226.86	33%
Resistencia Flexural	85.8729	75.3975	28.4973	41.37	136.12	33%

Análisis: Los valores obtenidos en la resistencia a la flexión en libras presentaron una media de 6.435 MPa, una mediana de 5.65 MPa, una desviación estándar de 2.13548 MPa, un mínimo de 3.1 y un valor máximo de 10.2 MPa. En Newtons se obtuvo una media de 28.6243MPa, una mediana de 25.1325 MPa, la desviación estándar presento un valor de 9.49915 MPa, un mínimo de 13.79 MPa, y un máximo de 226.86 MPa. Los valores de resistencia a la flexión fueron de una media de 85.8729 MPa, la mediana de 75.3975 MPa, una desviación estándar de 28.4973 MPa, un valor mínimo de 41.37 MPa, y un valor máximo de 136.12 MPa. El coeficiente de variación fue del 33%.

Tabla 3. Comparativo descriptivo de las resinas

Resina	Estadístico	
Multilink	Media	85.8729
	Mediana	75.3975
	Varianza	812.098
	Desviación estándar	28.49733
	Mínimo	41.37
	Máximo	136.12
Relyx U200	Media	59.8508
	Mediana	58.717
	Varianza	244.487
	Desviación estándar	15.63607
	Mínimo	30.69
	Máximo	82.74

Análisis: El valor promedio de la resistencia a la flexión del cemento resinoso Multilink speed presenta valores mayores, con una varianza es de 812.098 MPa y desviación estándar de 28.49733 MPa lo que significaría que el mismo se muestra muy diverso en los valores reportados, sin embargo, cumple con las especificaciones técnica del fabricante, mientras que el Relyx U200 se muestra con una varianza de 244.487 MPa y la desviación estándar de 15.63607 MPa lo que indicaría más estabilidad en sus valores reportados, además, con relación a los valores establecidos en la ficha técnica de la casa comercial 3M los valores de la muestra no logran llegar al estándar indicado (99 MPa).

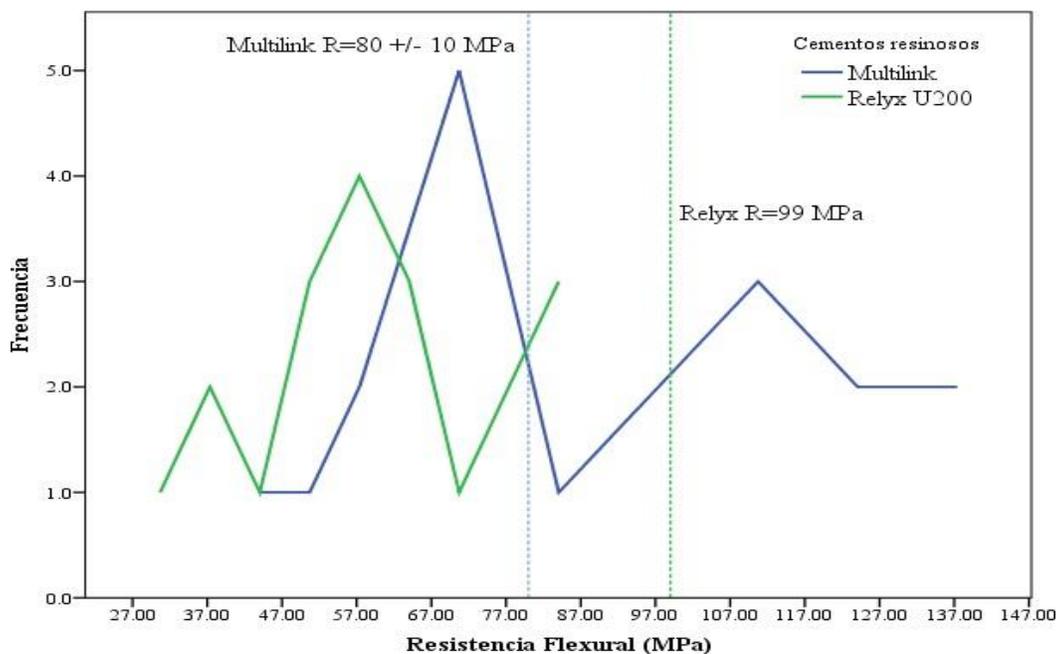


Figura 1. Comparación de resistencia de cementos resinosos

La ficha técnica de la casa comercial 3M presenta un valor de resistencia a la flexión de 99 MPa el cual no se cumple en los resultados, los valores se encuentran por debajo del mismo. Al contrario, que el cemento resinoso Multilink speed el cual si cumple con los valores establecidos de la ficha técnica de la casa comercial Ivoclar Vivadent que es de 80 ± 10 . Como se observa en la gráfica el cemento Multilink speed, cuenta con mayor número de muestras que se acercan al valor establecido por su fabricante, y el cemento Relyx U200 presenta valores de resistencia a la flexión muy bajos en comparación con el valor establecido por su casa comercial. Por lo tanto, el cemento Multilink

speed difiere notablemente del cemento Relyx U200 en base a sus respuestas de resistencia a la flexión, cabe señalar que se ha tomado en cuenta las guías técnicas de sus fabricantes para la elaboración de las muestras y así obtener las propiedades máximas del material.

Significancia estadística

Para determinar la prueba de hipótesis estadística se realizará un análisis de normalidad de los datos de la variable cuantitativa (Resistencia flexural)

Tabla 4. Prueba de normalidad

Shapiro-Wilk

	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia Flexural	0.92	40	0.008

a Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de Shapiro Wilk mostró un valor de significancia menor a 0,05 ($p=0,008$) por tanto, se indica que los datos de la muestra no corresponden a una distribución normal. Para ello el contraste de hipótesis involucrará pruebas no paramétricas.

Hipótesis

H_0 = La distribución de resistencia flexural es la misma entre los cementos resinosos Relyx U200 y Multilink Speed.

IC=95%

Error=5%

Decisión de la prueba: Si $p < 0,05$ se rechaza la H_0 Prueba

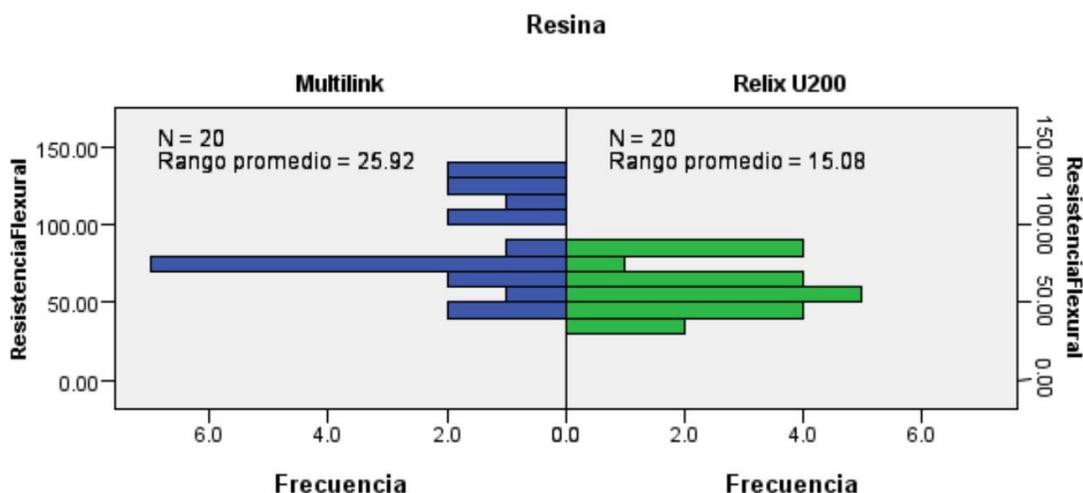


Figura 2. Prueba de U-Mann Whitney para muestras independientes

La prueba no paramétrica reportó un valor de significancia menor a 0,05 ($p=0,03$), lo que indicaría el rechazo de la hipótesis nula y por tanto se concluye que a distribución de resistencia flexural no es la misma entre los cementos resinosos Relyx U200 y Multilink Speed, lo que indicaría que este último se mostró con valores superiores a su par en lo que refiere a las pruebas de resistencia a la flexión.

Discusión

La investigación de Ramos-Tonello (2017) en el que se estudió la influencia de los nanotubos de dióxido de titanio (TiO_2 - nt) sobre las propiedades físicas y biológicas del cemento de resina Relyx U200, 3M. Denotó una resistencia a la flexión de 35.40 MPa en condiciones que el cemento resinoso no contiene TiO_2 - nt y autopolimerización, en cambio cuando el material fue expuesto a polimerización dual, y sin contener TiO_2 -nt, se mostró con una resistencia a la flexión de 70.72 MPa; dichos resultados en comparación con los datos obtenidos se muestran similares, si se consideran independientemente del tipo de polimerización, la resistencia a la flexión del estudio fue de un valor mínimo de 30.69 MPa y un máximo de 82.74MPa, en el que no se presentaron condiciones como las descritas en el estudio de Ramos-Tonello y el tipo de polimerización fue dual, además de que estos procesos se basaron en las mismas normas ISO 4049.

En relación con el valor establecido por la casa comercial 3M de resistencia a la flexión del cemento resinoso Relyx U200, se pudo observar que bajo condiciones ideales la resistencia se indica con un valor de 99 MPa. Mismo que al ser comparado con el valor de 59.8509 MPa de resistencia obtenido

está muy por debajo del valor de fábrica, esto se explicaría al considerar que las condiciones de laboratorio incluye elementos más estrictos para determinar este valor.

La investigación de Habekost et al. (2007) en el que se evaluó las propiedades fisicoquímicas de los cementos asociados a la hidroxiapatita (HAp) en función de la polimerización. Mostró que, en el modo de autocurado se obtuvo una resistencia a la flexión de 66.6 MPa, en el modo de autocurado asociado con HAp la resistencia fue de 73.4 MPa, en el modo de curado dual el valor de flexión fue de 31.6 MPa, y en el modo de curado dual asociado con HAp se obtuvo una resistencia de 81.6 MPa. Al comparar estos resultados los valores mínimo y máximo son próximos a los reportados al estudio anterior, tomando en cuenta que el máximo de la resistencia a la flexión fue de 82.74 MPa y este se encuentra relacionado a los valores que tuvieron el incremento de hidroxiapatita, mientras que el valor mínimo fue de 30.69 MPa semejante al grupo de estudio de curado dual.

Palomino y Rayo (2013) en su estudio analizaron la resistencia a la fractura de dientes inmaduros y de una sola raíz usando postes de fibra de: vidrio, cuarzo y de zirconia mismos que fueron tratados con el cemento resinoso Multilink Speed, en sus resultados evidenciaron que no existió una diferencia estadísticamente significativa. Si bien el estudio anterior no está directamente relacionado a la resistencia flexural del cemento resinoso, se denota que existe una influencia directa con los resultados obtenidos, debido a que dicho material es el medio por el cual el poste se une a la pieza dentaria. Tomando en cuenta este criterio los resultados obtenidos presentan un valor mínimo de 41.37 MPa, y un valor máximo de 136.12 MPa, al considerar que el método de polimerización fue dual, según la casa comercial Ivoclar Vivadent y sus propiedades físicas de la resistencia a la flexión fueron de 60+- 10 siendo su polimerización de autocurado y de 80+-10 con un curado dual.

El estudio de Yang con el objetivo de comparar las propiedades de los cementos de fijación utilizó dos cementos de composite autoadhesivo que fueron: Relyx u200 y Multilink speed, que después de haberse sometido a la prueba de la resistencia a la flexión de tres puntos se determinó que Relyx U200 presentó mayor resistencia a la flexión que el cemento Multilink speed. Mientras que los resultados de la presente investigación demuestran lo contrario teniendo muestras de Relyx U200 que no alcanzan a los estándares establecidos por su fabricante mientras que las muestras del cemento Multilink speed superan los valores de la resistencia a la flexión establecidas en su ficha técnica.

En la investigación de Hofmann sobre la comparación de fotoactivación versus curado químico o dual de cementos de fijación a base de resina con respecto a la resistencia a la flexión, el módulo y la dureza de la superficie se determinó que los cementos de curado dual presentaron mejores resultados en sus propiedades de resistencia a la flexión, módulo de elasticidad y dureza de Vickers (Monroy et al., 2012).

Guzmán et al. (2012) en su investigación sobre la comparación de la resistencia a la flexión de cinco cementos de resina adhesivos demuestra que existe una diferencia significativa en los cementos resinosos estudiados en los que RelyX ARC con una resistencia a la flexión de $(137\pm 15$ MPa) y dos de los otros cementos de polimerización dual, Calibra (100 ± 19 MPa) y Panavia F (94 ± 15 MPa). IRIE en su estudio del 2022 menciona que el valor de la resistencia a la flexión de sus muestras mejoró con el periodo de tiempo, este estudio se basó en tres momentos: el primero en el mismo instante del tiempo, después de un día de almacenamiento y después de 20.000 termociclos (TC 20k) a excepción de PANAVIA SA Cemento Universal (Saskalauskaite et al., 2007). Aguilar en el 2012 determina que en sus muestras de cemento de resina autoadhesivos presentaron una mayor resistencia a la flexión con el modo de polimerización dual mientras que el cemento RelyX ARC mostró ser el más bajo (Manso y Carvalho, 2017).

En la investigación realizada después de las pruebas de laboratorio requeridas se estableció que existe un mayor número de muestras del cemento resinoso multilink speed que alcanzan los estándares establecidos por su casa comercial, al contrario del cemento resinoso Relyx U200 que se encuentra por debajo de la cantidad indicada en su ficha técnica.

Conclusiones

Al evaluar el Relyx U200 se encontró una media de 59.8509 MPa con una desviación estándar de 15.636 MPa, un valor mínimo de 30.69 Mpa, un máximo de 82.74 Mpa, considerando las normas ISO 4049 para evaluar la resistencia de los materiales dentales, también, se pudo observar una variación del 26% consistente en todas las pruebas. Mientras que los resultados obtenidos de resistencia flexural del cemento resinoso Multilink speed mostraron un valor promedio de 85.8729 MPa, una mediana de 75.3975 MPa, el valor de la desviación estándar de 28.4973 MPa, un valor mínimo de 41.37 MPa, y un valor máximo de 136.12 MPa y el coeficiente de variación fue del 33%.

Se reportó un valor de significancia menor a 0,05 ($p=0,03$) respecto a la comparación de los valores de resistencia de los 2 tipos de cemento resinoso, lo que indicaría que la resistencia flexural no es la misma entre los cementos resinosos Relyx U200 y Multilink Speed, y se concluye que este último se mostró con valores superiores a su par en lo que refiere a las pruebas de resistencia a la flexión.

Existen elementos de factor al momento de aplicar los diferentes tipos de cemento, que en el contexto de aplicación puede ser clave considerarlos para que el cemento cumpla de forma efectiva su función, por lo que se recomienda revisar las propiedades para un uso efectivo.

Se recomienda que para el uso del cemento resinoso Relyx U200 se maneje las normas establecidas por el fabricante, con el fin de obtener el máximo de las propiedades que ofrece el mismo, al considerar la publicación científica se evidencia que además que la combinación con otros materiales puede mantener los valores referenciales y aumentar el valor de resistencia tanto como en condiciones ideales o de la ficha técnica. En base a las pruebas realizadas se recomienda que para estudios futuros se implementen más pruebas que en base a los valores del fabricante se corrobore las propiedades físicas de estos materiales con el fin de contrastar los resultados presentados en este estudio y otros que cita la literatura.

Referencias

1. 3M. (2018). RelyX U200 CLICKER Cemento de Resina Universal Autoadhesivo. https://www.3m.com.do/3M/es_DO/p/d/b00007458/
2. Attar, N., Tam, L. E., & McComb, D. (2003). Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *The Journal of prosthetic dentistry*, 89(2), 127-134. <https://doi.org/10.1067/mpr.2003.20>
3. Gu, X. H., & Kern, M. (2003). Marginal discrepancies and leakage of all-ceramic crowns: influence of luting agents and aging conditions. *International Journal of Prosthodontics*, 16(2). <https://europepmc.org/article/med/12737239>
4. Guimaraes, I. R., Gomez, F. M., & De Goes, M. F. (2016). Effect of activation mode on flexural strength and elasticity modulus of dual cure resin cements. *Odovtos-International Journal of Dental Sciences*, 18(1), 61-71. <http://dx.doi.org/10.15517/ijds.v0i0.23556>
5. Guzmán, J. P., González, H., & Salgado, M. (2012). Influencia del tiempo de tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico de la porcelana VITA VM 13 en la resistencia de unión

- a cemento de resina frente a fuerzas de tracción: Estudio in vitro. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 5(3), 117-121. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072012000300003>
6. Habekost, L. D. V., Camacho, G. B., Demarco, F. F., & Powers, J. M. (2007). Tensile bond strength and flexural modulus of resin cements—influence on the fracture resistance of teeth restored with ceramic inlays. *Operative Dentistry*, 32(5), 488-495. <https://doi.org/10.2341/06-140>
 7. Henostroza G. (2010). *Adhesión en Odontología Restauradora*. 2da ed. Madrid-España.
 8. Ivoclar. (2018). *Multilink Speed*. https://www.ivoclar.com/es_latam/products/cementation/multilink-n
 9. Lad, P. P., Kamath, M., Tarale, K., & Kusugal, P. B. (2014). Practical clinical considerations of luting cements: A review. *Journal of international oral health: JIOH*, 6(1), 116. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3959149/>
 10. Li, Z., & White, S. N. (1999). Mechanical properties of dental luting cements. *The Journal of prosthetic dentistry*, 81(5), 597-609. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(99\)70216-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(99)70216-7)
 11. Örtengren, U., Elgh, U., Spasenoska, V., Milleding, P., Haasum, J., & Karlsson, S. (2000). Water sorption and flexural properties of a composite resin cement. *International Journal of Prosthodontics*, 13(2). <https://acortar.link/LINyH6>
 12. Manso, A. P., & Carvalho, R. M. (2017). Dental cements for luting and bonding restorations: self-adhesive resin cements. *Dental Clinics*, 61(4), 821-834. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.006>
 13. Monroy, T. B., Ibarra, J. G., Gayosso, C. Á., & Rivas, L. C. (2012). Polymerization-induced shrinkage of dual cements through different thicknesses of ceramic materials. *Revista odontológica mexicana*, 16(4), 237-241. <https://www.medigraphic.com/pdfs/odon/uoi-2012/uoi124b.pdf>
 14. Palomino, D., & Rayo, H. G. (2013). Cementación de estructuras para prótesis parcial fija en zirconia/cementation of structures for zirconia-based fixed partial dentures. *Revista de la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 24(2), 321. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-246X2013000100011&script=sci_abstract&tlng=en

15. Pessoa, G., & Ogasawara, T. (2006). Estudos comparativos de alguns cimentos ionoméricos convencionais. *Resvista Materia*, 11(3), 297-305. <https://doi.org/10.1590/S1517-70762006000300019>
16. Ramaraju, D. V., Alla, R. K., Alluri, V. R., & Raju, M. A. K. V. (2014). A review of conventional and contemporary luting agents used in dentistry. *American Journal of Materials Science and Engineering*, 2(3), 28-35. <https://doi.org/10.12691/ajmse-2-3-1>.
17. Ramos-Tonello, C. M., Lisboa-Filho, P. N., Arruda, L. B., Tokuhara, C. K., Oliveira, R. C., Furuse, A. Y., ... & Borges, A. F. S. (2017). Titanium dioxide nanotubes addition to self-adhesive resin cement: Effect on physical and biological properties. *Dental Materials*, 33(7), 866-875. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.04.022>
18. Saskalauskaite, E., Tam, L. E., & McComb, D. (2008). Flexural strength, elastic modulus, and pH profile of self-etch resin luting cements. *Journal of Prosthodontics*, 17(4), 262-268. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2007.00278.x>
19. Sokołowski, G., Szczesio-Włodarczyk, A., Konieczny, B., Bociog, K., & Sokołowski, J. (2018). Comparative evaluation of the mechanical properties of resin, self-adhesive and adhesive cements. *Prosthodontics*, 68(4), 415-424. <https://doi.org/10.5114/ps/100518>
20. Wingo, K. (2018). A review of dental cements. *Journal of veterinary dentistry*, 35(1), 18-27. <https://doi.org/10.1177/0898756418755339>