



**UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER**  
**Escuela académica profesional de Odontología**

**“Tesis”**

**“ESTUDIO *IN VITRO* COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A  
LA FRACTURA EN DOS TIPOS DE RESINA BIS-ACRÍLICA,  
LIMA – PERÚ 2021”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO DENTISTA**

**Autora: Bach. JOSEFINA PEREZ ACOSTA**

**2021**

**LIMA – PERÚ**

## **Tesis**

“Estudio *in vitro* comparativo de la resistencia a la fractura en dos tipos de resina bis-acrónica, Lima – Perú 2021”

### **Líneas de investigación:**

Línea de investigación general: Economía, empresa y salud

Línea de investigación específica: Sistemas de calidad

### **Asesor:**

Dr. C.D. Raúl Antonio Rojas Ortega

Código Orcid:

0000-0002-0165-7501

**Jurado:**

Presidente:

DR. CD. Menacho Angeles, Gregorio Renzo

Secretaria:

MG.CD. Robles Montesinos, Ada Olinda

Vocal

MG.CD. Puza Ramirez, Annyelo Fred

### **Dedicatoria**

En primer lugar, agradezco a Dios por haber forjado el camino exitoso de mi vida profesional.

A mi papito Felix, que ahora se encuentra en la gloria de nuestro señor. Me acompañó desde séptimo ciclo como paciente en mis prácticas profesionales hasta el culmino de las mismas.

A mi bella mamita Josefina, que siempre me ha estado apoyando, guiando y motivando en todo momento hasta la actualidad.

Y a mis hermanos por su apoyo y comprensión hacia mi persona y su entrañable afecto.

### **Agradecimiento**

Le agradezco a mi asesor el Dr. Mg. C.D. Raúl Rojas Ortega, por sus consejos y apoyo incondicional en el desarrollo de mi tesis.

A el laboratorio HTL, por dejarme realizar mi estudio en su respetable institución.

A mis docentes de la universidad Norbert Wiener, por sus enseñanzas que siempre son útiles en mi vida profesional.

## Índice

Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento .....	v
Índice .....	vi
Índice de tablas.....	ix
Índice de gráficos.....	x
Resumen .....	xi
Abstract .....	xii
Introducción.....	xiii
1. CAPITULO I. EL PROBLEMA .....	1
1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema General.....	3
1.2.2 Problemas Específicos .....	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos .....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	4
1.4.1 Justificación Teórica.....	4
1.4.2 Justificación Metodológica.....	4
1.4.3 Justificación Práctica .....	4
1.5. Limitaciones de la investigación .....	5
1.5.1 Temporal.....	5

1.5.2 Espacio .....	5
1.5.3 Recursos.....	5
2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Antecedentes .....	6
2.2 Base Teórica.....	13
2.3. Terminología básica .....	23
2.4. Hipótesis.....	24
3. CAPÍTULO III. DISEÑO Y MÉTODO.....	25
3.1. Método de la investigación.....	25
3.2. Enfoque de la investigación.....	25
3.3. Tipo de investigación.....	25
3.4. Diseño de la investigación.....	25
3.5. Población, muestra y muestreo.....	25
3.6. Variables y Operacionalización.....	27
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	28
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos.....	30
3.9 Aspectos éticos .....	30
4. CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	32
4.1 Resultados.....	32
4.1.1 Análisis descriptivo de resultados.....	32
4.1.2 Prueba de hipótesis.....	36
4.1.3 Discusión de resultados.....	38
5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
5.1 Conclusiones .....	41
5.2 Recomendaciones .....	41

REFERENCIAS .....	42
ANEXOS .....	49
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	50
Anexo 2: Datos recopilados por el Software del laboratorio .....	51
Anexo 3: Solicitud de carta de presentación.....	54
Anexo 4: Carta de presentación de la Universidad Privada Norbert Wiener .....	55
Anexo 5: Carta de aceptacion del Laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABOARTORY S.A.C.....	56
Anexo 6: Fotos del procedimiento de toma de muestra.....	56

## Índice de tablas

Tabla 1: Resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acrítica Acrytem® y Protemp 4™, Lima Perú – 2021.....	32
Tabla 2. Resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Acrytem® (Zhermack), Lima Perú – 2021.....	34
Tabla 3. Resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Protemp 4™ (PT4,3M ESPE).....	35
Tabla 4. Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk.....	36
Tabla 5. Resultados de la prueba de Levene y T-de Student para muestras independientes.....	37

## Índice de gráficos

Gráfico 1: Gráficos de las medias de las Resistencia a la fractura de las resinas bis-acrítica Acrytem® y Protemp 4™, Lima Perú – 2021.....	32
Gráfico 2: Histograma de la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Acrytem® (Zhermack), Lima Perú – 2021.....	34
Gráfico 3. Histograma de la Resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Protemp 4™ (PT4, 3M ESPE).....	35

## Resumen

El presente trabajo titulado “Estudio in vitro comparativo de la resistencia a la fractura en dos tipos de resina bis-acrítica, Lima – Perú 2021”, tuvo como objetivo comparar la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acrítica Acrytem® y Protemp 4™. Se utilizó un método de investigación hipotético-deductivo, de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, transversal, prospectivo, experimental y de diseño experimental de posprueba. Se estudió una muestra de 36 cilindros de resinas bis-acríticas Acrytemp® y Protemp 4™, que se dividieron en dos grupos de 18, estas unidades de análisis tuvieron una dimensión de 4 mm de diámetro x 8 mm de altura y fueron sometidas a una compresión de la máquina de ensayo universal CMT-5L LG, obteniendo como resultados que la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Acrytemp® presentó una media de 150.9544 Mpa, mientras que de la resina Protemp 4™ presentó una media de 272.5817, y la contrastación de hipótesis de la prueba T de Student obtuvo un  $p=0.000$  por lo que al ser menor que el valor de significancia  $p\leq 0.05$  se acepta la hipótesis alterna, concluyéndose que existe una diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acríticas.

**Palabras clave:** Resina bis-acrítica, resistencia a la fractura, *in vitro*.

## Abstract

The present work entitled "Comparative in vitro study of resistance to fracture in two types of bis-acrylic resin, Lima - Peru 2021", aimed to compare the resistance to fracture of two types of bis-acrylic resins Acrytem® and Protemp 4™. A hypothetical-deductive research method, with a quantitative approach, applied, cross-sectional, prospective, experimental and post-test experimental design was used. A sample of 36 cylinders of Acrytemp® and Protemp 4™ bis-acrylic resins was studied, which were divided into two groups of 18, these analysis units had a dimension of 4 mm in diameter x 8 mm in height and were subjected to compression of the universal testing machine CMT-5L LG, obtaining as results that the resistance to fracture of the bis-acrylic resin Acrytemp® presented an average of 150.9544 Mpa, while that of the Protemp 4™ resin presented an average of 272.5817, and the Contrasting the hypothesis of the Student's t test obtained a  $p = 0.000$ , therefore, since it is less than the significance value  $p \leq 0.05$ , the alternative hypothesis is accepted, concluding that there is a statistically significant difference in the resistance to fracture of two types of bis-acrylic resins.

**Keywords:** Bis-acrylic resin, resistance to fracture, *in vitro*.

## **Introducción**

Muchos odontólogos emplean resinas bis-acríticas como material provisional cuando quieren realizar restauraciones temporales producto del tratamiento rehabilitador fijo. Debido a esto, las resinas bis-acríticas deben tener adecuadas propiedades físico-químicas que sobrelleven las cargas oclusivas y el ambiente interno de la cavidad bucal, así como buenas propiedades estéticas.

Dentro del capítulo I sobre el problema de investigación, se destaca que existe una problemática a nivel internacional y nacional debido a los pocos estudios sobre la resistencia a la fractura de las resinas bis-acríticas. Se planteó como problema general cuál será la diferencia de la resistencia a la fractura in vitro de dos tipos de resinas bis-acríticas, Lima – Perú 2020. También el objetivo principal fue comparar la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acrítica Acrytem® y Protemp 4™. Se presentó tres justificaciones teórica, metodológica y práctica para describir la relevancia de la investigación. Se describieron las limitaciones de la investigación. En el capítulo II de marco teórico, se revisaron los antecedentes nacionales e internacionales que describen sus resultados y conclusiones frente a sus hallazgos, también la base teórica de la investigación destaca las concepciones de las resinas bis-acríticas y de la fuerza de resistencia a la fractura.

En el capítulo III de diseño y método se describen el método de investigación, el enfoque y tipo de investigación, así como el diseño. También se describe la población de estudio, la muestra y la técnica del muestreo, las variables y su operacionalización y las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el análisis de datos y los aspectos éticos.

De acuerdo al capítulo IV se describen los hallazgos obtenidos por la investigación, tanto descriptivos como de la prueba de hipótesis y la discusión de los resultados con los antecedentes. Por último, en el capítulo V, destacan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

# **1. CAPITULO I. EL PROBLEMA**

## **1.1 Planteamiento del problema**

El tratamiento de prótesis fija implica la restauración de los dientes naturales comprometidos con coronas o arcos parcialmente edentulos, con una protesis dental fija o protesis sobre implante para mantener la salud e integridad de la arcada dental (1,2); con la finalidad de satisfacer las necesidades biológicas, estéticas y mecánicas, incluyendo la resistencia a las fuerzas funcionales, fuerzas que desplazan la prótesis y preservación del estado periodontal del pilar (2,3).

Durante la preparación del diente, la estructura es tallada para lograr una adecuada adaptación marginal; sin embargo, ese proceso compromete la estética, la eficiencia masticatoria y armonía oclusal; siendo necesario, considerar el uso de una restauración provisional (4). Esta necesidad surge debido al tiempo que se requiere en la fabricación de la prótesis definitiva, presentando una función de tiempo limitado (5). El propósito es de reemplazar inmediatamente los dientes faltantes, sin comprometer las funciones de la cavidad oral (1,6,7,8,9). Ante la fuerte demanda para obtener buenos resultados estéticos, estas restauraciones se han convertido en una valiosa herramienta para la estética y diagnóstico funcional en odontología (10). Por lo cual, estos materiales provisionales deben tener la suficiente resistencia a la fractura para soportar las cargas oclusales generadas por la cavidad oral (1).

A nivel internacional, diversos autores como Mosharrafa et al. (11) que realizaron estudios sobre la resistencia fractural de fibra reforzada en Iran, revelan que la resistencia a la fractura de las resinas que estudiaron no presenta diferencias significativas, pero sí las fibras

reforzadas y no reforzadas. En Ecuador, Larrea (12) Otros autores como Fernandes et al. (13) hallaron en Brasil que no existen diferencias entre la resistencia flexural entre las resinas estudiadas. También Gupt et al. (14) encontraron en India que las fibras de vidrio unidireccionales mostraron máxima resistencia comparado con los otros grupos que estudiaron. Mientras que Schwantz et al. (15) en Brasil determinaron que resinas como el Protemp 4 y Systemp Cetb II presentan mayor resistencia a la fractura que otras resinas. Por último, Singh et al. (16) hallaron en la India que la resistencia flexural entre el poli metacrilato y las resinas bis-acríticas son similares.

A nivel nacional James (17) halló que la resistencia de la resina acrílica de termocurado es mayor a la resina de superpoliamida. Carbajal (18) también demostró que las resinas acrílicas de termocurado han presentado un mejor nivel de microdureza que las resinas de autocurado. Según Trujillo (19), en su estudio realizado en Apurimác encontró que la resina acrílica Duralay presenta mayor resistencia. Finalmente, Laura (20) en Lima, halló que la resina bis-acrítica Luxatemp Star tiene mayor resistencia que las resinas acrílicas Vitalloy.

Se obversa que, tanto a nivel internacional como nacional se presentaron diferentes resultados referentes a la resistencia fractural; sin embargo, los fabricantes vienen introduciendo diferentes materiales bis-acríticos en el mercado, lo cual es un indicativo de una tendencia del mayor uso de estos; sin embargo, debido a las discrepancias es necesario más estudios al respecto. Por tal motivo es necesario investigar sobre la comparación in vitro la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acríticas Acrytemp®, y Protemp 4™.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema General**

-¿Cuál será la diferencia de la resistencia a la fractura *in vitro* de dos tipos de resinas bis-acríticas, Lima – Perú 2021?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- ¿Cuál será la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Acrytem® (Zhermack), Lima – Perú 2021?

- ¿Cuál será la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Protemp 4™ (PT4,3M ESPE), Lima – Perú 2021?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Comparar la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acrítica Acrytem® y Protemp 4™.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Acrytem® (Zhermack)

- Determinar la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Protemp 4™ (PT4,3M ESPE).

## **1.4. Justificación de la investigación**

### **1.4.1 Justificación Teórica**

La presente investigación presentó una relevancia teórica debido a que se estudiaron concepciones y teorías de las resinas Bis-acrílicas ya que son importantes para las restauraciones provisionales en prótesis fija. El uso de estas resinas crece cada día más debido a su practicidad en los tratamientos rehabilitadores, por lo que es importante que los odontólogos y estudiantes tengan presente los conceptos de este material. Debido a ello, esta investigación aporta teóricamente al área odontológica.

### **1.4.2 Justificación Metodológica**

La justificación metodológica de este estudio es debido a que se realizó un estudio comparativo de diseño experimental, para comparar la resistencia a la fractura entre las resinas Bis-acrílicas Acrytem®, y Protemp 4™. Para ello, este trabajo fue asesorado por un especialista para la ejecución del experimento, obteniendo datos precisos que fueron analizados en un programa estadístico. Por ende, esta investigación colaborará con futuras investigaciones que deseen emplear el uso de resinas Bis-acrílicas para restauraciones provisionales en sus propios trabajos.

### **1.4.3 Justificación Práctica**

La alta relevancia práctica de esta investigación es porque al realizar los tratamientos de prótesis fija, es necesario la colocación de una restauración provisional que resista las fuerzas ejercidas por el sistema estomatognático. Debido a la practicidad de las resinas Bis-acrílicas para la realización de estas restauraciones, se pueden realizar procedimientos terapéuticos de calidad para los pacientes. Por lo cual, se aportará con datos que refuerzen la elección y uso de estos materiales en la práctica diaria de los profesionales, debido a los resultados obtenidos en la resistencia fractural de las resinas Bis-acrílicas.

## **1.5. Limitaciones de la investigación**

### **1.5.1 Temporal**

La principal limitación temporal fue debido a la concurrencia actual a nivel mundial, debido a la pandemia del SARS-COV-2, lo que imposibilita el desarrollo normal de diferentes procesos de la actividad diaria.

### **1.5.2 Espacio**

Debido a la pandemia del SARS-COV-2, se complica llegar al laboratorio HTL que se encuentra en San Juan de Lurigancho, por lo que se debe considerar el uso de equipo de protección personal al acudir al laboratorio.

### **1.5.3 Recursos**

Los límites con los recursos humanos es que se dificulta la comunicación presencial con asesores, especialistas de laboratorio y estadísticos, debido a la pandemia, por lo que no se pudo mantener una conversación fluida presencial y solo se obtuvo comunicación telefónica o por correo.

Los límites de los recursos económicos son debido a la situación política actual, que los precios de los materiales para la investigación se encarecen por la volatilidad del sol.

## **2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

**James Enrique, (2020)** realizó un estudio en Lima sobre la resistencia a la fractura de resinas acrílicas de termocurado y de superpoliamida, por ello su principal objetivo fue comparar las resistencias de ambas resinas. Como muestra empleó los 2 tipos de resinas acrílicas, en moldes de 64mm de largo, 2.5mm de ancho y 10 mm, utilizando 10 bloques de cada resina acrílica. Se obtuvo como resultados que la resistencia de las resinas acrílicas de termocurado presentaron un valor de  $78.36 \pm 11.69$  Mpa, y la resistencia de la resina acrílicas de superpoliamida fue de  $36.04 \pm 2.71$  Mpa. Como conclusión obtiene que la resina acrílica de termocurado presentó mayor resistencia que la resina de superpoliamida (17).

**Carbajal Córdova, (2019)** desarrolló un estudio en Lima sobre la microdureza superficial de discos de resina acrílica de autocurado y termocurado, teniendo como objetivo comparar la microdureza entre ambos. Se empleó como metodología el diseño experimental en una muestra de 40 discos de resinas acrílicas de cada tipo en diferentes momentos del tiempo. Los resultados fueron obtenidos por el Test de ANOVA y Tukey encontrando diferencias significativas entre ambos grupos con valores significativos menores a  $p < 0.001$ . Se obtuvo como conclusión que las resinas acrílicas de termocurado presentan mejores valores de microdureza que las resinas acrílicas autocurado (18).

**Mosharraf, et al., (2019)** realizaron en Irán, un trabajo con el objetivo de evaluar la estabilidad del color y la resistencia a la fractura de dos materiales de dentadura postiza parcial fija (FPD) reforzados con fibra. En este estudio in vitro, se fabricaron 96 muestras en forma de barra (4 mm × 2 mm × 20 mm) y se dividieron en cuatro grupos (n= 24): resina compuesta no reforzada

(NRC), resina compuesta reforzada con fibra de vidrio (RC), polimetilmetacrilato no reforzado (PMMA) y PMMA reforzada con fibra de vidrio. Luego, las muestras se sumergieron en café, enjuague bucal con clorhexidina y agua destilada. Todos los especímenes sumergidos en agua destilada fueron sometidos a fuerza para medir su resistencia a la fractura. Los datos se analizaron con ANOVA unidireccional, pruebas de Tukey con diferencia honestamente significativa y prueba t pareada ( $\alpha = 0.05$ ). El grupo NRC, sumergido en café durante 1 mes, exhibió el  $\Delta E$  más alto ( $17,1 \pm 0,69$ ) y el  $\Delta E$  más bajo perteneció al grupo RC sumergido en agua durante 1 día. El grupo RC, inmerso en agua, exhibió la mayor resistencia a la fractura. Se concluye que, café se considera uno de los factores más importantes que afectan los cambios de color en los FPD provisionales, ya sea en resinas compuestas o en PMMA. La resistencia a la fractura tanto de la resina compuesta como de los PMD de PMMA no reveló diferencias significativas entre los grupos; sin embargo, hubo diferencias significativas entre los FPD no reforzados y reforzados con fibra en ambos grupos (11).

**Larrea Santamaría, (2018)** ejecutó una investigación en Ecuador sobre la resistencia flexural de acrílicos de termocurado reforzados con grafeno en nanoplacas y acrílicos que no tenían refuerzo. Tuvo como finalidad analizar la resistencia flexural del acrílico de termocurado con nanoplacas de grafeno y comparar con la resistencia de acrílicos de termocurado sin refuerzo, empleando una metodología experimental y comparativa. Por ello, empleó una muestra de 30 muestras divididas en grupos para determinar la resistencia flexural por medio de un análisis ANOVA. Se obtuvo como resultados una significancia de  $p < 0.000$  al 95% de confiabilidad, demostrando una diferencia significativa entre las resistencias de los acrílicos. En conclusión, una cantidad elevada de nanoplacas presentó resultados negativos en el material, los que presentaron pocas cantidades obtuvieron mejores resultados de resistencia.

**Trujillo Chaico, (2018)** realizó un estudio en Apurímac sobre la resistencia mecánica entre las resinas acrílicas que se usan en provisionales, por ello su principal objetivo fue evaluar la resistencia de las resinas acrílicas provisionales, por ello se confeccionaron muestras cilíndricas de 20 x 4 mm entre las diferentes resinas acrílicas, siendo 10 muestras de resina acrílica Vitalloy y 10 de resina acrílica Duralay, que se sometieron a una máquina CVR para evaluar la dureza superficial. Se presentaron como resultados que la resina acrílica que presentó mayor dureza fue la Duralay. Por ello concluye que, la resina acrílica Duralay tiene mejores condiciones para elaborar restauraciones provisionales (19).

**Da Cunha, et al., (2017)** realizaron en Brasil, un trabajo con el objetivo de evaluar las propiedades mecánicas de dos materiales de resina provisional bis-acrílico, como la estabilidad del color, la resistencia a la flexión y la resistencia al cizallamiento a la resina compuesta fluida, simulando situaciones clínicas en las que este material tiene que usarse para reparación como complemento. Dos tonos de dos materiales de resina provisional bis-acrílico [Structur 2 SC (tonos Bleach y A2); Protemp 4 (tonos A1 y A2)] fueron evaluados. Se fabricaron discos (5 x 1 mm) y se determinó el color de referencia después de 1 h. Se sumergieron diez muestras a 37 ° C en soluciones de agua destilada (control) y refrescos a base de cola (Coca-Cola). Las mediciones de color se realizaron con un espectrofotómetro utilizando parámetros CIELab. Las lecturas de color se midieron nuevamente después de 2 horas, 4 horas, 24 horas y 7 días. La resistencia a la flexión se determinó utilizando la prueba de flexión de tres puntos (10 x 1 x 2 mm) en una máquina de prueba universal (0,5 mm / min) (n = 10). Los discos de resina de bis-acrílico se incrustaron en resina acrílica, planificados y distribuidos en 2 grupos: G1 - Filtek Z350 Flow / Protemp4 y G2 - Grandio SO Flow / Structure 3 (n = 15). Se hicieron cilindros (3,5 x 2 mm)

con las resinas compuestas fluidas y se polimerizaron durante 20 s. Las muestras se almacenaron en agua destilada a 37 ° C durante 24 h y se sometieron a una prueba de resistencia al cizallamiento. Los datos se analizaron mediante ANOVA unidireccional y la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). Los valores de  $\Delta E$  fueron más altos para Structur Bleach (3.08) a en comparación con Protemp 4 (tono A1, 2.22) b (tono A2, 2.25) b. No hubo diferencias significativas entre Structur Bleach y Structur A2 (2.62) ab. Coca-Cola presentó valores de  $\Delta E$  más altos (3.08) a que (2.00) b. Con respecto al tiempo, los valores de  $\Delta E$  aumentaron de 1.84 a después de 2 h a 2.31b después de 4 h. Los valores más altos se observaron después de 24 h y 7 días (2.93c y 3.09d, respectivamente). No se observaron diferencias significativas para la resistencia a la flexión de Structur (22.05 MPa) a y Protemp 4 (19.01 MPa) a. Las reparaciones ejecutadas con Structur/Grandio flow (9.21 MPa) a fueron similares a las realizadas con Protemp 4 / Z350XT flow (10.71 MPa) a. Se puede concluir que las dos resinas de bis-acrílo evaluadas mostraron propiedades físicas y mecánicas similares (AU) (13).

**Gupt, et al., (2017)** realizaron en la India, un trabajo con el objetivo de evaluar la resistencia a la fractura de prótesis parciales fijas provisionales hechas de resina de polimetilmetacrilato de autopolimerización (PMMA) utilizando diferentes tipos de materiales de refuerzo para determinar el mejor entre ellos. Se realizaron cincuenta muestras (10 muestras para cada grupo) con resina de PMMA autopolimerizante utilizando materiales de refuerzo (alambre de acero inoxidable: enrollado y no enrollado y fibra de vidrio: suelta y unidireccional) como puente posterior de 3 unidades. Las muestras de prueba se dividieron en cinco grupos dependiendo del material de refuerzo como los Grupos I, II, III, IV y V; Grupo I: PMMA sin refuerzo (grupo de control), Grupo II: PMMA reforzado con alambre de acero inoxidable (extremos rectos), Grupo III: PMMA reforzado con alambre de acero inoxidable (extremos en bucle), Grupo IV: PMMA

reforzado con fibras de vidrio unidireccionales, y Grupo V: PMMA reforzado con fibras de vidrio distribuidas al azar. Se usó una máquina de prueba universal para evaluar y comparar la resistencia a la fractura de las muestras con pruebas post hoc. La fuerza máxima media más alta y más baja y la tensión máxima media fueron del Grupo IV y I, respectivamente. La comparación múltiple de la diferencia post hoc es significativa de Tukey para la fuerza y el esfuerzo máximos promedio, muestra que el aumento de la resistencia es estadísticamente significativo ( $P < 0.05$ ), excepto para las muestras reforzadas con fibras de vidrio distribuidas al azar ( $P > 0.05$ ). Se concluye que, las fibras de vidrio unidireccionales mostraron la resistencia máxima, que fue comparable a los valores medios de ambos grupos de alambres de acero inoxidable. El bajo costo y la técnica fácil de usar alambre de acero inoxidable lo convierten en el material de elección sobre la fibra de vidrio unidireccional para refuerzo en áreas no estéticas donde se requiere alta resistencia (14).

**Schwartz, et al., (2017)** realizaron en Brasil, un trabajo con el objetivo de investigar el rendimiento in vitro de las resinas compuestas de bis-acrilo comerciales Systemp C&B II (SYS, Ivoclar Vivadent), Protemp 4 (PT4, 3M ESPE), Structur 2C (ST2, Voco) y ProviPlast (PVP, Biodinamica). La caracterización incluyó análisis óptico (estabilidad del color, parámetro de translucidez, fluorescencia), superficie (rugosidad, morfología y composición elemental), físico-químico (viscosidad, cinética de polimerización) y análisis mecánico (relación de Poisson, resistencia a la flexión biaxial, módulo de flexión). La mayoría de las pruebas se llevaron a cabo después de 24 h, pero los análisis ópticos y mecánicos se llevaron a cabo después del almacenamiento en agua a 37 ° C durante 1, 15 y 30 días. Los datos fueron analizados estadísticamente ( $\alpha = 0.05$ ). La mayoría de los resultados fueron dependientes del material. SYS y PT4 mostraron estabilidad en el color y translucidez en el tiempo. Todos los materiales tenían

fluorescencia similar o mayor que el esmalte humano. SC2 y PVP mostraron superficies más rugosas que los otros compuestos de bis-acrilo. Se observaron partículas de relleno más pequeñas en la superficie de PT4 y PVP en comparación con las partículas más gruesas de ST2 y SYS. Las lecturas de viscosidad indicaron un comportamiento tixotrópico para todos los materiales probados. SYS tuvo el menor y PT4 el mayor grado de conversión  $C = C$  después de 10 min. En la cinética de polimerización, PT4 tuvo la tasa de polimerización máxima más alta y alcanzó antes de la transición entre la autoaceleración y la autodesaceleración. PT4 y SYS tuvieron una resistencia a la flexión y un módulo significativamente más altos que ST2 y PVP para la mayoría de los tiempos de almacenamiento. Los resultados para la relación de Poisson variaron entre materiales. Los períodos de almacenamiento más largos generalmente se asociaron con una mayor frecuencia de fallas catastróficas en las pruebas de flexión. En conclusión, el rendimiento de las resinas compuestas de bis-acrilo varió en gran medida entre los materiales (15).

**Laura Remigio, (2016)** desarrolló un estudio sobre la dureza superficial de resinas acrílicas empleadas como material provisorio, por eso tuvo como objeto detallar y contrastar la dureza superficial (Vickers) de 3 resinas acrílicas provisionarias, que se conformaron en 30 bloques cilíndricos con dimensiones de 20 mm x 4 mm de alto. Se elaboraron 3 grupos de 10 de resinas de las marcas Vitalloy, Duralay y Luxatemp Star. Estas muestras fueron pulidas y almacenadas para ser sometidas en un durómetro de marca Leitz bajo una fuerza de 50 gr por 10 segundos, después de ello se analizaron bajo un microscopio de 40x. Los datos fueron analizados mediante la prueba de Kruskall Wallis y la prueba U de Mann-Whitney. Se hallaron diferencias significativas entre la dureza de las resinas acrílicas. Concluyendose que la resina Luxatemp Star presentó una mayor dureza que la resina Vitalloy y Duralay (20).

**Singh, et al., (2016)** realizaron en la India, un trabajo con el objetivo de evaluar y comparar la resistencia a la flexión de los materiales de coronas y puentes provisionales disponibles comercialmente. Este estudio in vitro se realizó para comparar la resistencia a la flexión de seis materiales temporales de coronas y puentes disponibles comercialmente a las 24 horas, 8 días y después de la reparación. Se seleccionaron tres materiales basados en poli (metacrilato de metilo) (DPI, SC10 y Trulon) y tres resinas compuestas basadas en bis-acrílico (Protemp, Cooltemp y Luxatemp). Se prepararon un total de 72 muestras de dimensiones 64 mm × 10 mm × 2.5 mm a partir de estos materiales (12 de cada material) y se dividieron en dos grupos (n = 36). Las muestras se almacenaron en saliva artificial y se fracturaron después de 24 horas y 8 días con una máquina de prueba universal. Las muestras fracturadas del estudio de 8 días fueron sometidas a reparación. Se mantuvo un espacio uniforme de 2 mm y un bisel de 450 para todas las muestras reparadas para una mejor distribución de las fuerzas. La resistencia a la flexión de estas muestras reparadas se registró utilizando la misma máquina. Los resultados se registraron y se analizaron estadísticamente mediante pruebas de Anova y Post hoc. Los resultados revelaron que hubo una disminución en la resistencia a la flexión para todos los materiales probados de 24 horas a 8 días, aunque la resistencia a la flexión entre el poli metacrilato de metilo y las resinas bis-acrílicas fue similar a las 24 horas y 8 días. Se observó una disminución sustancial en la resistencia de las resinas compuestas bis-acrílicas después de la reparación. Del estudio actual se puede concluir que, aunque hay una disminución en la resistencia a la flexión para todos los materiales de 24 horas a 8 días, ambos se pueden usar para fabricar las restauraciones provisionales. Sin embargo, en el caso de una fractura de una restauración provisional bis-acrílica, puede ser más ventajoso hacer una nueva restauración provisional que reparar la fracturada (16).

## **2.2 Base Teórica**

### **A. Materiales Provisionales**

Las restauraciones provisionales se utilizan en el intervalo de la preparación del diente y el ajuste de una restauración definitiva. Son generalmente esenciales para cubrir a la dentina recién tallada y evitar el movimiento del diente; así como, mantener la estética. Las restauraciones provisionales pueden ser invaluable para probar los cambios estéticos y oclusales antes de la restauración definitiva. También pueden ayudar a estabilizar y mantener un estado periodontal saludable (21).

#### **A.1 Usos Diagnósticos**

Las restauraciones provisionales, especialmente las utilizadas para preparaciones convencionales, son invaluable en situaciones donde se planean cambios estéticos, oclusales o periodontales en el paciente (21).

##### **•Cambios estéticos**

Cambios propuestos a la forma de los dientes anteriores. Se prueban mejor con restauraciones provisionales para asegurar la aceptación del paciente y la aprobación de los amigos y familia; claramente, es más fácil recortar o agregar acrílico en comparación a la porcelana. Una vez que el paciente dé conformidad, se toma modelos con alginato para que el técnico pueda copiar la forma en la restauración definitiva (21).

##### **•Cambios oclusales**

La tolerancia del paciente a los cambios en la guía anterior o dimensión vertical oclusal aumentada se prueba mejor con restauraciones provisionales. Una vez más, se recomienda un encerado diagnóstico, y, con cambios oclusales, la importancia de utilizar moldes montados en un articulador adecuado es esencial. Las restauraciones provisionales directas o indirectas se construyen en estos y cementan temporalmente para después ajustar y proporcionar un contacto oclusal uniforme en la posición intercuspal y en la desoclusión (21).

#### **•Cambios periodontales**

Puede ser necesario como parte de la periodoncia de un paciente un tratamiento para eliminar tejidos colgantes o para permitir el acceso para la limpieza y resolución de la inflamación. El desgaste a largo plazo y un ajuste adecuado de las restauraciones provisionales contorneadas permiten la salud del margen gingival. Después de una cirugía periodontal o apical, los tejidos también necesitarán tiempo para estabilizarse. Para el alargamiento quirúrgico de la corona se utiliza para aumentar la altura clínica de la corona, lo mejor es permitir 6 meses antes de la restauración definitiva, especialmente si la estética es crítica (21).

#### **•Cambios en la forma del diente - evitando problemas**

Para la mayoría de las personas, ajustes menores en la forma del diente es poco probable que cause algún problema, pero para otros, por ejemplo, cantantes o músicos de instrumentos de viento, las restauraciones eventuales, si han sido mal planeadas, pueden interferir con la embocadura del paciente. Este término describe los movimientos finos de la boca y el contacto labio/dientes requeridos para la producción del habla o generación de sonido en el caso de un instrumento musical. Por lo tanto, tiene sentido copiar las características de restauraciones provisionales exitosas, para evitar la insatisfacción del paciente (21).

## A.2 Materiales

Los materiales utilizados en laboratorio son generalmente hechos en autocurado o curado con calor acrílico o metal fundido. Por ello, una variedad de materiales está disponibles para su uso como material provisional (21,22):

Técnicas directas o indirectas (21,22,23):

- Polimetacrilato de metilo (autocurado o curado con calor) (por ejemplo, Vita K&B Acrílicos) (21,22,23).
- Metacrilato de polietilo (p. Ej. Snap, Trim) (21,22,23).
- Bis acryl composite (p. Ej. Protemp, Quicktemp) (21,23).
- Dimetacrilato de uretano (fotocurado) (p. Ej. Provipont DC) (21,23).
- Composite restaurador (21,22).

Durante décadas, el material utilizado para preparar las restauraciones provisionales fue el polimetacrilato de metilo (PMMA); que está disponible comercialmente como polvo (polímero) y líquido (monómero) (13). A pesar de su rentabilidad en odontología, PMMA tiene inconvenientes clínicos como baja estabilidad del color y propiedades mecánicas que dependen en condiciones de manejo, que a menudo conducen a la inclusión de vacíos dentro de las restauraciones (13).

A fines de la década de 1990, las resinas compuestas bis-acrílicas fueron introducidas por primera vez en el mercado dental (24). A diferencia del PMMA, el bis-acrilo al igual que las resinas compuestas contienen monómeros de metacrilato de divinilo y carga de partículas de relleno (24). Como resultado, la polimerización, la contracción y la liberación exotérmica se

reducen potencialmente, y la estabilidad del color se mejora en comparación con PMMA. Además, las resinas compuestas de bis-acrilo son comercialmente disponible para usar con jeringas automix, lo que aumenta los costos, pero con fácil manejo y reducción de atrapamiento de aire (24).

Las resinas compuestas de bis-acrilo se pueden usar para prácticamente para todo tipo de restauraciones provisionales. Además, según los fabricantes y algunos estudios en la literatura, estos materiales pueden presentar otras características mejoradas en comparación con PMMA, incluida una mayor resistencia a la abrasión y estética, menor inadaptación marginal, menor monómero libre de elución y potencial de reparación mejorado (25).

### **A.2.1 Resinas Bis- Acrílicas**

Los materiales de resina provisional bis-acrilo se han aplicado ampliamente para tratamientos protésicos debido a sus propiedades como la solidez del proceso de polimerización, la facilidad de manejo y la estética (26,27).

La calidad de estos materiales permite su uso en varias situaciones clínicas durante la rehabilitación protésica; como restauraciones temporales y construcción de Mockup dentales para evaluaciones estéticas y funcionales. Como material provisional, es esencial que permanezca estable durante el período de rehabilitación. Para lograr estos propósitos, deben presentar buenas propiedades mecánicas y buena estabilidad del color. En el caso de rehabilitaciones estéticas, como restauraciones provisionales anteriores, la estabilidad del color de la resina intermedia bis-acrilo puede considerarse uno de los más importantes (26,27,28,29).

#### **A.2.1.1 Propiedades Físico – Químicas**

Las moléculas lineales que tienen un grupo metacrilato en los extremos son los monómeros más utilizados en los compuestos dentales a base de resina. La polimerización de crecimiento en cadena es responsable de la conversión de monómeros en polímeros a través de la polimerización en tres fases, es decir, iniciación, propagación y terminación. Los radicales libres están formados por iniciadores de fotos en el caso de la mayoría de los compuestos basados en metacrilato (30).

El proceso de polimerización es iniciado por los radicales libres generados durante la foto iniciación que convierte los enlaces C-C en enlaces C-C entre el radical generado y el grupo metacrilato de la molécula de monómero (30). El grupo radical y alqueno de metacrilato dona un electrón. El electrón restante del grupo alqueno alcanza el terminal opuesto del monómero y, por lo tanto, la molécula completa se convierte en un radical y reacciona con otro monómero. Esto da como resultado una reacción en cadena que termina cuando dos radicales reaccionan entre sí. Se requiere una conversión máxima de resina no curada en un incremento de resina curada / polimerizada, que se mide como Grado de Conversión (DC) de resina (30). Además de la situación más simple de polimerización anterior, los compuestos dentales tienen múltiples monómeros de dimetacrilato que dan como resultado polímeros altamente reticulados con mejores propiedades mecánicas y de resistencia al desgaste (30). Los fotoiniciadores tienen un enlace de baja energía que se rompe al absorber la luz o tienen un grupo químico excitable que alcanza un estado de electrones excitado debido a la absorción de la luz (30).

Las lámparas de halógeno de tungsteno de cuarzo se utilizan como unidad de fotocurado que no son tan compactas (30,31). En los últimos fotoiniciadores tipo II, se requieren coiniciadores para producir radicales (30,31). Los coiniciadores son generalmente aminas terciarias que tienen un

átomo de nitrógeno con tres cadenas y donan el protón al iniciador altamente excitado para formar radicales libres. Tras la exposición a la luz azul visible, el intercambio de electrones en el iniciador-coiniciador, produce radicales a través de la abstracción de hidrógeno (30,31). La molécula iniciadora se convierte en un radical ketyl mientras que la molécula coiniciadora se convierte en un radical aminoalquilo capaz de iniciar la reacción de polimerización (30,31).

Independientemente de la composición y método de polimerización, estos materiales tienden a sufrir cambios de color y asperezas con el tiempo debido al uso de diversas bebidas teñidas. Los requisitos deben satisfacer las preocupaciones biológicas, mecánicas y estéticas (32). La polimerización incompleta, absorción de agua, reactividad química, dieta, e higiene oral afectan el grado de color (32). Varios estudios indicaron que algunas resinas a base de polimetilmetacrilato (PMMA) tienden a decolorarse menos que otras resinas provisionales, incluso a base de bisacrilo (32). Sin embargo, la investigación también ha demostrado que hay materiales compuestos de resina con estabilidad de color similar (32). Las restauraciones temporales están destinadas a un periodo entre la preparación del diente, el ajuste y la inserción de la prótesis final. Incluso durante el tiempo cuando las restauraciones provisionales están presentes en la boca, la estética es importante (32).

#### **A.2.1.2 Propiedades Mecánicas**

Para tener éxito, la restauración provisional debe proporcionar las siguientes funciones (33):

- (a) protección pulpar (33);
- (b) una herramienta de diagnóstico para analizar la oclusión, la alineación dental, la guía incisal/canina, la relación entre el diente y el tejido gingival y el labio y posición del diente (33);
- (c) mantenga la posición del diente y evite cambios oclusales (33);

- (d) establecer función, estética y fonética (33);
- (e) permitir el cuidado bucal diario de rutina (33); y
- (f) proporcionar resistencia mecánica para soportar las fuerzas oclusales (33).

Estas características de las restauraciones provisionales son esenciales para predecir un resultado óptimo en la restauración definitiva, por ende, el conocimiento de las propiedades del material provisional; al igual, que sus pros y contras antes de su uso permite la selección de diferentes materiales restaurativos provisionales para soportar los diferentes escenarios clínicos (33). En general, los materiales provisionales caen en dos categorías: resina acrílica y compuesto de bis-acrilo de resina (33). El compuesto bis-acrilo se divide además en dos grupos: bisfenol A-glicidil metacrilato (bis-GMA) y uretano dimetacrilato (UDMA)] (33). Resinas acrílicas como Jet son relativamente económicos, fáciles de manejar y tienen buena capacidad de pulido y adaptación al margen (33). Las principales deficiencias son alta contracción, generación de calor durante la polimerización y baja resistencia al desgaste (33). Sin embargo, los materiales compuestos de resina como Integrity tiene algunas ventajas sobre los materiales de resina acrílica: menos olor, menos contracción, más resistente al desgaste y mejor estabilidad del color (33). El inconveniente es que los compuestos son más caros (33).

La complicación más común con las restauraciones provisionales es la aparición de defectos durante la fabricación y/o fractura durante la permanencia en la boca entre citas (33). En la fabricación de restauración provisional, los márgenes abiertos o fracturados, los contactos interproximales abiertos o ligeros y el mal contorno es a menudo observado (33). Además, las fracturas de restauraciones provisionales suceden a menudo en los casos de hábitos parafuncionales o reducción insuficiente de los dientes durante la preparación (33). Por lo tanto,

reparar las restauraciones provisionales son un gran desafío para los dentistas (33). El tamaño y la ubicación de los defectos, la reparación puede reducir el tiempo de atención, costo y aumento de la productividad clínica en comparación a fabricar una nueva restauración provisional (33). Sin embargo, se ha informado que la fuerza de las provisionales reparadas es significativamente menor que la fuerza de las coronas provisionales originales no reparadas (33). Por ejemplo, los materiales bis-acrilo demuestran una disminución del 85% en la resistencia a la flexión después de la reparación (33). Por lo tanto, es necesario para probar la resistencia posterior a la reparación de materiales provisionales para determinar si es aconsejable reparar los defectos o fracturas (33).

La resistencia mecánica es una propiedad física importante para que un material provisional funcione in situ sin fracaso (33,34,35). Las estructuras y componentes químicos juegan un papel esencial en las propiedades del material (33,34,35). La composición de los materiales bis acrílicos está basada en PMMA resina acrílica autopolimerizable, que tiene uno o más grupos metacrilato (mono funcional) en cada monómero, que puede formar polimerización (33,34,35). Esta propiedad de los materiales bis-acrílicos proporciona más resistencia a la flexión y resistencia a la fractura (33,34,35). El relleno inorgánico en composite ha demostrado que mejora la resistencia a las fuerzas de masticación y a la fractura cuando la carga de relleno alcanza un cierto nivel umbral (33,34,35).

### **A.2.1.3 Ventajas**

Hoy en día, el compuesto de bis-acrilo es un material confiable para la producción eficiente y directa de restauraciones provisionales (36,37). Tiene una mejor estabilidad del color que el PMMA o el metacrilato de polietilo (PEMA) (36,37). Los compuestos de bis-acrilo se han

vuelto comercialmente populares, especialmente debido a su facilidad de uso, propiedades de manejo y propiedades mecánicas superiores (36,37). Sin embargo, la condición previa para el uso de material químicamente curado en procedimientos directos en el consultorio es que las coronas clínicas estén prácticamente intactas (36,37). Se debe tomar una impresión antes de la preparación del diente. Esto sirve como bandeja de impresión para el compuesto bis-acrilo (36,37). Si se altera la anatomía clínica de la corona, no se puede tomar una impresión (36,37). En tales casos, se utilizan coronas de tiras transparentes, especialmente en la reparación de dientes primarios (36,37). Similar al proceso de fabricación de estas provisiones de corona es el desarrollo de coronas de un solo diente, de una sola unidad, autoportantes, maleables y fotopolimerizables de un solo diente (36,37). Estos se pueden adaptar y modelar al diente de pilar preparado y luego foto polimerizar (36,37).

Las resinas de bis-acrilo se introdujeron con el objetivo de superar los aspectos negativos de los metacrilatos (38). Este grupo de materiales provisionales fue una incursión en los materiales de pasta y pasta (38). Estos se dispensan de jeringas o cartuchos precargados y se mezclan a través de una punta de automezcla (38). Esto proporciona mezclas consistentes sin incorporación de aire en la mezcla final (38). Las resinas de bis-acrilo tienen reacciones de fraguado exotérmico muy bajas, a diferencia de los metacrilatos, y son más benignas para el tejido pulpar subyacente (38). Además, tienen baja contracción, proporcionando un buen ajuste marginal con buena resistencia transversal y resistencia a la abrasión (38). Sin embargo, estos materiales son más frágiles que los metacrilatos y, debido a la capa gruesa inhibida por oxígeno presente en la superficie al fraguar, son menos resistentes a las manchas que el material discutido previamente (38). Además, debido a una química diferente, los adhesivos fluidos de composite o dentina no se adhieren fácilmente al material Bis-acrilo, lo que dificulta su reparación o modificación (38).

Otro aspecto negativo de estos materiales son los tonos limitados disponibles (38). Algunos fabricantes han introducido materiales de modificación de color para que coincidan con estos materiales (38). Los bis-acrilos son más costosos que los metacrilatos, pero pueden estar mejor indicados para los temporales anteriores que los metacrilatos debido a su estética mejorada (38).

#### **A.2.1.4 Consideraciones para el éxito clínico**

Las investigaciones clínicas que analizan el éxito clínico de los provisionales son raras. La fabricación de una restauración provisional directa con la calidad adecuada para garantizar una dentición sana, funcional y estética es una tarea difícil, incluso para el dentista más experimentado (39). El nivel más bajo de experiencia clínica y experiencia en la preparación de provisionales podría ser una razón para el resultado. Kozmacs, et al. (37) recomiendan capacitación intensiva y supervisión de jóvenes dentistas y estudiantes en la fabricación de provisionales (37). El tiempo de preparación también debe incorporarse a estas consideraciones (37). El tiempo promedio que el dentista necesita para fabricar las provisionales es 6 minutos (37). Asimismo, es necesario el pulido después del ajuste para alisar la superficie rugosa (37). El procedimiento convencional para el manejo de materiales para crear un curado químico provisional y convencional del compuesto bis-acrilo sigue siendo el estándar de oro en el suministro de coronas provisionales (37).

Los estudios futuros deberían generar más información para que los fabricantes creen materiales que cumplan con los requisitos de una corona definitiva en un procedimiento directo para permitir un tratamiento rápido y económico, pero aun clínicamente suficiente (33,34,35,36,37). El compuesto de bis-acrilo curado químicamente sigue siendo el material de elección para el suministro provisional de dientes dentro del tiempo de fabricación de la restauración final. Sin

embargo, los dentistas deben proporcionar a los fabricantes su experiencia clínica para permitir el desarrollo continuo y la optimización de materiales provisionales (38,40).

## **B. Resistencia a la Fractura**

Es una propiedad que valora la tensión requerida para provocar la fractura, conocida también como la resistencia máxima (41). Esta propiedad la presentan diversos materiales dentales, incluidas las resinas bis-acrílicas, y está sujeta a la cantidad del relleno y el tamaño de las partículas de los materiales (41).

Algunos autores mencionan que las resinas compuestas de alta viscosidad presentaron mayor resistencia a la fractura a consecuencia de que absorben e imparten de una mejor forma la percusión de las fuerzas de oclusión (42,20).

Existen la presencia de diversos factores que ocasiona la fractura del material, como el espesor no adecuado de la restauración, el diseño de la cavidad, los defectos de la restauración como poros y grietas y la resiliencia del material (43).

### **2.3. Terminología básica**

- Resistencia a la fractura:

La resistencia a la fractura es la máxima fuerza que puede ser soportada por una estructura (44).

- Material provisional:

Material usado en el intervalo entre la preparación del diente y el ajuste de una restauración definitiva (44).

- Resina Compuesta:

Las resinas compuestas son polímeros reforzados, constituidas por una matriz orgánica y el relleno mineral inorgánico, adicionadas a estos dos componentes se encuentran, agentes de acoplamiento y agregados que intervienen en la reacción de polimerización como iniciadores, aceleradores o inhibidores, entre otros (40).

## **2.4. Hipótesis**

Ha: Existe diferencias en la resistencia a la fractura en los dos tipos de resinas bis-acrílicas.

H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acrílicas.

### **3. CAPÍTULO III. DISEÑO Y MÉTODO**

#### **3.1. Método de la investigación**

- El método fue hipotético-deductivo

#### **3.2. Enfoque de la investigación**

- Se realizó un enfoque cuantitativo

#### **3.3. Tipo de investigación**

- De acuerdo a la finalidad fue una investigación aplicada.
- Según el número de mediciones fue transversal
- Debido a la fuente de recolección de datos fue prospectivo
- De acuerdo a la intervención del investigador fue experimental

#### **3.4. Diseño de la investigación**

- Diseño experimental de posprueba

#### **3.5. Población, muestra y muestreo**

##### **3.5.1 Unidad de análisis:**

Un cuerpo de resina bis-acrítica cilíndrico de diámetro de 4 mm x 8 mm de altura de las marcas Acrytem®, y Protemp 4™, que han sido conformadas por un material con validez vigente, que no presentaron defectos estructurales como burbujas o fisuras, sin cuerpos extraños en su interior.

##### **Población**

El estudio fue conformado por 36 cilindros de resina resina bis-acrítica fabricados con Acrytem® y Protemp 4™.

##### **3.5.2 Muestra**

La presente investigación empleó toda la población como muestra, por ende se emplearon los 36 cilindros de resina bis-acrítica fabricados con Acrytem®, y Protemp 4™ (n=18 por grupo) (45).

### **3.5.5 Tamaño de muestra y Tipo de muestreo**

Fue un muestreo no probabilístico intencional.

### 3.6. Variables y Operacionalización

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>	<b>ESCALA VALORATIVA</b>
Resistencia a la fractura	Tensión compresiva máxima que un cuerpo puede soportar antes de fracturarse (41)	-	Maquina de prueba universal (Mpa)	De razón	Mpa
Tipo de resina bis-acrilica	Resinas de metacrilatos multifuncionales que presentan un alto peso molecular por la cantidad de relleno que presenta (46)	-	Marca comercial	Nominal	Acrytem® (Zhermack) Protemp 4™ (3M).

### **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.7.1 Técnica**

Observacional de laboratorio

#### **3.7.2 Instrumento**

El instrumento que se empleó fue el software Smart test de la maquina digital de ensayo universal por medio de una base de datos excel profesional, en que se registraron los datos del análisis de los dos grupos de resinas bis-acríticas, colocando los valores en Megapascales de la resistencia a la fractura.

#### **3.7.3 Descripción de la obtención de la autorización**

Se solicitó la autorización a la dirección de la Escuela Académico Profesional de

Odontología de la Universidad Privada Norbert Wiener para la aprobación y ejecución del proyecto de investigación y después se presentó la carta de presentación a la institución HTL que aceptó la carta para la ejecución del proyecto.

#### **3.7.4 Descripción del procedimiento**

##### **3.7.4.1 Materiales y equipos**

Las resinas bis-acríticas Acrytem® (Zhermack) y Protemp 4™ (3M) fueron las que se sometieron a prueba del ensayo mecánico. La confección de las muestras fue realizada con resinas bisacrlicas autopolimerizable color A2. Preparado: cartucho y puntas de mezcla antes de la fecha de vencimiento detallada en la jeringa, de acuerdo a las instrucciones de cada fabricante y por un especialista del laboratorio HTL, que sometió la máquina digital de ensayo universal CMT-5L de marca LG.

##### **3.7.4.2 Diseño de matrices**

Se diseñaron matrices cilíndricas para albergar cilindros de resinas bis-acríticas 4mm de diámetro x 8mm de altura por medio de una pistola distribuidora y de la jeringa de inmersión de cada marca correspondiente; se corroboraron ambas dimensiones mediante el uso de un vernier electrónico digital de 200nm de marca Mitutoyo, según lo referido por Kerby, et al. (45) de acuerdo con la norma ISO 4049.

Se dividieron en 2 grupos de 18 unidades de análisis para ambas marcas de resinas bis-acríticas. Las muestras fueron polimerizadas en un molde dividido de acrílico que fue precalentado a 37 ° C en un horno eléctrico calibrado para simular la temperatura intraoral. Un termómetro digital fue usado para asegurar que la temperatura del molde dividido fue de  $37^{\circ} \pm 0.5^{\circ} \text{C}$  antes de colocar la resina sin polimerizar.

### **3.7.3.3 Almacenamiento**

Se almacenaron las muestras en agua destilada por  $37 \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas en una estufa diseñada por la propia institución, la temperatura ambiental para el almacenamiento fue de 19°C y la humedad relativa de 85%.

### **3.7.3.4 Medición de resistencia de fractura**

Posteriormente, se llevaron las unidades de análisis a una máquina de prueba universal CMT-5L LG que aplicó una fuerza para medir la resistencia a la fractura con una fuerza de avance de 0.75 mm/min +/- 0.25 mm/min hasta alcanzar la fractura. Dichas medidas fueron registradas por medio del software smart test de la máquina digital de datos.

La base de datos estuvo conformada por una tabla de 2 columnas correspondiente a los 2 grupos de estudio Acrytem®, y Prottemp 4™; cada columna estuvo subdividida en dos

columnas que corresponden al Nro. de espécimen y al valor de la resistencia a la fractura expresada en Megapascales.

### **3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos**

Se analizaron los datos descriptivos mediante valores de media, desviación estándar, mínimo y máximo.

Se realizó un análisis inferencial, que se trabajó con un nivel de significancia al 5%, después se procedió a realizar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la prueba de Levene de igualdad de varianzas de los 2 grupos de resinas. Debido a los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk se determinó que los datos presentan una distribución normal, por ende, se procedió a emplear la prueba de T de student para muestras independientes considerandose la significancia estadística como  $p < 0.05$ .

Para el análisis descriptivo e inferencial se empleó el programa SPSS vs. 25.0 (IBM Company, Chicago, IL).

### **3.9 Aspectos éticos**

Se enviaron los documentos correspondientes al Comité de ética para la evaluación del proyecto de investigación. Asimismo, se obtuvieron los permisos del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC., para la utilización de sus ambientes, donde se ejecutó el presente proyecto. No existió un riesgo, debido a que todas las muestras fueron procesadas para su deshecho sin alterar el medio ambiente. Se respetaron las normas del ISO 4049 para la confección de las muestras, respetando los protocolos de bioseguridad.

Se cumplieron y respetaron los puntos del artículo 7° del Reglamento de Ética de la Investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener (47) y también se respetó los puntos del artículo 9° para evitar la mala actitud científica.

## 4. CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Análisis descriptivo de resultados

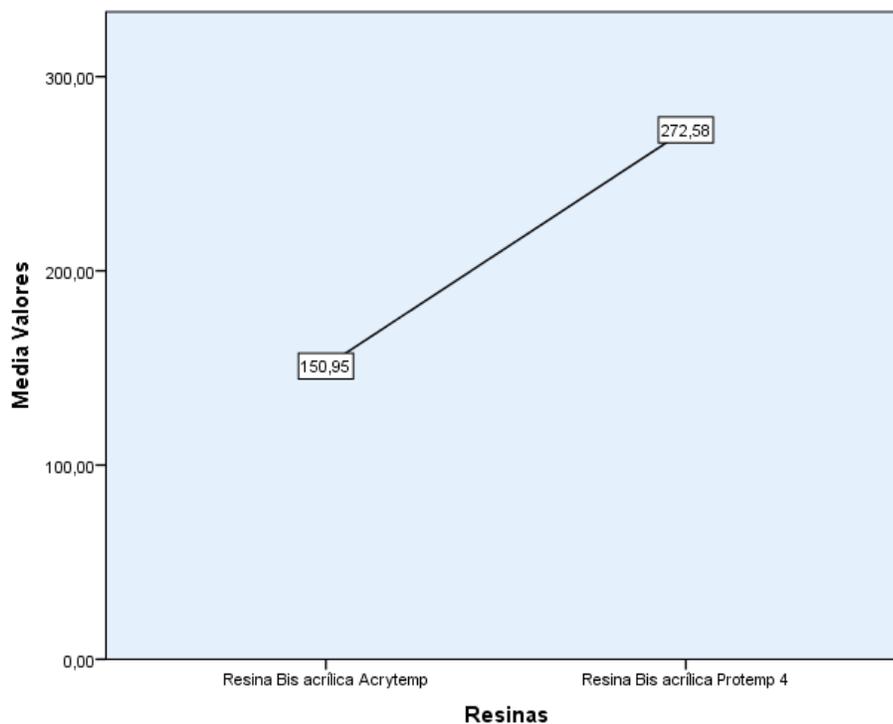
Tabla 1: Resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acrítica Acrytem® y Protemp 4™, Lima Perú – 2021.

Resinas	N	Media	Desviación estándar	p <sup>†</sup>
Resina Bis acrílica Acrytemp	18	150.9544 Mpa	14.81712 Mpa	p<0.05
Resina Bis acrílica Protemp 4	18	272.5817 Mpa	30.40704 Mpa	

P<sup>†</sup>: T de Student

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: Gráficos de las medias de las Resistencia a la fractura de las resinas bis-acrítica Acrytem® y Protemp 4™, Lima Perú – 2021.



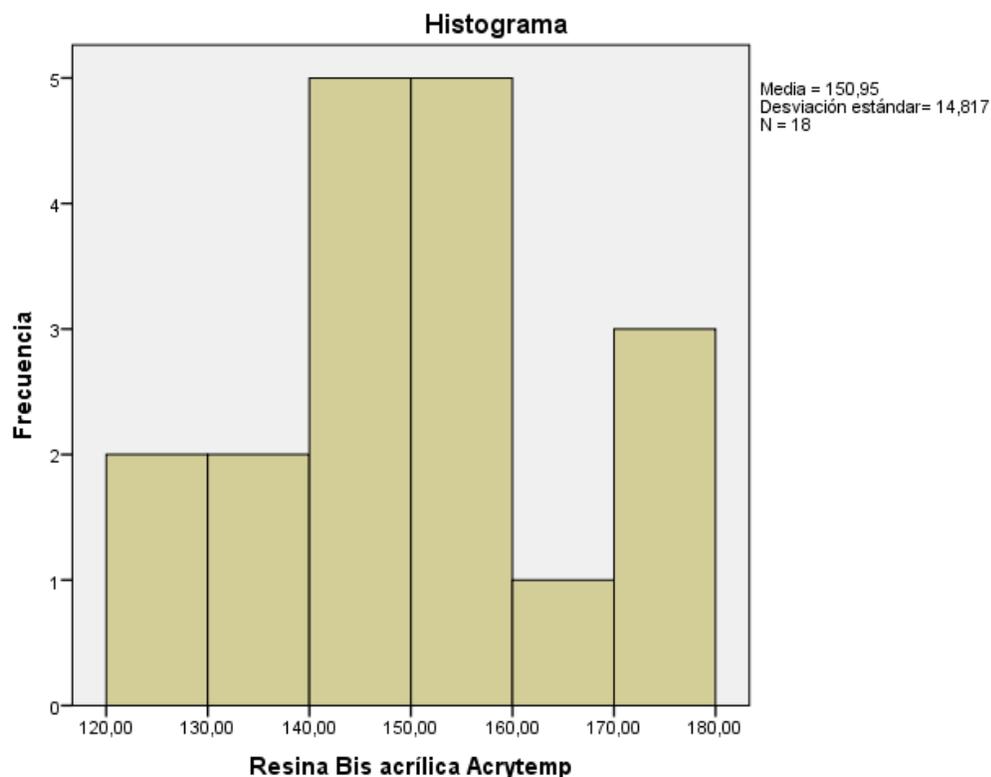
Interpretación: En la tabla 1 y gráfico 1, se aprecia que la resistencia de la Resina Bis-acrítica Acrytemp® presentó una media de 150.9544 Mpa y desviación estándar de 14.81712 Mpa, la resistencia de la Resina Bis acrílica Protemp 4<sup>TM</sup> presentó una media de 272.5817 Mpa y una desviación estándar de 30.40704 Mpa. aplicando la prueba de T de Student, se aprecia que el valor p es menor a 0.05.

Tabla 2. Resistencia a la fractura de la resina bis-acrílica Acrytem® (Zhermack), Lima Perú – 2021

Resinas	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
<b>Resina Bis acrílica Acrytemp</b>	18	124.79 Mpa	177.73 Mpa	150.9544 Mpa	14.81712 Mpa

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Histograma de la resistencia a la fractura de la resina bis-acrílica Acrytem® (Zhermack), Lima Perú – 2021.



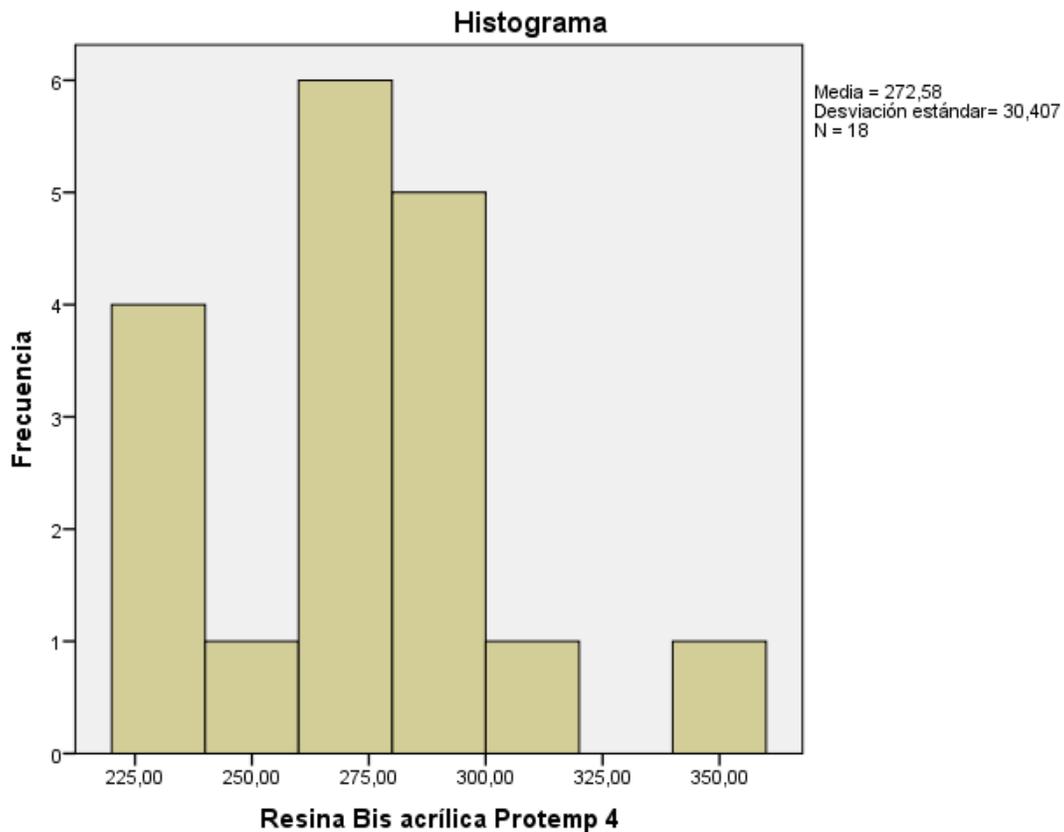
Interpretación: En la tabla 2 y figura 2, se observa que la resistencia de la Resina Bis-acrílica Acrytemp® presentó una media de 150.9544 Mpa, con valor mínimo de 124.79 Mpa y un valor máximo de 177.73 Mpa y desviación estándar de 14.81712 Mpa.

Tabla 3. Resistencia a la fractura de la resina bis-acrílica Protemp 4<sup>TM</sup> (PT4,3M ESPE)

Resinas	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
<b>Resina Bis acrílica Protemp 4</b>	18	221.97 Mpa	351.05 Mpa	272.5817 Mpa	30.40704 Mpa

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. Histograma de la Resistencia a la fractura de la resina bis-acrílica Protemp 4<sup>TM</sup> (PT4, 3M ESPE)



Interpretación: En la tabla 3 y figura 3 se aprecia que la resistencia de la Resina Bis-acrílica Protemp 4 presentó una media de 272.5817 Mpa con valor mínimo de 221.97 Mpa y un valor máximo de 351.05 Mpa y una desviación estándar de 30.40704 Mpa.

#### 4.1.2 Prueba de hipótesis

##### Prueba de normalidad

Para determinar si los datos tienen un comportamiento bajo la curva de la normal, se propuso:

H<sub>0</sub>: Los datos de las muestras de las resinas están distribuidos normalmente.

H<sub>a</sub>: Los datos de las muestras de las resinas no están distribuidos normalmente.

Por eso:

Si  $\alpha > 0.05$ , se acepta H<sub>0</sub>

Si  $\alpha \leq 0.05$ , se rechaza H<sub>0</sub>.

Tabla 4. Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
<b>Resina Bis acrílica Acrytemp</b>	,973	18	,859
<b>Resina Bis acrílica Protemp 4</b>	,940	18	,287

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4, debido a que el número de muestras de cada resina es 18 (menor de 50) se utilizará la prueba de Shapiro-Wilk. En la tabla se aprecia que los resultados obtenidos de la significancia son mayores que 0.05, eso implica que su distribución es normal; por lo cual se empleará la prueba paramétrica de la T de Student.

##### Hipótesis principal

H<sub>0</sub>: No existe diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acrílicas

H<sub>a</sub>: Existe diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acrílicas

H<sub>0</sub>: Hipótesis nula, H<sub>a</sub>: Hipótesis alterna

Para asumir la igualdad o no de varianza se aplicará la Prueba de Levene

Si  $\rho \leq 0.05$ : No se asumen varianzas iguales.

Si  $\rho > 0.05$ : Se asumen varianzas iguales.

Tabla 5. Resultados de la prueba de Levene y T-de Student para muestras independientes

<b>Prueba de Levene de igualdad de varianzas</b>			
	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>
<b>Se asumen varianzas iguales</b>	3.495	0.070	0.000*
<b>No se asumen varianzas iguales</b>			0.000*

T de Student

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 5, se aprecia que el valor de  $p = 0.070 > 0.05$ , entonces se asumen varianzas iguales (en ambas resinas) según la prueba de Levene.

La Prueba T de student se aplicará para determinar si se rechaza o acepta la hipótesis:

Si  $\rho \leq 0.05$ : Se rechaza la  $H_0$

Si  $\rho > 0.05$ : Se acepta la  $H_0$

### **Toma de decisión**

Al establecer varianzas iguales, se obtiene que el valor  $p=0.000 \leq 0.05$ , por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir **existe diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acrílicas.**

### 4.1.3 Discusión de resultados

Esta tesis tuvo como objetivo principal comparar la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acrítica Acrytem® y Protemp 4™. Por ende, se formuló como hipótesis general que si existe diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acríticas.

Los resultados hallados en el análisis descriptivo mostraron que la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Acrytemp® presentó una media de 150.9544 Mpa, valor mínimo de 124.79 Mpa y máximo de 177.73 Mpa; mientras que de la resina Protemp 4™ presentó una media de 272.5817, un valor mínimo de 221.97 Mpa y de media 272.8517 Mpa. Dentro de los resultados inferenciales se asumieron varianzas iguales en la prueba de Levene con un valor de significancia mayor al 0.05 ( $p=0.07$ ), y la contrastación de hipótesis por medio de la prueba T de Student obtuvo un  $p=0.000$  por lo que al ser menor que el valor de significancia  $p\leq 0.05$  se acepta la hipótesis alterna, concluyéndose que existe una diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acríticas.

Frente a estos resultados, se tiene los resultados de James Enrique (17) en Lima que presentó en su análisis descriptivo, que la resina convencional tenía una media de 149.879 Mpa de resistencia a la fractura, mientras que la resistencia de las resinas acrílicas de termocurado presentaron un valor de  $78.36 \pm 11.69$  Mpa, y la resistencia de la resina acrílica de superpoliamida fue de  $36.04 \pm 2.71$  Mpa, siendo sus medias diversas, similares a los resultados de esta tesis.

Según Carbajal Córdova (18) en Lima, la media obtenida de la microdureza superficial de las de discos de acrílico de autocurado y termocurado encontrando diferencias

significativas entre ambos grupos con valores significativos menores a  $p < 0.001$ , de igual forma, se obtuvieron medias similares a los resultados de esta investigación.

De acuerdo a Mosharraf, et al. (11) en India, hallaron los valores de el composite no reforzado Structure Premium obtuvo una media de 49.02 Mpa, el composite reforzado con fibra de vidrio obtuvo un valor de 69.61 Mpa, la resina no reforzada de polimetacrilato Temptron obtuvo un valor de 44.96 Mpa y de la resina reforzada Temptron presentó 62.96 Mpa, valores muy distintos obtenidos a este estudio. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de resinas, pero sí entre las resinas no reforzadas versus las que fueron reforzadas, por ello presenta una similitud con este estudio parcialmente.

Según Larrea Santamaría (12) en Ecuador, determinó que la resistencia flexural de acrílicos de termocurado reforzados con grafeno en nanoplacas y acrílicos que no tenían refuerzo, presentaron una significancia de  $p < 0.000$  al 95% de confiabilidad, demostrando una diferencia significativa entre las resistencias de los acrílicos, similares a este estudio.

Mientras que para da Cunha, et al. (13) en Brasil determinaron que la resina Structur presentó una resistencia de 22.05 Mpa y la Protemp 4 de 19.01 Mpa, también las resinas Structur/Grandio Flow fue de 9.21 Mpa y la Protemp 4/ Z350 XT Flow fue de 10.71 Mpa.

Al presentar diferencias entre sus medias se asemeja al resultado de esta investigación. También hallaron que las propiedades de estas resinas no presentaron diferencias significativas, difiriendo con el resultado obtenido en esta investigación.

Gupt, et al. (14) en la India, realizaron un análisis en 4 grupos de resinas reforzadas con fibra de vidrio en diferentes distribuciones y 1 grupo de control no reforzado. Hallaron una media del grupo I de 1314 Mpa, del grupo II de 1785.6 Mpa, grupo III de 1741.4 Mpa, grupo IV de 1937.3 Mpa y del V de 1431.4 Mpa. Presentando una diferencia de medias,

similar a la obtenida en este estudio. Se presentaron diferencias significativas entre los grupos con un  $p < 0.05$ , asemejándose estos resultados hallados con este estudio.

De acuerdo a Schwantz, et al. (15) en Brasil, estudiaron 4 grupos de resinas Systemp CetB II, Protemp 4<sup>TM</sup>, Structur 2, ProviPlast con distintas fechas de almacenamiento en agua destilada a 37°C después de 1 día, 15 días y 30 días. Systemp CetB presentó 36.1 Mpa a 1 día, 40 Mpa a los 15 días y 50.3 Mpa a los 30 días; Protemp 4<sup>TM</sup> presentó 52.6 Mpa a 1 día, 54.5 Mpa a los 15 días y 53.4 Mpa a los 30 días; Structur 2 presentó 30.5 Mpa a 1 día, 32.3 Mpa a los 15 días y 39.9 Mpa a los 30 días y por último, ProviPlast presentó 27.5 Mpa a 1 día, 25.7 Mpa a los 15 días y 37.4 Mpa a los 30 días. Sus hallazgos de medias diferentes, es similar a la que se obtuvo en este trabajo.

Para Laura Rengifo (20), determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre las resinas bis-acrílicas Luxatemp Star, Vitalloy y Duralay con un  $p < 0.05$  en referencia a la dureza superficial de estas, asemejándose a los resultados de este estudio.

Por último, Singh, et al. (16) hallaron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las resinas DPI de autocurado, SC10, Trulon, Protemp 4, Cooltemp natural y Luxatemp fluorescente ante la resistencia a la flexión, presentando diferencias con esta investigación.

## **5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

De acuerdo a los resultados obtenidos se infieren las siguientes conclusiones:

1. Se concluye que después de establecer que ambos grupos presentaron varianzas iguales, se determinó por medio de la prueba T de Student, que existen diferencias estadísticamente significativas entre la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acrílicas, siendo la resina Protem 4<sup>TM</sup> la que presentó mayor resistencia con una media de 272.5817 Mpa, con una desviación estándar de 30.40704 Mpa.
2. Se halló que la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Acrytem® (Zhermack) presentó una media de 150.94544 Mpa con una desviación estándar de 14.81712 Mpa.
3. Se determinó que la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Protemp 4<sup>TM</sup> obtuvo una media de 272.5817 Mpa y una desviación estándar de 30.40704 Mpa.

### **5.2 Recomendaciones**

Debido a las conclusiones se sugieren las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda realizar estudios adicionales que evalúen las diferentes propiedades mecánicas de las resinas bis-acrílicas Acrytemp® y Protemp 4<sup>TM</sup> como la resistencia a
2. la flexión, al impacto, la rigidez, la fragilidad, etc.
3. Se recomienda realizar otros estudios que evalúen las propiedades mecánicas de las resinas bis-acrílicas en otras marcas adicionales.
4. Se recomienda evaluar estudios de la conducta de las resinas bis-acrílicas al ser sometidas a sustancias que se asemejen al bioclima de la cavidad oral y por períodos de tiempo distintos.

## REFERENCIAS

1. Dokania R, Nayakar R, Patil R. Comparative Evaluation of Fracture Resistance of Three Commercially Available Resins for Provisional Restorations: An In vitro Study. *Current Journal of Applied Science and Technology*. 2015; 7(5): p. 520-7.
2. García-Villamar JL, Rodríguez-Llaguno MA, Montece-Seixas ER, Lima-Tamay K. Importancia del Zirconio para prótesis parcial fija libre de metal. 2017; 3(3).
3. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Vargas MA. Flexural strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent*. 2002; 87(2).
4. Torres Loaiza DdC, Zambrano Bonilla MC. Estabilidad del color de materiales provisionales en prótesis fija. Estudio in vitro entre resina acrílica y bis-acrílica. *Revista pedagógica de la Universidad de Cienfuegos*. 2018; 14(62): p. 111-6.
5. Christiani JJ, Devecchi JR. Materiales para Prótesis Provisionales. *Actas Odontológicas*. 2017; 14(1): p. 28-32.
6. Peguero Cáceres WM, Cepeda Burgos A. Evaluación de la estabilidad del color, resistencia a la flexión y la compresión de materiales provisionales a base de bisacrilato utilizados en prótesis fija [Tesis de Maestría]. [Santo Domingo]: Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra; 2016.
7. Pino F. Estudio comparativo in vitro de resinas acrílicas de uso en prótesis fija provisional [Tesis de posgrado]. [Bucaramanga]: Universidad Santo Tomás; 2015.

8. Zafra Vallejo M. Estudio comparativo in vitro sobre las características físicas y mecánicas de tres materiales provisionales, para su uso en prótesis dental [Tesis doctoral]. [Madrid]: Universidad Complutense de Madrid; 2016.
9. De la Garza Camargo Ó, Gutiérrez Cantú F, Romo Ramírez GF. ¿Qué son los provisionales dentales y cómo utilizarlos? *Universitarios Potosinos*. 2018; 14(220): p. 28-31.
10. Astudillo-Rubio D, Delgado-Gaete A, Bellot-Arcís C, Montiel-Company JM, Pascual-Moscardó A, Almerich-Silla JM. Mechanical properties of provisional dental materials: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2018; 13(2).
11. Mosharraf R, Givehchian P, Ansaripour F. Comparison of color stability and fracture resistance of two temporary fiber-reinforced fixed partial denture materials. *Dental Research Journal*. 2019; 16(3): p. 185-192.
12. Larrea I. Resistencia flexural del acrílico de termocurado reforzado con nanoplacas de grafeno [Tesis de pregrado]. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2018.
13. da Cunha Fernandez L, Fernandes Franco AB, Mahammad Mushashe A, Correr Maria G, Gonzaga Castiglia C. Physical properties of two bis-acryl interim materials: color stability, flexural strength and shear bond strength to flowable composite resin as add-on material. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 2017; 16: p. 1-8.
14. Gupt P, Nagpal A, Samra RK, Verma R, Kaur J, Abrol S. A comparative study to check fracture strength of provisional fixed partial dentures made of

- autopolymerizing polymethylmethacrylate resin reinforced with different materials: An in vitro study. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2017; 20(20): p. 69-77.
15. Schwantz JK, Oliveira-Ogliari A, Meereis CT, Leal FB, Ogliari FA, Moraes R. Characterization of Bis-Acryl composite resins for provisional restorations. *Brazilian Dental Journal*. 2017; 28(3): p. 354-361.
16. Singh A, Garg S. Comparative evaluation of flexural strength of provisional crown and bridge materials-an invitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2016; 10(8): p. 72-77.
17. James M. Comparación del modulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida. Estudio in vitro - Lima 2019 [Tesis de pregrado] . [Lima]: Universidad Privada Norbert Wiener; 2020.
18. Carbajal S. Comparación de la microdureza superficial de discos de resina acrílica de termocurado y autocurado en distintos periodos de tiempo [Tesis de posgrado]. [Lima]: Universidad Científica del Sur; 2019.
19. Trujillo Chaico GA. Resistencia mecánica in vitro de resinas acrílicas usadas como provisionales, UTEA - 2018. [Tesis de pregrado]. [Apurímac]: Universidad Tecnológica de los Andes; 2018.
20. Laura Remigio MM. Estudio in vitro de la dureza superficial de resinas acrílicas usadas en provisorios [Tesis de pregrado]. [Lima]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2016.

21. Wassell R, Nohl F, Steele J, Walls A. Extra-Coronal restorations. Concepts and clinical application. 2nd ed. Switzerland: BDJ Clinician's Guides; 2019.
22. Conde Ramón GE. Resistencia flexural de acrílicos de autocurado usados para provisionales en prostodoncia [Tesis de pregrado]. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2017.
23. Matzul Rodríguez YM. Estudio in vitro sobre el ajuste marginal de cuatro diferentes materiales para la elaboración de provisionales en prótesis parcial fija 2018 [Tesis de posgrado]. [Guatemala]: Universidad San Carlos de Guatemala; 2018.
24. Bastidas Espinosa MA. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y estabilidad del color entre una resina acrílica de autocurado y una resina bis-acrílica. Estudio in vitro [Tesis de pregrado]. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2019.
25. Arana Bardales JF, Cisneros del Águila M. Efecto de la exposición a bebidas carbonatadas en la dureza superficial de resinas acrílicas. *International Journal of Dental Sciences*. 2021; 23(2): p. 73-81.
26. Mehrpour H, Farjood E, Giti R, Barfi Ghasrdashti A, Heidari H. Evaluation of the Flexural Strength of Interim Restorative Materials in Fixed Prosthodontics. *Journal of Dentistry*. 2016; 17(3): p. 201-6.
27. Spina DR, Grossi JR, Cunali R, Filho F, da Cunha L, Gonzaga C, et al. Evaluation of Discoloration Removal by Polishing Resin Composites Submitted to Staining in Different Drink Solutions. *Int Sch Res Notices*. 2015; 20.

28. Pissaia JF, Correr GM, Gonzaga CC, da Cunha L. Influence of shade, curing mode, and aging on the color stability of resin cements. *Braz. J. Oral Sci.* 2015; 14(4): p. 272-275.
29. Lee J, Lee S. Evaluation of add-on methods for bis-acryl composite resin interim restorations. *J Prosthet Dent.* 2015; 114(4): p. 594-601.
30. Pratap B, Gupta RK, Bhardwaj B, Nag M. Resin based restorative dental materials: characteristics and future perspectives. *Japanese Dental Science Review.* 2019; 55(1): p. 126-138.
31. Pratap B, Gupta RK. Evaluation of physical properties of silica filled resin based dental composites. *International Journal of Engineering and Advanced Technology.* 2019; 8(6): p. 5047-9.
32. Mickeviciute E, Ivanauskiene E, Noreikiene V. In vitro color and roughness stability of different temporary restorative materials. *Stomatologija.* 2016; 18(2): p. 66-72.
33. Sultan R, Binalrimal RM, Yaman P, Denninson JB, Jin Q. Flexural Strength Evaluation of Immediate and Aged Repair of Provisional Restorative Materials. *J Dent Oral Health.* 2018; 5(101): p. 1-7.
34. Shim J, Park Y, Manaloto A, Shin S, Lee J, Choi Y, et al. Shear bond strength of four different repair materials applied to bis-acryl resin provisional materials measured 10 minutes, one hour, and two days after bonding. *Oper Dent.* 2014; 39(4): p. 147-53.

35. Gujjari AK, Bhatnagar VM, Basavaraju RM. Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and bridge auto-polymerizing resins exposed to beverages and food dye: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2013; 24(2): p. 172-7.
36. Kuphasuk W, Ponlasit N, Harnirattisai C. Flexural Strengths and Color Stability of Bis-acryl Resin Materials for Provisional Restorations. *M Dent J.* 2018; 38(2): p. 135-146.
37. Kozmacs C, Baumann V, Bunz O, Piwowarczyk A. Relative Clinical Success of Bis-Acryl Composite Provisional Crowns. *Compend Contin Educ Dent.* 2018; 39(1): p. 9-12.
38. Kurtzman GM. Crown and Bridge Temporization Part 1: Provisional Materials. *Inside Dentistry.* 2008; 4(8): p. 1-6.
39. Casanova Obando PE, Alarcón Larco MF. Adaptación marginal y resistencia a la tracción de coronas provisionales cementadas con dos biomateriales. *Odontología.* 2019; 21(2): p. 20-38.
40. Silva J, Rafael CF, Vaz P, Fernandes Sampaio JC. Color stability of repairs on bis-acryl resin submitted to thermal aging and immersion in beverages. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2019; 31(5).
41. Albán Hurtado CA, Sánchez VG, Vélez Cuenca TM, Merino Segovia AC. Comparación de la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida y bulk-fill utilizando técnicas incremental y monoincremental de la investigación. *Sathiri: Sembrador.* 2019; 14(1): p. 196-206.

42. Collao Huerta OP. Resistencia a la fractura de resinas fluidas y tipo Bulk en comparación a las resinas convencionales. Estudio in vitro. Lima - Perú. 2020 [Tesis de pregrado]. [Lima]: Universidad Privada Norbert Wiener; 2020.
43. Ramírez Luna MP, Méndez Maya R, Cornejo Peña MA, Llamas del Olmo FJ, Escalante Balderas SA. Resistencia a la fractura in vitro de incrustaciones cerámicas usando dos materiales como bases cavitarias. Revista ADM. 2016; 73(3): p. 139-143.
44. Vaidyanathan T, Vaidyanathan J, Manasse M. Analysis of stress relaxation in temporization materials in dentistry. Dent Mater. 2015; 31(3): p. 55-62.
45. Kerby RE, Knobloch LA, Sharples S, Peregrina A. Mechanical properties of urethane and bis-acryl interim resin materials. J Prosthet Dent. 2013; 110(1): p. 21-28.
46. Blanco Vargas KV, Rodríguez Sándigo JM. Estabilidad del color de materiales provisionales en prótesis fija. Estudio comparativo in vitro entre resina acrílica y bis-acrílica [Tesis de pregrado]. [León]: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; 2018.
47. Universidad Privada Norbert Wiener. Reglamento de Ética de la Investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener. Reglamento. Lima: Universidad Privada Norbert Wiener; 2020.

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

Título de proyecto: “ESTUDIO IN VITRO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA EN DOS TIPOS DE RESINA BIS-ACRÍLICA, LIMA – PERÚ 2021”

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño metodológico
<p><b>Problema General</b> -¿Cuál será la diferencia de la resistencia a la fractura <i>in vitro</i> de dos tipos de resinas bis-acrílicas, Lima – Perú 2020?</p> <p><b>Problemas Específicos</b> ¿Cuál será la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Acrytem® (Zhermack), Lima – Perú 2020? ¿Cuál será la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Protemp 4™ (PT4,3M ESPE), Lima – Perú 2020?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Comparar la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acrítica Acrytem® y Protemp 4™.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> Determinar la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Acrytem® (Zhermack) Determinar la resistencia a la fractura de la resina bis-acrítica Protemp 4™ (PT4,3M ESPE).</p>	<p><b>Hipótesis General</b> Ha: Existe diferencias en la resistencia a la fractura en los dos tipos de resinas bis-acríticas. H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la fractura de dos tipos de resinas bis-acríticas.</p>	<p><b>Variable 1</b> Resistencia a la fractura.</p> <p><b>Variable 2</b> Tipo de resina bis-acrítica</p>	<p><b>Metodología:</b> Método: Hipotético – Deductivo. Enfoque: Cuantitativo. Tipo: Aplicada, transversal, prospectivo, experimental. Diseño: Experimental de posprueba.</p> <p><b>Población y muestra:</b> Unidad de análisis: Ejemplar de resina cilíndrica de diámetro de 4 mm x 8 mm de altura de las marcas Acrytem®, y Protemp 4™ Población: 36 cuerpos, 18 de cada grupo. Tamaño de muestra: 36 cuerpos. Muestreo no probabilístico, intencional por conveniencia. Instrumento: Software de base de datos.</p> <p><b>Procesamiento de datos:</b> Estadísticos descriptivos de media, desviación estándar, valores mínimo y máximo. Análisis inferencial: prueba de normalidad de Shapiro Wilk, prueba paramétrica de T-Student para muestras independientes, prueba de Levene. La base de datos se analizará en el software estadístico SPSS 25.</p>

## Anexo 2: Datos recopilados por el Software del laboratorio



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

INFORME DE ENSAYO N°	IE-062-2021	EDICION N°2	Página 1 de 3
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN RESINAS ODONTOLÓGICAS</b>			
<b>1. TESIS</b>	"ESTUDIO IN VITRO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA EN DOS TIPOS DE RESINA BIS - ACRILICA, LIMA - PERÚ 2021"		
<b>2. DATOS DEL SOLICITANTE</b>			
NOMBRE Y APELLIDOS	Josefina Pérez Acosta		
DNI	43635576		
DIRECCIÓN	Av. Guardia Peruana N. 944		
DISTRITO	Chorrillos		
<b>3. EQUIPOS UTILIZADOS</b>			
INSTRUMENTO	Máquina digital de ensayos universales CMT- 5L		
MARCA	LG		
APROXIMACIÓN	0.001 N		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200 mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
<b>4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>			
FECHA DE INGRESO	28	Junio	2021
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
CANTIDAD	2 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras cilíndricas de Resinas Ø 4mm y 8 mm de altura		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Resina Bis acrílica Acrytemp	
	Grupo 2	Resina Bis acrílica Protemp 4	
<b>5. REPORTE DE RESULTADOS</b>			
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	29	Junio	2021

INFORME DE ENSAYO N°		IE-062-2021	EDICION N°2	Página 2 de 3	
6. RESULTADOS GENERADOS					
Grupo 1			Resina Bis acrílica Acrytemp		
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.00	8.00	12.57	1933.01	153.82
2	4.00	8.00	12.57	1848.37	147.09
3	4.00	8.02	12.57	2148.84	171.00
4	4.00	8.02	12.57	1568.20	124.79
5	4.00	8.02	12.57	1967.17	156.54
6	4.00	8.01	12.57	2233.48	177.73
7	4.00	8.02	12.57	1826.19	145.32
8	4.01	8.01	12.63	1741.84	137.92
9	4.02	8.01	12.69	1992.04	156.95
10	4.01	8.02	12.63	1637.69	129.67
11	4.01	8.01	12.63	1948.65	154.30
12	4.00	8.02	12.57	1849.36	147.17
13	4.00	8.00	12.57	2097.11	166.88
14	4.01	8.00	12.63	2187.09	173.18
15	4.02	8.00	12.69	1846.79	145.50
16	4.02	8.01	12.69	1798.64	141.71
17	4.01	8.01	12.63	1940.33	153.64
18	4.01	8.01	12.60	1687.95	133.97

INFORME DE ENSAYO N°		IE-062-2021		EDICION N°2		Página 2 de 3	
Grupo 2		Resina Bis acrílica Protemp 4					
Especimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)		
1	4.01	8.00	12.63	3587.07	284.03		
2	4.00	8.00	12.57	3341.73	265.93		
3	4.01	8.01	12.63	2803.35	221.97		
4	4.02	8.01	12.69	3626.74	285.74		
5	4.00	8.00	12.57	4411.44	351.05		
6	4.00	8.00	12.57	3436.53	273.47		
7	4.00	8.00	12.57	3356.45	267.10		
8	4.00	8.00	12.57	3862.67	307.38		
9	4.01	8.00	12.63	2924.30	231.55		
10	4.02	8.00	12.69	3545.32	279.33		
11	4.01	8.00	12.63	3015.55	238.77		
12	4.02	8.01	12.69	3569.41	281.22		
13	4.01	8.02	12.63	3423.12	271.05		
14	4.00	8.01	12.57	2986.88	237.69		
15	4.00	8.02	12.57	3167.84	252.09		
16	4.00	8.01	12.57	3498.64	278.41		
17	4.00	8.00	12.57	3519.11	280.04		
18	4.01	8.00	12.63	3784.43	299.65		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad de ensayo 1 mm/min</li> </ul>							
7. CONDICIONES AMBIENTALES		TEMPERATURA: 22 °C HUMEDAD RELATIVA: 65 %					
8. VALIDÉZ DE INFORME		VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME					
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN		 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE					
ING. MECANICO							
LABORATORIO HTL CERTIFICATE							

### Anexo 3: Solicitud de carta de presentación

Solicito: Carta de Presentación para recolectar datos, estudio en vitro (tesis de pregrado)

Dra.  
Brenda Vergara Pinto  
DIRECTORA  
E.A.P de Odontología  
Universidad Norbert Wiener

Presente.-

De mi mayor consideración:

Yo, Josefina Perez Acosta, egresada de la Escuela Académico Profesional de Odontología de la Universidad Norbert Wiener, con código N° **2013700351**, solicito una Carta de Presentación dirigido al Ingeniero Mecánico Robert Nick Eusebio Teherán, Gerente del Laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C ( HTL), ubicada en Jr., Las Sensitivas Mz. D Lote 6, Urb, Los Jardines - San Juan de Lurigancho, con la finalidad de acceder a la institución para recolectar datos de mi proyecto de tesis titulado “ESTUDIO *IN VITRO* COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA EN DOS TIPOS DE RESINA BIS-ACRÍLICA, LIMA – PERÚ 2021” . y con ello obtener el título de Cirujano Dentista.

El asesor de la respectiva investigación es: Mg. Esp. CD: ROJAS ORTEGA RAUL ANTONIO.

Lima, 22 de marzo del 2021



---

DNI: 43635576

## Anexo 4: Carta de presentación de la Universidad Privada Norbert Wiener



Lima, 19 de mayo del 2021

**Carta N°204-013-05-2021-DFCS-UPNW**

*Ing. Mec. Robert Nick Eusebio Teherán,  
Gerente  
Laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C  
San Juan de Lurigancho*

Presente. -

De mi consideración

Es grato dirigirme a Usted para expresarle mi cordial saludo y a la vez presentarle a la Srta. Josefina Perez Acosta, con DNI N° 43635576, con código a2013700351, Bachiller de la EAP de Odontología de la Universidad Norbert Wiener, quien solicita acceder a su institución para recolectar su datos con la finalidad de desarrollar su proyecto de investigación titulado "ESTUDIO IN VITRO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA EN DOS TIPOS DE RESINA BIS-ACRÍLICA, LIMA – PERÚ 2021", por lo que le agradeceré su gentil atención al presente.

Sin otro en particular, me despido.

Atentamente,

  
-----  
**Enrique Don Soria**  
Decano  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Privada Norbert Wiener S.A.

  
-----  
**ROBERT NICK  
EUSEBIO TEHERAN**  
INGENIERO MECANICO  
Reg. CIP N° 1977

  
**HTL**  
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

**Anexo 5: Carta de aceptación del Laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.**



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

**CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN**

N°017-2021

**EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. DEJA CONSTANCIA:**

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C; así mismo comunicarle la aceptación para el desarrollo del proyecto de tesis denominado " ESTUDIO IN VITRO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA EN DOS TIPOS DE RESINA BIS - ACRILICA, LIMA - PERÚ 2021"; realizando ensayos de compresión axial en resinas odontológicas, que se encuentran realizando la tesista Josefina Pérez Acosta con DNI:43635576; Facultad de odontología de la Universidad Norbet Wiener.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 28 Junio del 2021



**ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN**  
Jefe de Ensayo Mecánicos  
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

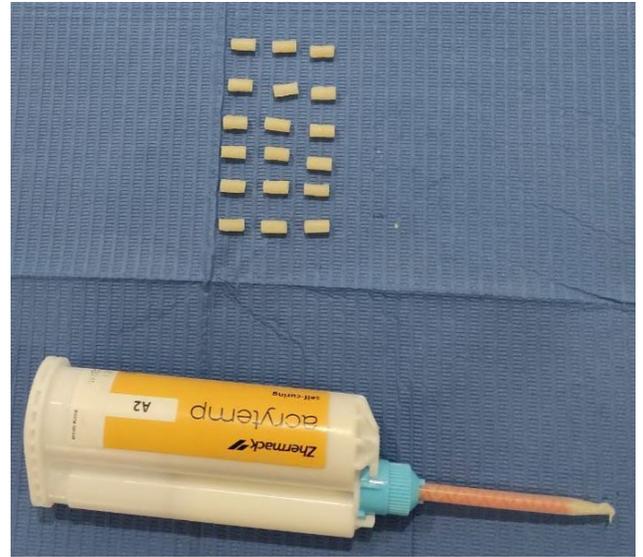
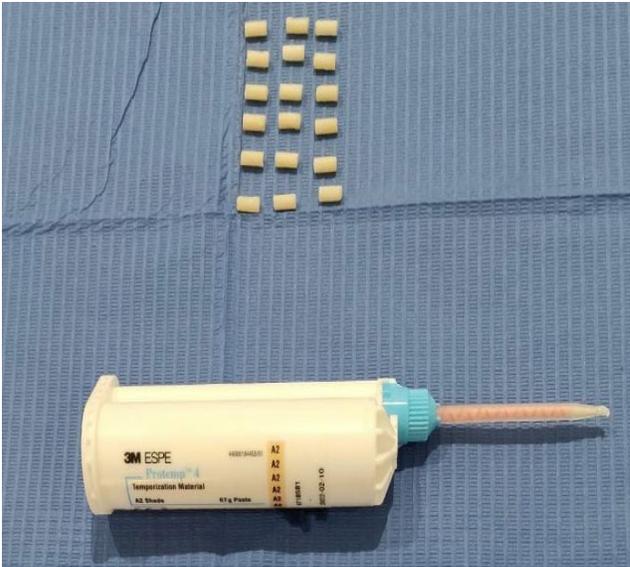
## Anexo 6: Fotos del procedimiento de toma de muestra



Descripción: La investigadora con los instrumentos requeridos para la toma de muestra



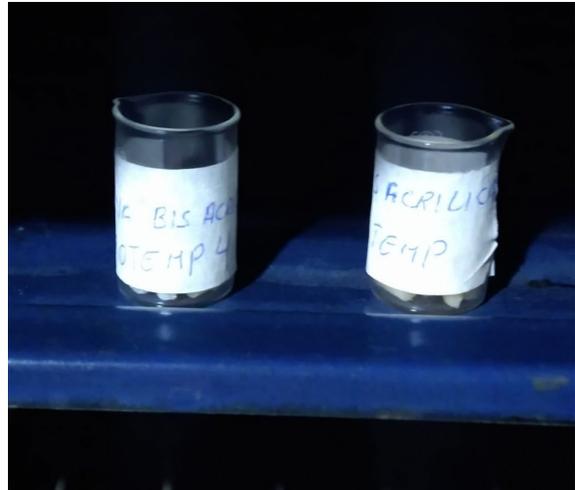
Descripción: Inyección de las resinas bis-acríticas en las matrices cilíndricas



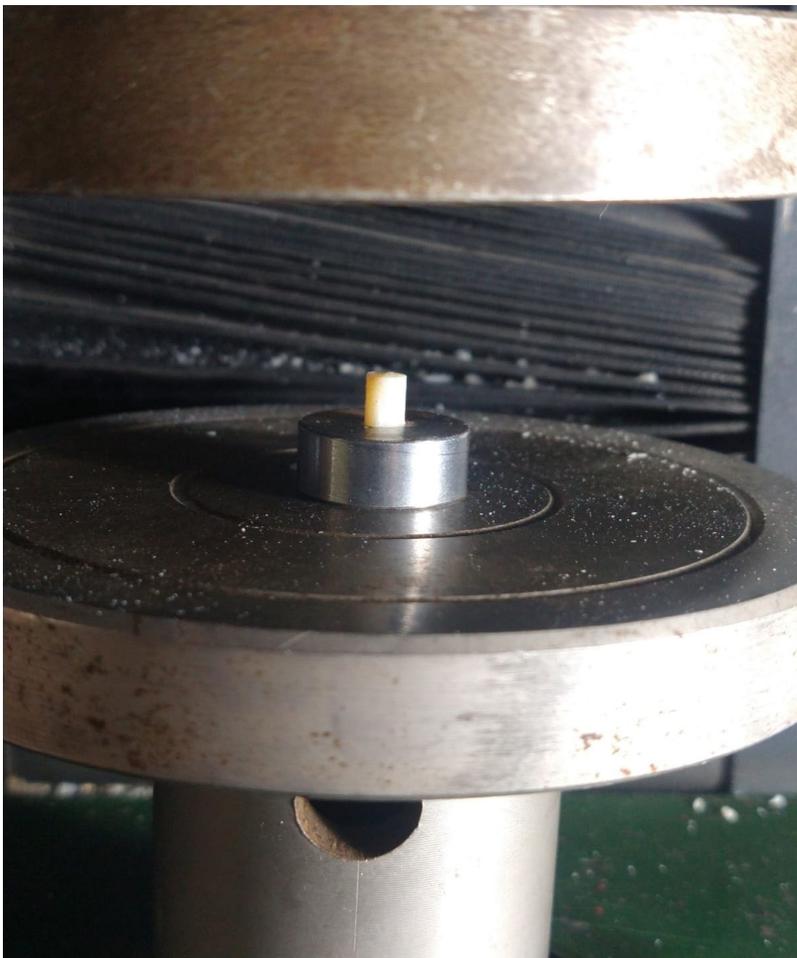
Descripción: 36 unidades de análisis divididas en 2 grupos de 18 de ambas resinas a estudiar.



Descripción: Calibración de las unidades de análisis



Descripción: Almacenamiento en agua destilada a 37°C de las muestras en la estufa por 24 horas.



Descripción: Sometimiento de las unidades de análisis a la máquina de ensayo universal.