



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**TEMA:**

**“RESISTENCIA DE LAS RESINAS ACRÍLICAS DE POLIMETIL-  
METACRILATO VS BIS-ACRÍLICAS DE AUTOCURADO A  
FUERZAS DE COMPRESIÓN”**

**Proyecto de investigación, requisito previo a la obtención del título de Odontóloga**

**Autora:** Yajaira Micaela Zuñiga Paguay

**Tutora:** Esp. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara

**Riobamba – Ecuador**

**2019**

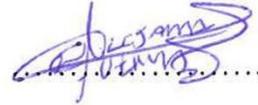
## PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de Título: **“Resistencia de las resinas acrílicas de polimetil-metacrilato vs bis-acrílicas de autocurado a fuerzas de compresión”** presentado por: Yajaira Micaela Zuñiga Paguay y dirigido por: Esp. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara, una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite el presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UNACH para constancia de lo expuesto firman:

A los.....19.....del mes de.....Julio.....del año...2019.....

Dra. Olga Fuenmayor Vinueza

**Presidente del tribunal**



Firma

Dra. Dolores Cedeño Zambrano

**Miembro del tribunal**



Firma

Dr. Augusto Merino Jiménez

**Miembro del tribunal**



Firma

## CERTIFICADO DEL TUTOR

La suscrita docente tutora de la Carrera de Odontología, de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Nacional de Chimborazo, Esp. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara: Certifica que la señorita Yajaira Micaela Zuñiga Paguay con C.I: 1804577698, se encuentra apto para la presentación del proyecto de investigación: **“Resistencia de las resinas acrílicas de polimetil-metacrilato vs bis-acrílicas de autocurado a fuerzas de compresión”**. Y, para que conste a los efectos oportunos, expido el presente certificado, a petición de la persona interesada, en la ciudad de Riobamba.

Atentamente.



Dra. Marcela Quisiguiña Guevara

CI. : 060425848-3

**DOCENTE – TUTORA DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

## AUTORÍA

Yo, Yajaira Micaela Zuñiga Paguay portadora de la cédula de ciudadanía número 1804577698, por medio del presente documento certifico que el contenido de este proyecto de investigación es de mi autoría, por lo que eximo expresamente a la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus representantes jurídicos de posibles acciones legales por el contenido de la misma. Así mismo autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo para que realice la digitalización y difusión pública de este trabajo de investigación en el repositorio digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.



Yajaira Micaela Zuñiga Paguay

C.I. 180457769-8

Autora

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Chimborazo le agradezco por permitir formarme académicamente en su establecimiento con una docencia de calidad, de igual manera a todos mis docentes por contribuir en distinta manera durante el proceso de aprendizaje y formación de la carrera, en especial a mi tutora de tesis la doctora Marcela Quisiguiña Guevara quien con su paciencia, colaboración y orientación aportó para el desarrollo del presente proyecto y a Dios por darme la fortaleza y perseverancia necesaria para finalizar mis estudios de pregrado.

Yajaira Micaela Zuñiga Paguay

## **DEDICATORIA**

A mis padres quienes me apoyaron en cada momento difícil con sus consejos, motivándome hacer cada día mejor persona, con su apoyo tanto moral y económicamente durante la etapa universitaria hasta la culminación de mi carrera, de igual forma dedico a mi esposo e hijo quienes son mis pilares fundamentales y motivación de superación en mi vida.

Yajaira Micaela Zuñiga Paguay

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL.....	ii
CERTIFICADO DEL TUTOR.....	iii
AUTORÍA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN .....	3
4. OBJETIVOS .....	4
4.1 Objetivo general .....	4
4.2 Objetivos específicos.....	4
5. MARCO TEÓRICO.....	5
5.1 Antecedentes.....	5
5.2 Restauración provisional .....	5
5.3 Importancia de las restauraciones provisionales .....	5
5.4 Resinas acrílicas.....	6
5.4.1 Indicaciones.....	6
5.4.2 Polimerización.....	6
5.4.3 Tipos de resinas acrílicas .....	6
5.5 Resinas acrílicas a base de polimetil-metacrilato .....	7
5.5.1 Composición.....	8
5.5.2 Características .....	8
5.5.3 Ventajas.....	8
5.5.4 Desventajas .....	9

5.6	Resinas bis-acríticas .....	9
5.6.1	Composición .....	9
5.6.2	Características.....	9
5.6.3	Ventajas .....	9
5.6.4	Desventajas .....	10
5.6.5	Protemp (3M ESPE) .....	10
5.7	Técnicas de elaboración de restauración provisional.....	11
5.7.1	Técnica Directa.....	11
5.7.2	Técnica Indirecta .....	12
5.8	Propiedades requeridas de las resinas provisionales .....	12
5.8.1	Resistencia a la compresión.....	12
5.8.2	Resistencia a la flexión .....	13
5.8.3	Dureza superficial.....	13
5.8.4	Módulo de Elasticidad .....	13
5.8.5	Rugosidad superficial .....	13
5.8.6	Resistencia al desgaste.....	13
5.8.7	Contracción del material.....	13
5.8.8	Estabilidad de la pigmentación.....	14
5.9	Glosario de términos.....	14
6.	METODOLOGÍA .....	15
6.1	Tipo de investigación .....	15
6.2	Diseño de la investigación.....	15
6.3	Población.....	15
6.4	Criterios de selección .....	16
6.5	Entorno .....	16
6.6	Intervención.....	16
6.7	Técnica e Instrumento .....	21

6.7.1 Técnica.....	21
6.7.2 Instrumento .....	21
6.8 Análisis estadístico .....	21
6.9 Cuestiones éticas .....	21
6.10 Operacionalización de las variables .....	21
6.10.1 Variable independiente .....	21
6.10.2 Variable dependiente.....	22
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	23
7.1 Contraste de hipótesis.....	31
8. DISCUSIÓN.....	36
9. CONCLUSIONES.....	38
10. RECOMENDACIONES.....	39
11. BIBLIOGRAFÍA .....	40
12. ANEXOS.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla Nro. 1:</b> Materiales acrílicos para provisionales.....	7
<b>Tabla Nro. 2:</b> Composición de los materiales acrílicos.....	11
<b>Tabla Nro. 3:</b> Resina acrílica provisional.....	21
<b>Tabla Nro. 4:</b> Resistencia a fuerzas de compresión.....	22
<b>Tabla Nro. 5:</b> Estadísticos descriptivos .....	30
<b>Tabla Nro. 6:</b> Prueba de normalidad .....	31
<b>Tabla Nro. 7:</b> Prueba T Student.....	31
<b>Tabla Nro. 8:</b> Prueba de muestras independientes .....	32
<b>Tabla Nro. 9:</b> Prueba para estadístico de grupo .....	33
<b>Tabla Nro. 10:</b> Prueba de Levene para muestras independientes.....	33
<b>Tabla Nro. 11:</b> Rangos para las 30 muestras .....	34
<b>Tabla Nro. 12:</b> Prueba para homogeneidad de varianzas .....	34
<b>Tabla Nro. 13:</b> Rangos de las muestras independientes .....	35
<b>Tabla Nro. 14:</b> Prueba de U de Mann Whitney.....	35

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico Nro. 1:</b> Prueba de fuerza máxima de resistencia .....	23
<b>Gráfico Nro. 2:</b> Prueba de fuerza de fluencia.....	24
<b>Gráfico Nro. 3:</b> Prueba de esfuerzo máximo de compresión. ....	25
<b>Gráfico Nro. 4:</b> Prueba de esfuerzo de fluencia. ....	26
<b>Gráfico Nro. 5:</b> Relación de la fuerza máxima y esfuerzo máximo de compresión.....	27
<b>Gráfico Nro. 6:</b> Relación entre fuerza máxima y fuerza de fluencia.....	28
<b>Gráfico Nro. 7:</b> Relación del esfuerzo máximo y el esfuerzo de fluencia.....	29

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía Nro. 1:</b> Resina acrílica Alike .....	16
<b>Fotografía Nro. 2:</b> Resina bisacrílica Protemp .....	16
<b>Fotografía Nro. 3:</b> Moldes metálicos .....	17
<b>Fotografía Nro. 4:</b> Dosificaciones en pesa digital y medidor de temperatura .....	17
<b>Fotografía Nro. 5:</b> Muestras de resina de polimetil-metacrilato Alike .....	18
<b>Fotografía Nro. 6:</b> Probetas de estudio calibradas .....	18
<b>Fotografía Nro. 7:</b> Muestras de resina bisacrílica (Protemp).....	19
<b>Fotografía Nro. 8:</b> Grupos de estudio .....	19
<b>Fotografía Nro. 9:</b> Máquina de ensayo universal METROTEC serie MTE 50 .....	20
<b>Fotografía Nro. 10:</b> Prueba de ensayo con el grupo de estudio .....	20

## RESUMEN

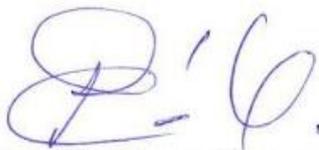
El objetivo del presente trabajo de investigación fue analizar la resistencia de las resinas acrílicas de polimetil-metacrilato y bis-acrílicas de autocurado ante fuerzas de compresión. El estudio realizado fue de tipo observacional, descriptivo, transversal e in vitro. Se elaboraron 30 unidades experimentales para el estudio en forma de cilindro con las medidas establecidas por la normativa ISO 604, las cuales se dividieron en dos grupos, el primero de 15 muestras elaboradas de resina acrílica de polimetil-metacrilato (Alike) y el segundo grupo de resina bisacrílica (Protemp) siguiendo las indicaciones de preparación y normas de autocurado según el fabricante, se almacenaron y fueron sometidos a las pruebas de compresión con una máquina de ensayo Metrotec serie MTE50, donde se obtuvo los datos respectivos para ser analizados por el programa estadístico SPSS. Los resultados indicaron una diferencia estadísticamente significativa mediante la prueba de U de Mann Whitney se obtuvo un valor  $p < 0,05$  de resistencia a la compresión entre los dos grupos de estudio, donde el primer grupo elaborados con resina acrílica Alike presentó una media de esfuerzo máximo de compresión de 312,83 MPa siendo valores altos en comparación con las del segundo grupo, obteniendo las resinas bis-acrílicas (Protemp) una media de 198,33 MPa. Se determinó que el material Alike a base de polimetil-metacrilato tiene mejor resistencia a la compresión.

**Palabras clave:** esfuerzo, compresión, bisacrílico, polímeros, fuerza máxima.

## Abstract

The objective of this research work was to analyze the resistance of polymethyl- methacrylate acrylic resins and bis-acrylic selfcuring to compression forces. The study was observational, descriptive, transversal and in vitro. 30 experimental units were created for the study in cylindrical shape with the measures established by the ISO 604 standard, which were divided into two groups, the first one with 15 samples made of acrylic resin of polymethyl methacrylate (Alike) and the second group of bisacrylic resin (Protemp) following the preparation instructions and self-curing standards according to the manufacturer, were stored and subjected to compression tests with a Metrotec MTE50 series machine, in which the corresponding data were obtained to be analyzed by the SPSS statistical program. The results indicated a statistically significant difference using the Mann Whitney U test, a p value <0.05 of compression resistance was obtained between the two groups under study, in which the first group made with Alike acrylic resin presented an average of compression maximum effort of 312.83 Mpa, which are high values compared to those of the second group, obtaining the bis-acrylic resins (Protemp) an average of 198.33 MPa. It was determined that the Alike material based on polymethyl methacrylate has better resistance to compression.

**Keywords:** effort, compression, bisacrylic, polymers, maximum strength.



Reviewed by: Armas Geovanny, Mgs.  
Linguistic Competences Professor

## 1. INTRODUCCIÓN

Las resinas acrílicas se definen como materiales provisionales aplicados durante el tratamiento de prótesis fija, diseñadas con el objeto de proteger los tejidos dentarios evitando que estos no se fracturen, previniendo la irritación de la pulpa dental y preservar la estética del paciente.<sup>(1)</sup> El material acrílico que no cumple con las propiedades de resistencia ante la función masticatoria se convierte en un problema ocasionando fracturas del material restaurativo a corto plazo.<sup>(2)</sup>

Se considera una de las causas de la fractura del material la fuerza ejercida por los músculos masticatorios que se disipa hacia los dientes, por lo que una restauración ya sea temporal debe resistir esta fuerza en la cavidad oral. Considerando que una persona adulto-joven femenino tiene alrededor de una fuerza máxima en el sector molar de 466 N, y en el sector anterior o incisal 174 N, mientras en una persona de sexo masculino se reporta una media de 698 N en el sector molar, y 220 N en el sector incisal según el estudio de Navarro en el 2015.<sup>(3)</sup>

La baja resistencia compresiva de las resinas acrílicas puede asociarse con la porosidad producidas en las superficies del provisional que es ocasionado por una polimerización incompleta durante la reacción química del material. También otro factor importante son las condiciones ambientales que influyen en la absorción de líquidos ocurriendo un 2 % de volumen en la fase de inhibición, lo que causa una expansión del acrílico desfavoreciendo al material y provocando microfisuras en la superficie del provisorio. Mallat en el 2010, describe a las resinas acrílicas donde manifiesta que las resinas de polimetil-metacrilato sufren una contracción volumétrica alrededor del 6 al 7% por la masa polimerizada, mientras que las bis-acrílicas sufren un 3 a 5% que es causado por la expansión térmica, siendo la contracción del material acrílico un factor influyente en la resistencia del provisorio.<sup>(4)</sup>

En la actualidad existe una mayor demanda tanto en el aspecto estético como funcional por lo tanto las resinas acrílicas deben poseer propiedades óptimas para los tratamientos odontológicos requeridos.<sup>(5)</sup> La resistencia del material también depende de su composición como aseguran autores que después que Bowen en 1960 desarrolló el monómero del Bis-GMA este avance permitió que las resinas acrílicas convencionales mejoren algunas de sus propiedades convirtiéndose en resinas bisacrílicas.<sup>(6)</sup>

En el ámbito profesional como odontólogos es de suma importancia conocer los diferentes tipos de materiales ocupados para provisionales y por ende determinar cual ofrece una mejor resistencia. El objeto del estudio tiene como fin comparar las dos resinas acrílicas de autocurado ante fuerzas de compresión vertical para encontrar la más resistente, a través de un análisis estadístico.<sup>(7)</sup>

La presente investigación pretende analizar la resistencia de las resinas acrílicas de polimetil-metacrilato y bis-acrílicas de autocurado a fuerzas de compresión vertical. Este estudio es de tipo observacional, descriptivo e in vitro, las muestras de tipo intencional no probabilística y a conveniencia, con 30 muestras divididas en dos grupos, el primero elaborados de resina acrílica de polimetil-metacrilato y el segundo grupo de resina bisacrílica, una vez almacenadas las muestras se pretende realizar las pruebas mecánicas requeridas, con la información recolectada que permita determinar la resistencia comprensiva entre las dos resinas acrílicas.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de los retos del profesional odontólogo es asegurar la calidad y confort de la restauración temporal a pesar de que el tiempo de uso sea corto, este debe resistir fuerzas compresivas, desgaste abrasivo, parafunciones, así que la restauración provisional tiene como objeto ofrecer la estética y funcionalidad necesaria para el paciente.<sup>(8)</sup> Al no cumplir el material con los requisitos necesarios, puede ocasionar una fractura del material y tejidos dentarios, exponiendo a una irritación pulpar y esto perjudica al paciente en la fase de rehabilitación protésica.<sup>(9)</sup>

La fuerza de una mordida es una forma de compresión, el cual depende de la coordinación o sincronización de los músculos encargados de la masticación.<sup>(10)</sup> Esta fuerza generada es soportada por medio de las piezas dentales y el ligamento periodontal, por lo que una restauración provisional tiene que estar elaborada con un material que resista fuerzas de compresión o caso contrario lo llevará a un fracaso durante la rehabilitación protésica.<sup>(6,11)</sup> En algunos estudios varían los valores de fuerza máxima de mordida y esto depende en pacientes sanos jóvenes se encuentra valores de 700 N con 74Kg y en el caso, por lo que la fuerza en una persona es un indicador del estado funcional.<sup>(3,12)</sup>

En España una investigación acerca de la resistencia compresiva de materiales provisionales, el cual las muestras se realizaron bajo un sistema de envejecimiento con un termociclador, indica resultados aceptables de las resinas acrílicas a base de polimetilmetacrilato (Unifast II) con una media de 228 MPa y materiales bisacrílicos como Protemp IV con valores de 233 MPa, el autor determina que no existe una diferencia estadística, al parecer los dos materiales no cumplen totalmente al considerar los parámetros de la resistencia compresiva del esmalte 384 MPa y la dentina 297 MPa, a pesar que sean materiales provisionales son aspectos importantes a considerar.<sup>(13)</sup>

En República Dominicana existe un estudio acerca de las propiedades físicas y mecánicas de dos resinas bisacrílicas de autocurado, donde señala valores de resistencia a fuerzas de compresión alrededor de 120.80 MPa en la resina Protemp y Systemp una media de 163.30 MPa, los autores indican que el material bis-acrílico ante las pruebas de compresión no presenta un buen comportamiento a pesar que las condiciones ambientales fueron controladas, relacionan los resultados con la composición de partículas de nanorelleno de sílice que debilita a la matriz de la resina.<sup>(8)</sup>

### 3. JUSTIFICACIÓN

La importancia del desarrollo de esta investigación radica en encontrar el material con mejor resistencia mediante pruebas mecánicas que generen una compresión para establecer el comportamiento del material acrílico ante fuerzas compresivas que simulen al acto masticatorio, para así obtener datos significativos que atribuyan a un aprendizaje en la práctica, para en el futuro evitar la incidencia de fracasos durante la rehabilitación de prótesis fija.

Esta investigación tiene como objetivo identificar el material restaurativo que soporte fuerzas compresivas, capacidad necesaria a pesar de que su uso tiene un límite para ser reemplazado por la restauración definitiva. El estudio tiene como referencia valores de la resistencia compresiva del esmalte 384 MPa, la dentina 297 MPa, la fuerza de mordida que genera una persona adulta joven aproximadamente de 698 N.<sup>(14,15)</sup> Se debe evitar complicaciones al paciente tales como las fracturas de la restauración provisional durante la oclusión o función masticatoria, siendo una de las causas para provocar una insatisfacción al paciente durante el tratamiento, teniendo en cuenta que la función de un material provisorio es de suma importancia ya que se encarga de la protección de tejidos dentarios, en preservar la estética y funcionalidad factores que influyen para el éxito en la rehabilitación.<sup>(1)</sup>

En el ámbito profesional el interés se centra en aportar conocimiento acerca de las resinas de acrílico y bis-acrílicas durante la elección del material provisional con el objeto de hacerlo con un criterio claro, preciso e inmediato y con bases científicas que atribuyen en la elaboración de la restauración protésica. A pesar que en la actualidad han salido al mercado variedad de biomateriales dentales el profesional de odontología tiene la obligación de elegir según las características y demandas que requieren los diferentes tratamientos odontológicos.<sup>(7)</sup>

La investigación beneficia directamente a los estudiantes de odontología de pregrado con información de datos significativos que contribuyan a un aprendizaje para la práctica, así siendo de gran interés para que influya en la formación profesional. Por otra parte, también beneficiará a los pacientes para en un futuro garantizar la calidad y longevidad de los tratamientos odontológicos.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

- Analizar la resistencia de las resinas acrílicas de polimetil- metacrilato y bis-acrílicas de autocurado ante fuerzas de compresión.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Determinar los valores de resistencia por medio de pruebas mecánicas que permitan la identificación del material más resistente.
- Comparar la resistencia de la resina acrílica de polimetil-metacrilato y la resina bisacrílica de autocurado ante fuerzas de compresión.
- Identificar el material de restauración provisional con mejor resistencia a las fuerzas de compresión.

## **5. MARCO TEÓRICO**

### **5.1 Antecedentes**

Durante los años de 1936 aparecieron por primera vez las resinas acrílicas, los pioneros en su aplicación fueron los doctores Dappen y Schuebel.<sup>(16)</sup> Posteriormente en los años de 1945 salen al mercado con presentación de monómero y polímero para dar lugar a la autopolimerización.<sup>(16)</sup> A partir de 1960 Bowen agregó el monómero Bis-GMA con la intención que mejoren las propiedades del material restaurador provisional apareciendo las resinas bisacrílicas al mercado.<sup>(6)</sup>

Existen estudios previos acerca de la resistencia compresiva de materiales provisionales que son similares con el actual estudio como es el de Zafra Mónica, 2015 titulado “Estudio comparativo in vitro sobre las características físicas y mecánicas de tres materiales provisionales, para su uso en prótesis dental”, otra investigación de Conde, 2017, “Resistencia de acrílicos de autocurado usados para provisionales en prostodoncia” y artículos científicos como el de Bachi, Poonache y Hamad en el 2017, que determinaron la resistencia flexural y compresiva de varias resinas acrílicas entre convencionales y de última generación.<sup>(17-19)</sup>

### **5.2 Restauración provisional**

Son restauraciones aplicadas para un determinado tiempo sustituyendo al tejido dental durante la etapa de rehabilitación teniendo como función mantener una buena estética y proporcionar la funcionalidad requerida debido a las demandas actuales por parte del paciente especialmente si es sector anterior.<sup>(10)</sup> Durante la consulta el profesional debe tomar parámetros para realizar la restauración provisional como la oclusión del paciente, si existe bruxismos, el trauma al momento de realizar un provisional, pues las cargas masticatorias es una de las razones que llevan a la restauración provisional a una fractura del material.<sup>(16)</sup>

### **5.3 Importancia de las restauraciones provisionales**

Según “La Academia Americana de Prótesis Fija” la importancia de una restauración provisional es que cumpla con lo siguiente:

- Proteger las estructuras dentales hasta el momento de ser sustituido por la restauración definitiva.<sup>(9)</sup> Mantener los puntos de contactos, intercuspidadación e impedir que exista desplazamiento por parte de dientes pilares.<sup>(5,10)</sup>

- Contenga un sellado marginal aceptable, para evitar la acumulación de placa bacteriana.<sup>(7,20)</sup> Proporcionar la morfología adecuada dependiendo el caso para mejorar la funciones de masticación, fonética y estética del paciente.<sup>(10,16)</sup>
- Preservar la vitalidad pulpar, y salud gingival, al ser una imitación de la restauración definitiva debe cumplir con estos requisitos para no provocar molestias al paciente durante el tratamiento prostodóntico.<sup>(21,22)</sup>

## **5.4 Resinas acrílicas**

Las resinas acrílicas son de origen sintético, de tipo termoplásticos que se derivan de los ácidos acrílicos y metacrilato<sup>(7)</sup>. Formado de polímeros, monómeros, pigmentos, rellenos y un iniciador como el peróxido de benzoilo, actualmente se encuentra en varias presentaciones para facilitar su aplicación dependiendo el tratamiento odontológico.<sup>(23)</sup>

### **5.4.1 Indicaciones**

En el campo odontológico depende el tipo de resina para su aplicación como las de autocurado que se usan para la elaboración de coronas, puentes, incrustaciones onlay e inlay provisionales, otras como de termocurado que es aplicado para la confección de prótesis removibles parciales o totales, dientes artificiales, aparatos ortopédicos entre otras aplicaciones dependiendo el tipo de resina acrílica<sup>(24)</sup>.

### **5.4.2 Polimerización**

La polimerización es un proceso químico que sufre el material acrílico donde se unen moléculas diminutas para formar otras de gran tamaño. Phillip en 1960 describe cinco fases de polimerización de la resina acrílica durante la mezcla del polvo y líquido que son las siguientes: la primera es arenosa donde se activa la interacción molecular seguida por una fase filamentosa o adhesiva el cual el polímero se dispersa por el monómero y posterior entra a una etapa elástica donde el material no se pega y es muy maleable seguida de una fase gomosa donde el material es de consistencia duro y ya es difícil de moldear debido a la evaporación del monómero y finalmente terminando en un endurecimiento total donde el material es rígido.<sup>(16)</sup>

### **5.4.3 Tipos de resinas acrílicas según su polimerización**

La ADA o American Dental Association clasificó en 1975 a las resinas acrílicas para prótesis en tres tipos que son de termopolimerización, autopolimerización y termoplásticas.<sup>(11)</sup> Las resinas acrílicas de termocurado son materiales que necesitan energía térmica para producir la reacción de la polimerización.<sup>(8)</sup> Mientras que las resinas

de autocurado al mezclar manualmente el polvo y líquido se activa químicamente gracias a una amina terciaria por lo que causa descomposición del peróxido de benzoilo, provocando que los radicales libres inician la polimerización con temperatura ambiente.<sup>(8,10)</sup> Los polímeros termoplásticos se reblandece al ser sometido al calor en esta etapa es manejable para dar la forma requerida cuando se enfría el material y pasa a una consistencia rígida al someter nuevamente al calor se puede cambiar la forma que desea.<sup>(16)</sup>

Burns en el 2003 describe a los siguientes tipos de materiales acrílicos aplicados para provisionales<sup>(10)</sup>.

**Tabla Nro. 1:** Materiales acrílicos para provisionales

<b>Material Acrílico</b>	<b>Nombre Comercial</b>	<b>Marca del Fabricante</b>
Polimetil- metacrilato	Alike	GC American Alsip III
	Novacryl	New Stetic
	Coldpac	Motloid, Chicago III
	Jet	Lang Dental, Wheeling
	Unifast	GC American Alsip III
	Temporary bridge resin	LD Caulk Milford Del
Polietyl- metacrilato	Splintline	Lang Dental Wheeling III
Vinyletil- metacrilato	Snap	Parkell Farmington NY.
	Trim II	Skokie III.
Butil-metacrilato	Temp plus.	Ellman Int Hewlett NY.
Bis-GMA y Dimetacrilato	Protemp	3M ESPE
	Structure	VOCO
	Acrytemp	Zhermack

Fuente: Tabla de contenido  
 Autora: Yajaira Zuñiga

### **5.5 Resinas acrílicas a base de polimetil-metacrilato**

El polimetil-metacrilato es un polímero resultado de la polimerización del éster de metacrilato de metilo, resina transparente de gran claridad. La presentación de estas

resinas acrílicas es de polvo para que se pueda producir una reacción de polimerización química al ser mezcladas manualmente con el monómero de metil metacrilato.<sup>(8)</sup>

### 5.5.1 Composición

Está compuesta en su polvo de:

- Polímero de polimetil-metacrilato o PMMA
- Un iniciador peróxido de benzoilo.
- Pigmentos, a base de sulfuros de mercurio.
- Opacificadores y plastificante.
- Fibras orgánicas y partículas inorgánicas.<sup>(7)</sup>

Mientras que en su líquido está compuesto de:

- Monómero de metil-metacrilato.
- Hidroquinona 0,06% como inhibidor.
- Plastificante.<sup>(7)</sup>

### 5.5.2 Características

El metil metacrilato es un monómero que presenta las siguientes características como:

- Es líquido y transparente cuenta con un peso molecular de cien.
- Su punto de fusión es menos de 48 grados centígrados y de ebullición es de 100,8 grados centígrados. Mantiene una densidad de 0,945g/ml a 20 grados centígrados.
- Mientras que al polimerizarse su calor se encuentra en 12,9kcl/mol.<sup>(7)</sup>
- Su resistencia a fuerzas de compresión es de 396 Mpa según la ficha técnica del material.<sup>(14)</sup>

Kenneth en el 2016 describió las propiedades de la resina acrílica polimetil-metacrilato (PMMA) en el cual se encontró una resistencia a la tracción de aproximadamente 60MPa, la dureza superficial en valores de knoop de entre 18 y 20, una densidad de 1,19g/cm<sup>3</sup> y un módulo de elasticidad cercano al 2,4 GPa o 2400 MPa <sup>(7,9,25)</sup>.

### 5.5.3 Ventajas

Las resinas de polimetil metacrilato tienen un costo bajo en comparación a la resina bisacrílica. Mantiene una buena resistente al desgaste por lo que su aplicación es óptima en casos de requerimiento a un tiempo prolongado. Está indicado para elaboración de puente provisional en espacios amplios por su resistencia transversal aceptable.<sup>(7)</sup>

#### 5.5.4 Desventajas

Las desventajas de este material es la toxicidad, un olor desagradable durante la elaboración del provisional, el aumento de un calor exotérmico por lo que la literatura recomienda técnica indirecta para la elaboración de un provisorio.<sup>(7)</sup>

#### 5.6 Resinas bis-acrílicas

Las resinas bisacrílicas pertenecen a la evolución de los materiales dentales provisionales conocidas como híbridas ya que en su composición en la parte orgánica se encuentra conformado de Bis-GMA, son sintetizadas a partir de una resina epóxica y un metacrilato, lo que ha permitido mejorar sus propiedades comparado con los materiales convencionales.<sup>(7)</sup>

##### 5.6.1 Composición

- **Parte Orgánica:** Bis-GMA (bisfenol glicidil metacrilato) y UDMA (dimetacrilato de uretano).<sup>(9)</sup>
- **Relleno inorgánico:** Su parte inorgánica cuenta con un relleno de sílice, zirconia sílica, silano y pigmentos.<sup>(9)</sup> Debido a su relleno cuenta con un alto peso molecular permitiendo una baja contracción del material y temperatura exotérmica aceptable.<sup>(7)</sup>
- **Iniciador:** Uno de los iniciadores de la resina bis-acrítica para la fase de auto polimerización es el peróxido benzoico el cual es activado por una amina terciaria que reduce la energía térmica para la reacción de polimerización al ambiente.<sup>(20)</sup>

##### 5.6.2 Características

Su presentación generalmente es en dos pastas, una base y un catalizador para ser mezcladas con una pistola universal y su respectiva cánula para provocar su reacción química para la autopolimerización, actualmente este tipo de resinas han sido mejorado para la estética por su relleno de nanopartículas y su buena estabilidad mecánica, en estudios se han comprobado su eficiencia sobre cargas masticatorias, con una aceptación de sellado marginal del material y el diente preparado.<sup>(14)</sup> Indicadas para prótesis temporales como incrustaciones onlay, inlay, puentes fijos, carrillas, coronas provisionales sobre implantes.<sup>(2,7)</sup>

##### 5.6.3 Ventajas

Entre las ventajas de este material provisional bis-acrílico tenemos:

- Fácil en el uso porque se coloca en la pistola de automezclado, con una contracción menor de un 3% durante la fase de polimerización, tienen una reacción exotérmica de

23 grados centígrados.<sup>(17)</sup> Fácil de pulir y contornear ya que en estudios se han comprobado la rugosidad superficial donde manifiestan valores estadísticos mínimos de está, facilitando durante la fase de pulido del material que beneficia en el tiempo de trabajo.

- Resistencia buena a desgastes oclusales.<sup>(26)</sup> Buena capacidad de polimerizado entre 70 a 90 segundos lo que puede evitar daños pulpares por el calor térmico.<sup>(27)</sup> En un desgaste o ruptura se puede restaurar con una resina compuesta o fluida debido a la compatibilidad en su relleno.<sup>(24)</sup>

#### **5.6.4 Desventajas**

Este material también tiene sus desventajas como la poca estabilidad del color ante sustancias pigmentantes esto depende de las casas comerciales. La necesidad de una matriz para su elaboración directa, otro problema es la presentación de la resina bisacrílica en cartuchos hace que se desperdicie el material en la pistola reteniéndose en la cánula, aspecto que influye debido a su costo elevado en comparación a la de polimetilmetacrilato.<sup>(21)</sup>

#### **5.6.5 Protemp (3M ESPE)**

Es una resina bisacrílica de última generación de nanorelleno, material estético provisional, contiene las siguientes características según su ficha técnica:

- No requiere de pulido por su nanorelleno.
- Biocompatible con los tejidos orales y resistencia a la compresión de 365.5 Mpa.
- Resistencia a la flexión de 91,4 Mpa.<sup>(28)</sup>

Investigaciones de las resinas bisacrílicas en Alemania realizado por el doctor Rosentritt en el 2014, donde se analizó la resistencia a la compresión obteniendo 257.7 Mpa para Acrytemp, Luxatemp 281 Mpa, Protemp 365.5 Mpa, encontrando valores altos de resistencia del material bis-acrílico.<sup>(17)</sup>

De acuerdo a la casa comercial de la 3M ESPE, se realizaron las pruebas de resistencia compresiva en la Universidad de Boston con un equipo especializado conformado por los doctores Kugel y Perry en el 2008, donde elaboraron 20 coronas elaboradas con la resina bis-acrílica Protemp que se sometió a un envejecimiento provocado con saliva artificial durante 21 días y un termociclado de 1200 ciclos, después de este proceso las pruebas de compresivas se llevaron a cabo, indicando en su ficha técnica el valor de 365.5 MPa de resistencia compresión.<sup>(28)</sup>

En el siguiente cuadro se establece la composición de los dos tipos de resinas acrílicas de autocurado que son parte del grupo de estudio de esta investigación donde se indica los componentes de cada material, comparando entre la convencional y la bisacrílica de última generación.

**Tabla Nro. 2:**Composición de los materiales acrílicos.

<b>Resina Acrílica</b>	<b>Polimerización</b>	<b>Composición</b>
Alike (PMMA)	Autocurado	<b>Polímero:</b> Polimetil-metacrilato Silicato de Bario Peróxido Benzoilo <b>Monómero:</b> Metil-Metacrilato, hidroquinona Metanol.
Protemp (Bis-acryl)	Autocurado	Relleno inorgánico: Sílice de zirconia y silano Ésteres bifuncionales Copolímeros vinílicos y pigmentos Dimetacrilato de uretano y Bis-GMA

Fuente: Tabla de contenido  
Autora: Yajaira Zuñiga

## 5.7 Técnicas de elaboración de restauración provisional

Entre las técnicas para la confección de una restauración provisional en prótesis fija tenemos:

### 5.7.1 Técnica Directa

Este procedimiento se lo realiza en la misma cita después de la preparación del diente, es decir dentro de la cavidad oral del paciente, generalmente se elabora un bloque con forma de balón al material provisional en su fase elástica, ocluye el paciente después de la fase de endurecimiento se procede al acabado y pulido para la correcta adaptación del material tomando en cuenta parámetros como la morfología oclusal, puntos de contacto, un sellado marginal aceptable. Con esta técnica se ahorra tiempo de trabajo para el profesional y es recomendado para profesionales con más experiencia debido a parámetros de morfología.<sup>(20)</sup> Otra técnica es realizar una matriz con material de impresión como silicona de adición o condensación de la pieza dental antes de ser tallada y preparada, se

coloca en la matriz el material acrílico y se introduce en la cavidad oral, se retira en la fase de endurecimiento retirando excesos y manteniendo el respectivo contorneado.<sup>(22)</sup>

### **5.7.2 Técnica Indirecta**

Esta técnica con lleva más pasos se aplica matriz de acetato o policarbonato, primero se toma una impresión con silicona de adhesión, se obtiene el respectivo modelo para el laboratorio, por lo que está indicado para coronas y pónicos múltiples donde la reacción exotérmica no es controlada intraoral. Entre las ventajas tenemos que los tejidos pulpaes no están expuestos a la reacción de polimerización exotérmica evitando lesiones pulpaes, otra ventaja al usar esta técnica es que se puede ofrecer una buena adaptación marginal, mejor acabado y pulido siempre tomando en cuenta los puntos de contacto proximales e interoclusales del paciente.<sup>(20,22)</sup>

## **5.8 Propiedades requeridas de las resinas provisionales**

Las resinas acrílicas deben poseer un módulo elástico bajo, mantener una dureza de Knoop de 15kg/mm<sup>2</sup>, tener una resistencia a la compresión cerca de los valores del esmalte de 384 Mpa o de la dentina de 298 Mpa.<sup>(16)</sup> Actualmente las resinas provisionales han ido mejorando su composición para tener buenos resultados en las propiedades mecánicas, biológicas y físicas por lo que en el contenido de relleno han agregado sílice y el monómero de Bis- GMA.<sup>(15)</sup> Sin embargo las resinas híbridas debido a su menor capa de inhibición de oxígeno y al nanorrelleno no siempre cubre con todas las exigencias requeridas.<sup>(21)</sup>

### **5.8.1 Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión es la capacidad del material en soportar una carga ante tensiones que van hacia el cuerpo provocando la destrucción o deformación del material, al conocer la tensión máxima que se induce al material comprimido hablamos de resistencia compresiva.<sup>(10,16)</sup> Las fuerzas durante el acto masticatorio se encuentran en registros de variación entre cuatrocientos Newtons y en el sector anterior la fuerza varía en doscientos noventa Newtons, por lo cual una restauración ya sea provisional el material debe poseer la capacidad de resistir tensiones aproximadamente de 500 N.<sup>(13)</sup> La resistencia a compresión de los tejidos dentales duros es de 384 MPa parámetros para analizar la resistencia a fuerzas de compresión del material.<sup>(10)</sup>

### **5.8.2 Resistencia a la flexión**

La resistencia a la flexión es cuando el material sufre un grado de deformación hasta romperse<sup>(7)</sup>. La resistencia a la deformación de materiales dentales a base de polímeros debe ser mayor de 80 MPa, según las normas ISO 4049 del año 2009.<sup>(8)</sup>

### **5.8.3 Dureza superficial**

Se define como la resistencia del material sobre indentaciones o depresión, propiedad necesaria para la integridad del material provisional.<sup>(29)</sup>

### **5.8.4 Módulo de Elasticidad**

Este nos indica la rigidez de los materiales de restauración provisional, donde si el módulo de elasticidad tiene valores elevados será más rígido, en cambio un material que más bajo es más flexible.<sup>(20)</sup>

### **5.8.5 Rugosidad superficial**

Esta propiedad depende de la técnica, tiempo de pulido y acabado del material provisional, las resinas bis-acrílicas poseen esta característica gracias a su composición y nanorelleno, donde autores describen que no requieren la fase de pulido al ser comparadas con las resinas acrílicas de polimetil- metacrilato<sup>(13,27,30)</sup>. Ortiz y colaboradores en el 2017 manifiestan en su estudio la importancia de elegir una técnica de pulido adecuado para el material acrílico y evitar la rugosidad superficial para no provocar pigmentación, microfiltración bacteriana debido a las actuales demandas estéticas y funcionales<sup>(30,31)</sup>.

### **5.8.6 Resistencia al desgaste**

La resistencia al desgaste se define como la capacidad del material de restauración al oponerse ante la pérdida de la superficie del material ocasionado por la oclusión del paciente, provocando en un futuro una pérdida de la anatomía de la restauración, esta propiedad depende mucho de las partículas de relleno.<sup>(8)</sup>

### **5.8.7 Contracción del material**

La contracción de la resina acrílica ocurre durante la fase de polimerización cuando el proceso suele terminar en unos 20 minutos en materiales de autocurado, esto puede variar según las condiciones ambientales y humedad.<sup>(4)</sup> De todos los materiales provisionales la resina polimetil-metacrilato sufre mayor contracción entre 6 a 10%, lo importante es que no afecte la restauración provisional durante el sellado marginal con la pieza dental preparada para la prevención de acumulación de placa, irritación de los tejidos periodontales<sup>(9)</sup>.

### 5.8.8 Estabilidad de la pigmentación

El cambio de coloración es uno de los problemas que tienen este tipo de resinas acrílicas provisionales, al frente de sustancias pigmentantes durante el tiempo del tratamiento de rehabilitación protésico lo que perjudica al paciente en su estética con una inconformidad y un gasto adicional para el reemplazo de este provisional.<sup>(32)</sup> Christiani y colaboradores en el 2013, realizó un estudio comparativo de las resinas acrílicas del polimetilmetacrilato y las resinas de bis-acrilato en la estabilidad del color, donde se sometió a tinciones como café, gaseosa, y obtuvieron resultados satisfactorios para los del grupo de polimetilmetacrilato.<sup>(33)</sup> Los cambios cromáticos del material bisacrílico podría estar relacionado con la absorción de líquidos en la superficie del material, ya que las sustancias pigmentantes se depositan en la superficie del material ocasionando dicha inestabilidad del color.<sup>(34)</sup>

## 5.9 Glosario de términos

- **Fuerza máxima de compresión:** Esta fuerza es generada para provocar deformación o fractura de un cuerpo al llegar a un límite superior o máximo de resistencia.<sup>(10)</sup>
- **Fuerza de Fluencia:** Es una fuerza promedio que va aumentando para ocasionar deformación de un cuerpo y causando un esfuerzo o tensión del material.<sup>(8)</sup>
- **Esfuerzo máximo de compresión:** Es el resultado final de un cuerpo al resistir una fuerza máxima que produjo tensiones ocasionando una fractura total o deformación de acuerdo al tipo de material.<sup>(10)</sup>
- **Esfuerzo de Fluencia:** Indica un esfuerzo que sufre el material ante las fuerzas generadas hacia el cuerpo, sin causar la deformación.<sup>(7)</sup>
- **Polímeros:** Es una sustancia química resultado de un proceso de polimeración.<sup>(34)</sup>
- **Bisacryl:** Material acrílico agregado el monómero Bis-GMA en su composición.<sup>(10)</sup>
- **Resistencia:** Capacidad de un cuerpo en producir un esfuerzo ante un mayor tiempo.<sup>(7)</sup>
- **Compresión:** Presiones que generan una reducción de volumen de un cuerpo.<sup>(8)</sup>

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Tipo de investigación

- **Observacional y Descriptivo:** La observación fue parte fundamental para la recolección de la información por medio de artículos científicos que ayudaron a establecer una metodología y se justifica descriptivo porque se elaboró un análisis con cuadros estadísticos que describen los datos recolectados para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el estudio.

### 6.2 Diseño de la investigación

- **Comparativo:** Se analizó los valores de resistencia compresiva entre dos tipos de resinas acrílicas para encontrar el material provisional con mejores valores ante fuerzas compresivas, mediante una comparación de los datos obtenidos de esfuerzo máximo y el comportamiento del material después de las pruebas de ensayo.
- **In vitro:** Se elaboró probetas cilíndricas a base de resina acrílica y bisacrílica, confeccionadas con la normativa requerida para las pruebas de resistencia realizadas en el laboratorio.
- **Transversal:** Se realizó la recolección de datos en un momento determinado que contribuyó para la elaboración de un análisis estadístico.

### 6.3 Población

La población fue intencional no probabilística y a conveniencia por lo que corresponde a una cantidad total de 30 unidades experimentales, confeccionadas con medidas de forma de cilindro de 12.7 mm de diámetro y 25.4 mm de largo de diámetro según las directrices de la normativa ISO 604, aplicada a los materiales dentales para realizar investigaciones de la resistencia a la compresión. Divididas en dos grupos detallado en lo siguiente:

- **Grupo A:** 15 muestras elaboradas con resina acrílica de polimetil-metacrilato Alike de la casa comercial GC American fabricadas con la norma ISO 604.
- **Grupo B:** 15 muestras elaboradas con resina bisacrílica Protemp de la casa comercial 3M ESPE.

#### 6.4 Criterios de selección

Muestras en buen estado con forma de cilindro y las medidas establecidas por la normativa. Sin presencia de burbujas o porosidades.

#### 6.5 Entorno

Las pruebas de resistencia se realizaron en los laboratorios del Centro de Fomento Productivo Metal Mecánico Carrocero de Tungurahua.

#### 6.6 Intervención

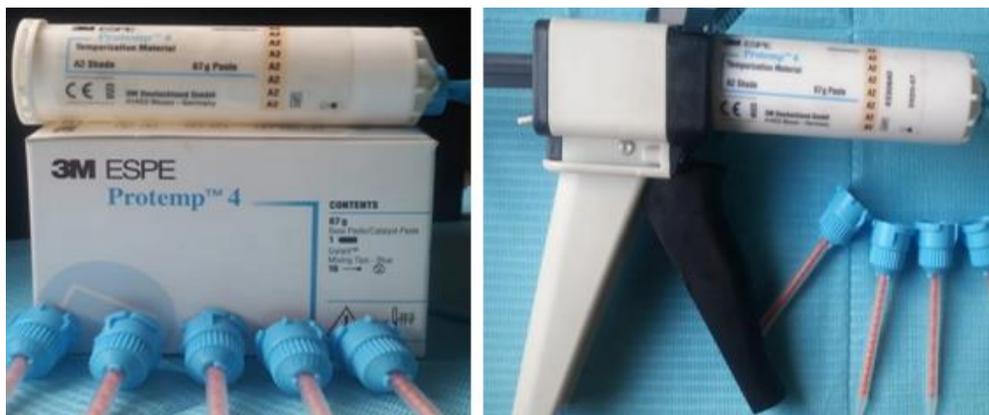
Se inició con la obtención de los materiales necesarios para la elaboración de las probetas, se adquirió una resina acrílica Alike de la casa comercial GC American Alsip III con su polímero de polimetil-metacrilato y monómero de metil- metacrilato color 65. Resina bisacrílica Protemp de la casa comercial 3M ESPE color A2.

**Fotografía Nro. 1:** Resina acrílica Alike



Fuente: Fotografiado por la investigadora  
Autora: Yajaira Zuñiga

**Fotografía Nro. 2:** Resina bisacrílica Protemp



Fuente: Fotografiado por la investigadora  
Autora: Yajaira Zuñiga

Para la fabricación de las probetas con las medidas establecidas de 12.7 mm de diámetro y 25.4 mm de largo siguiendo la normativa ISO 604, lo cual se utilizó moldes metálicos para dicha elaboración, con la ayuda de un calibrador digital para obtener exactas las probetas.

**Fotografía Nro. 3.** Moldes metálicos



Fuente: Fotografiado por la investigadora  
Autora: Yajaira Zuñiga

Para el grupo A se realizó las probetas cilíndricas con resina acrílica Alike, con su polímero de polimetil- metacrilato y el monómero de metacrilato se mezclaron de acuerdo con las instrucciones del fabricante las proporciones establecidas de 1: 3 en volumen, por lo que se mezcló 6 gramos de polvo que se pesó con una balanza digital y 2 ml de líquido. Se aisló con glicerina en el interior del molde metálico para evitar la adhesión con el material. Posterior se mezcló durante treinta segundos hasta alcanzar su etapa de masa, se invirtió en el molde metálico y por debajo de estos se colocó una loseta de vidrio para que no se adhiriera al momento de retirar las probetas y proporcionar una superficie lisa, después de su polimerización se retiró del molde con una ligera presión.

**Fotografía Nro. 4.** Dosificaciones en pesa digital y medidor de temperatura



Fuente: Fotografiado por la investigadora  
Autora: Yajaira Zuñiga

**Fotografía Nro. 5.** Muestras de resina de polimetil-metacrilato Alike



Fuente: Fotografiado por la investigadora  
Autora: Yajaira Zuñiga

Para la elaboración del grupo B se aplicó la resina bisacrílica Protemp IV, en su presentación en pasta-base y pasta-catalizador, se colocó el material provisional en una pistola dispensadora universal de automezclado, previamente se aisló con glicerina para evitar que se adhiriera el material en el molde metálico, se presionó la palanca de la pistola para que el material fuera expulsado y mediante la cánula se mezclaron la base y el catalizador con la proporción adecuada según este sistema de automezclado, posteriormente se dispuso el material hacia el molde de metal y debajo de estas se colocó la loseta de vidrio para proporcionar una superficie lisa, las muestras se polimerizaron en 5 minutos y con una ligera presión se retiró del respectivo molde.

**Fotografía Nro. 6.** Probetas de estudio calibradas



Fuente: Fotografiado por la investigadora  
Autora: Yajaira Zuñiga

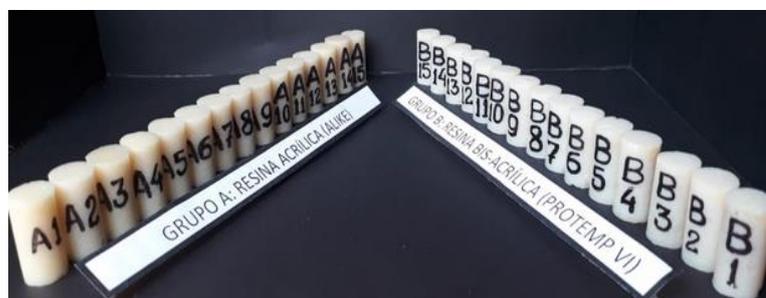
### Fotografía Nro. 7. Muestras de resina bisacrílica (Protemp IV)



Fuente: Fotografiado por la investigadora  
Autora: Yajaira Zuñiga

Obtenidas las muestras, se evaluó las superficies que no presenten burbujas. Se almacenaron en recipientes herméticamente sellados para la prueba de resistencia a la compresión.

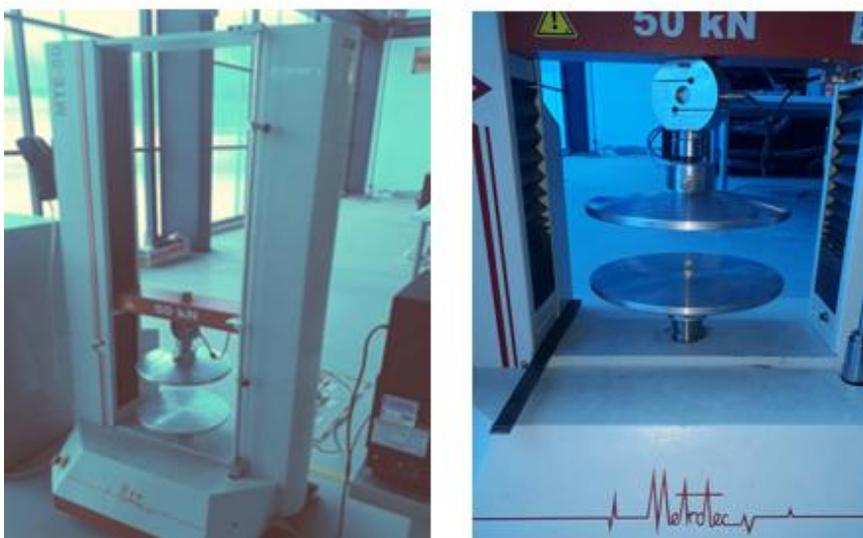
### Fotografía Nro. 8. Grupos de estudio



Fuente: Fotografiado por la investigadora  
Autora: Yajaira Zuñiga

Las muestras fueron sometidas a la prueba de compresión, con una máquina de ensayo universal METROTEC serie MTE50, realizada en los laboratorios del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero de la ciudad de Ambato. La muestra fue colocada entre dos platos metálicos de la máquina de ensayo donde se aplicó una carga de 50KN a una velocidad de 1.3mm/min, hasta que se produjera la fractura de las probetas y los resultados de resistencia se obtuvieron en Megapascales mientras que la fuerza máxima se obtuvo en valores de Newton que son procesados en el software Metrotec.

**Fotografía Nro. 9:** Máquina de ensayo universal METROTEC serie MTE 50



Fuente: Fotografiado por la investigadora  
Autora: Yajaira Zuñiga

**Fotografía Nro. 10:** Prueba de ensayo con el grupo de estudio



Fuente: Fotografiado por la investigadora  
Autora: Yajaira Zuñiga

Las pruebas mecánicas de resistencia se realizaron bajo diferentes condiciones ambientales, el primer grupo se procedió a las pruebas compresivas en una humedad relativa de 60,7% y temperatura ambiente 21,9 grados centígrados, mientras que el segundo grupo bajo 26,2 grados centígrados y una humedad relativa de 52,1%. Los datos fueron entregados en una semana mediante una bitácora otorgado por el laboratorio de resistencia.

## 6.7 Técnica e Instrumento

### 6.7.1 Técnica

La observación que permitió identificar y anotar los valores del material después de las pruebas de compresión.

### 6.7.2 Instrumento

Bitácora del laboratorio donde se registraron los datos obtenidos después de las pruebas mecánicas.

## 6.8 Análisis estadístico

La investigación aplicó un análisis estadístico de tipo descriptivo con el programa informático SPSS VERSIÓN 24.00.

## 6.9 Cuestiones éticas

Para este estudio se necesitó la elaboración de probetas cilíndricas de resina acrílica y bis-acrílica de autocurado.

## 6.10 Operacionalización de las variables

### 6.10.1 Variable independiente

**Tabla Nro. 3.** Resina acrílica provisional

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Biomaterial para la elaboración de restauraciones provisionales con el objeto de sustituir el tejido dental en tiempo limitado durante un tratamiento odontológico.	Tipo de Resina	-Resina acrílica a base de polimetilmetacrilato de autocurado  -Resina bis acrílica de autocurado	-Observación	-Lista de cotejo

Fuente: Tabla de contenido  
Autora: Yajaira Zuñiga

### 6.10.2 Variable dependiente

**Tabla Nro. 4.** Resistencia a fuerzas de compresión

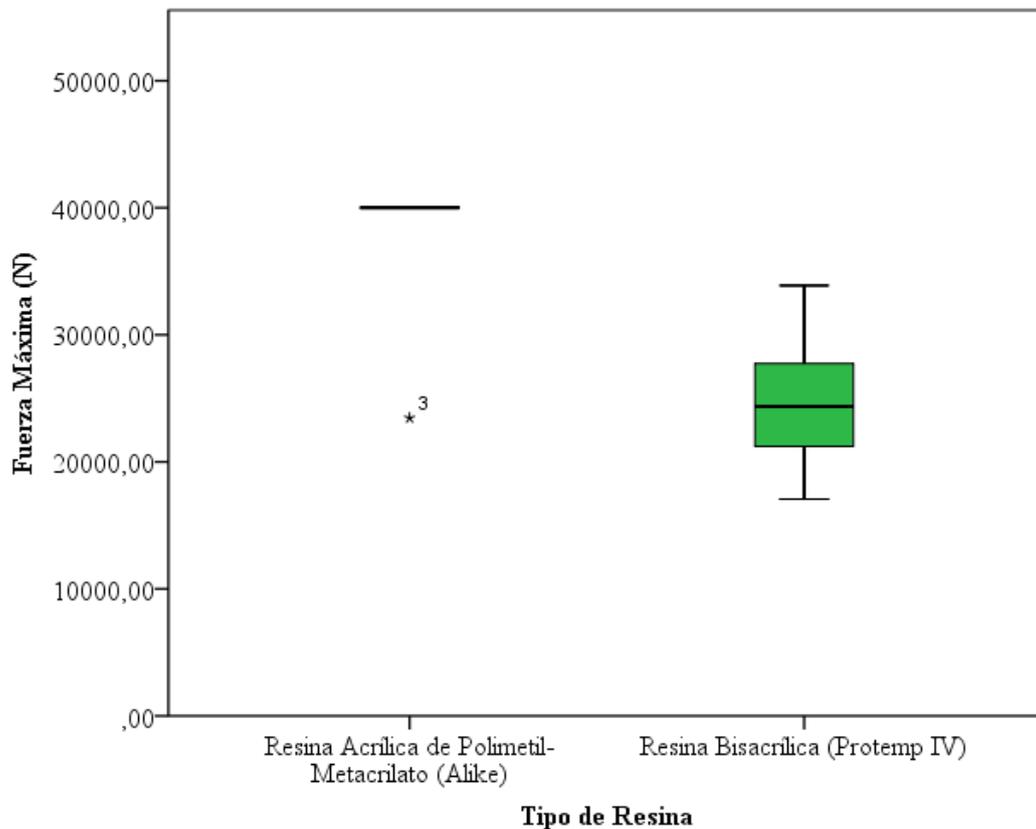
Conceptualización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Es una propiedad mecánica de las resinas acrílicas y bis-acrílicas, se refiere a una fuerza generada hacia el material para que se tense hasta provocar su deformación o destrucción.	Resistencia a fuerzas de compresión	-Esfuerzo máximo de compresión (Mpa) -Fuerza Máxima (N) -Esfuerzo de Fluencia (Mpa) -Fuerza de Fluencia (N)	-Observación	-Lista de cotejo

Fuente: Tabla de contenido  
 Autora: Yajaira Zuñiga

## 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados que se muestran a continuación corresponden al muestreo desarrollado en las pruebas de compresión en laboratorio, los datos fueron obtenidos mediante una bitácora otorgado por el laboratorio para la codificación de datos que se procesaron en el programa SPSS.

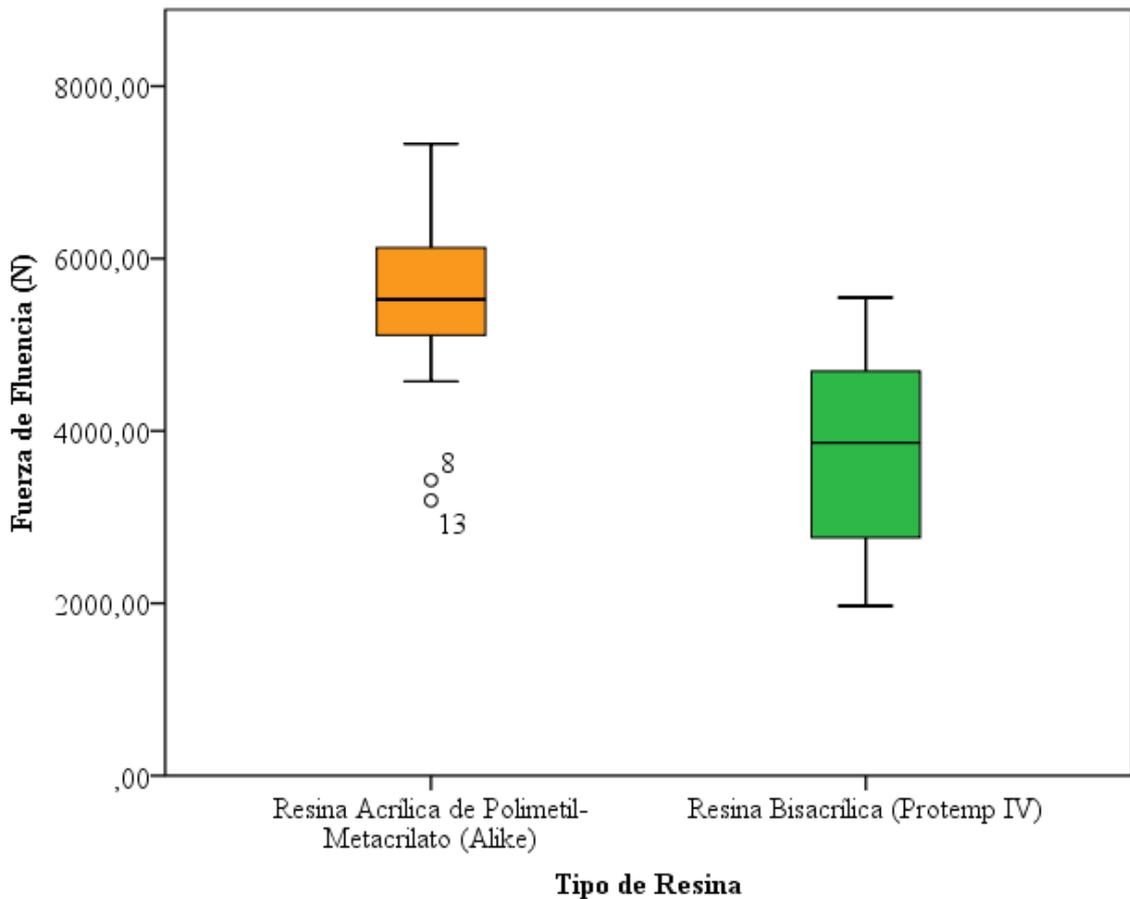
**Gráfico Nro. 1.** Prueba de fuerza máxima de resistencia



Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
Autora: Yajaira Zuñiga

**Análisis:** en lo que refiere a las fuerzas máximas de compresión aplicada a la resina acrílica de polimetil metacrilato (Alike) se pudo observar que los valores de las 15 muestras tuvieron la misma fuerza de resistencia aproximadamente 40000 (N), se apreció que la unidad experimental número 3 tiene un valor menor atípico del resto de muestras, en cambio la resina bisacrílica (Protemp IV) mostró valores mucho más variables con una mediana de 25000 (N) aproximadamente, por lo que se indicó que la fuerza máxima de resistencia de este material obtuvo valores diversos en la prueba.

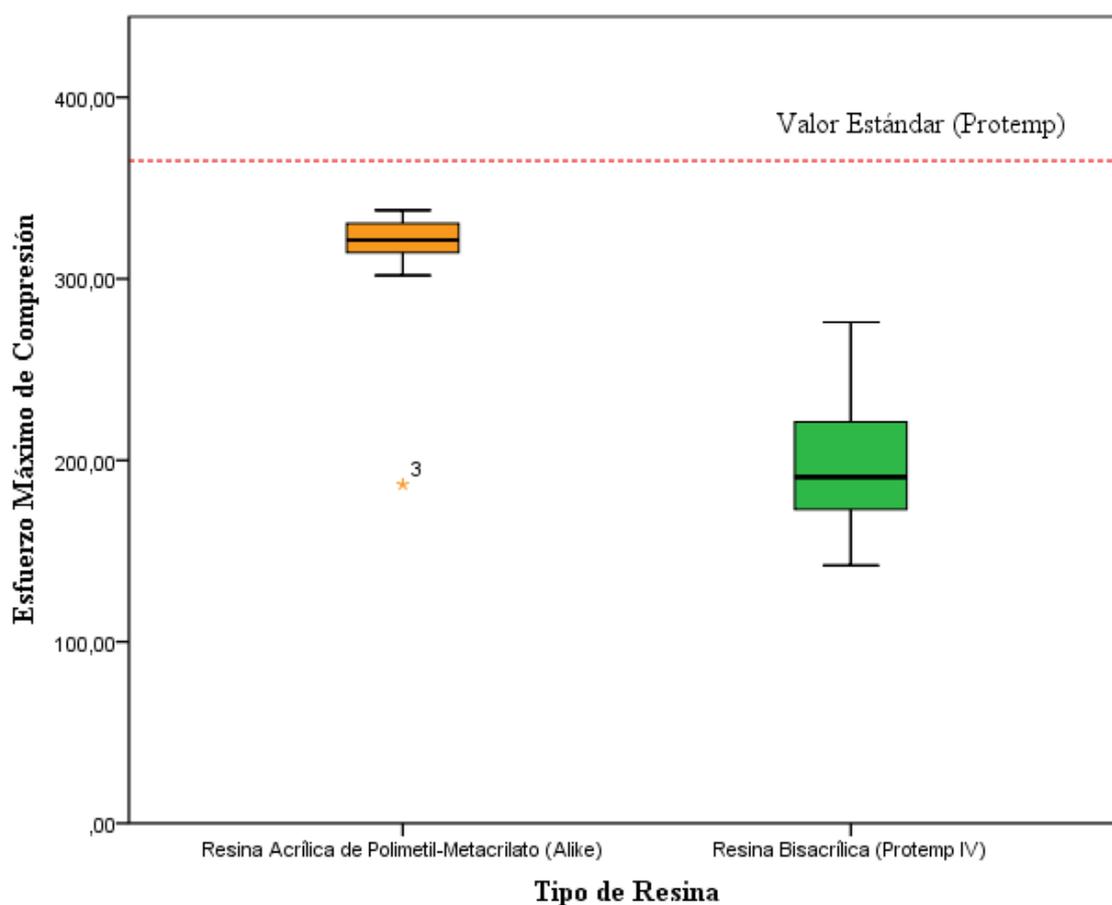
**Gráfico Nro. 2.** Prueba de fuerza de fluencia.



Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
Autora: Yajaira Zuñiga

**Análisis:** en la aplicación de las fuerzas de fluencia la resina acrílica de polimetil metacrilato (Alike) demostró mayor resistencia a la compresión que el material de resina bisacrilica (Protemp IV) antes de su deformación, el rango de valores variaron en la muestra fue más alto en la resina Protemp IV; mientras que en el material Alike se pudo notar que los datos se localizaron más juntos en relación a la mediana con la presencia de dos unidades experimentales que se comportaron de forma atípica (8,13).

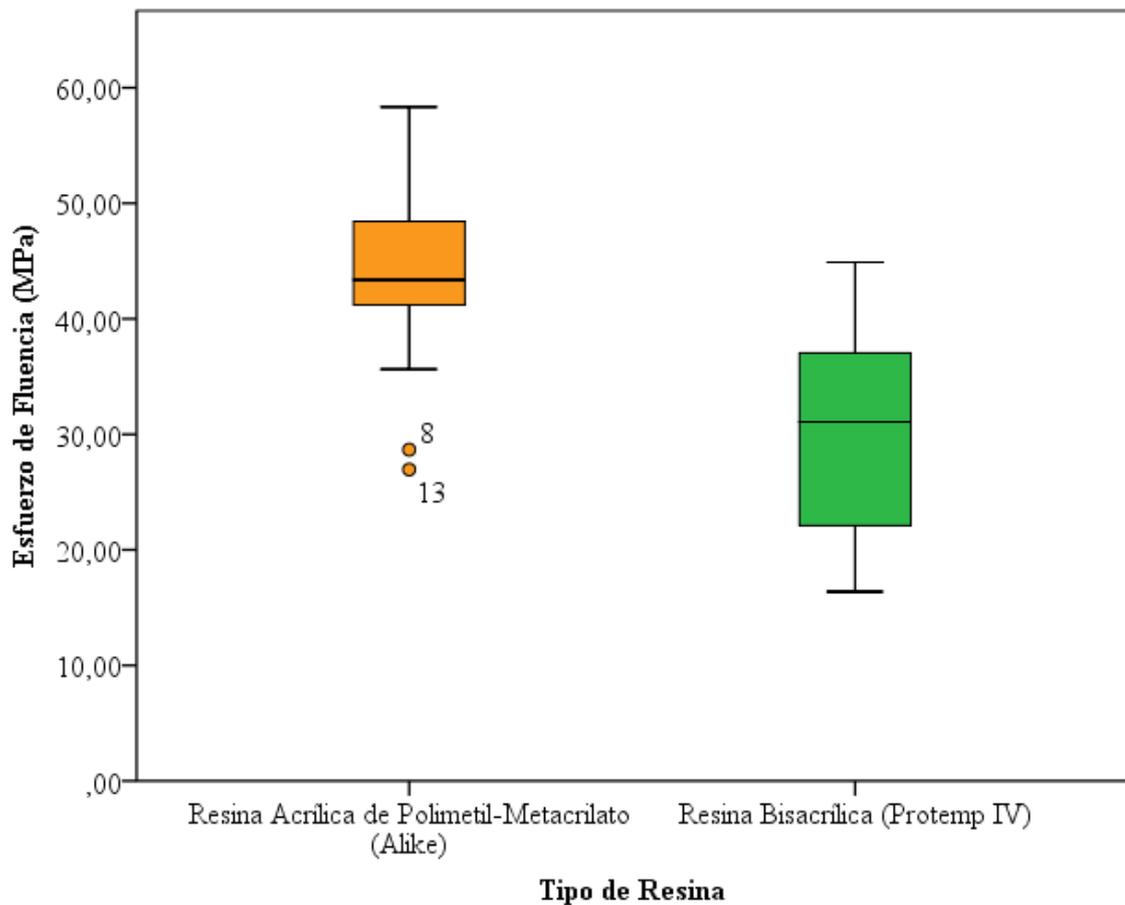
**Gráfico Nro. 3** Prueba de esfuerzo máximo de compresión.



Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
Autora: Yajaira Zuñiga

**Análisis:** la resina acrílica de polimetil metacrilato (Alike) tuvo un mayor valor de esfuerzo máximo que la resina bisacrílica (Protemp IV), pero en los dos tipos de resinas se encontraron valores menores a los determinados en su ficha técnica, en el caso de Protemp (valor de esfuerzo máximo de compresión estándar = 365.5(MPa)) donde la mediana se ubicó por debajo de los 200 MPa; se puede indicar que el material que presentó mayor esfuerzo máximo de compresión fue la resina acrílica de polimetil metacrilato (Alike).

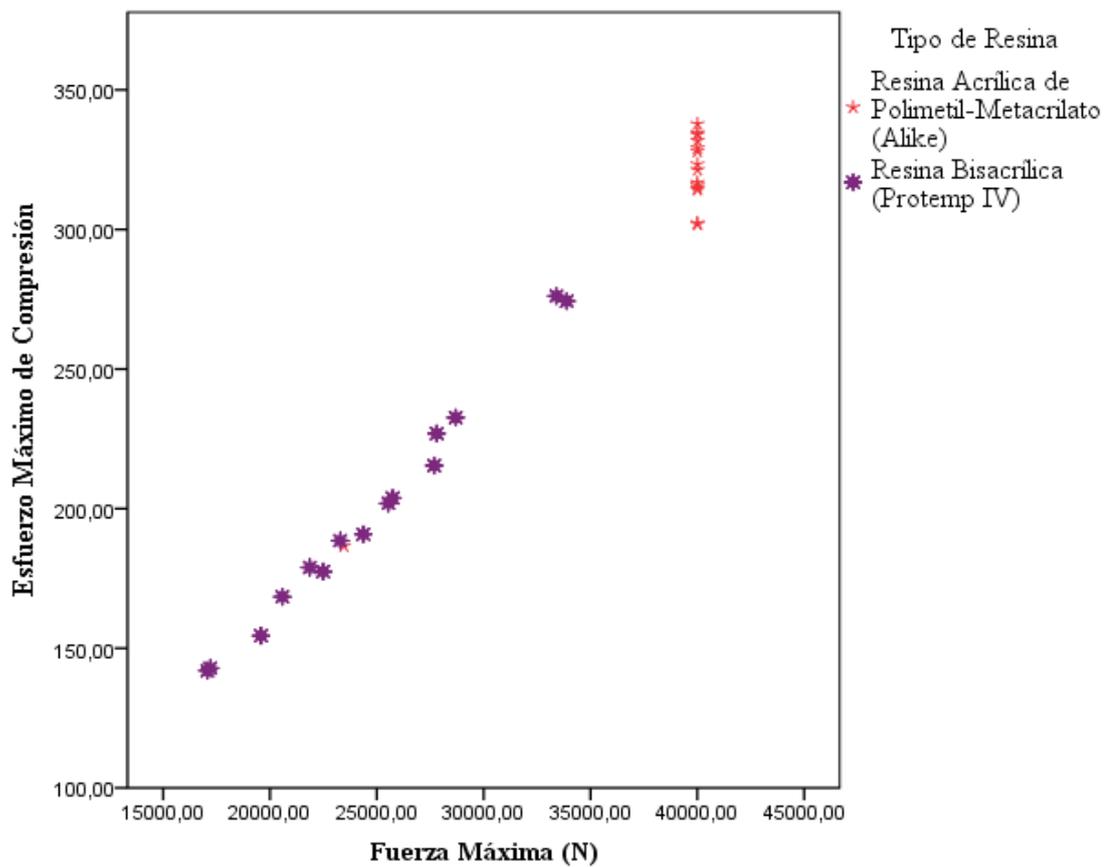
**Gráfico Nro. 4.** Prueba de esfuerzo de fluencia.



Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
Autora: Yajaira Zuñiga

**Análisis:** el resultado del esfuerzo de fluencia demostró que el material de resina acrílica de polimetil metacrilato (Alike) obtuvo una gran elasticidad en las pruebas realizadas con valores de su mediana de 43,7 Mpa cabe señalar que este material no se fragmento en esta prueba demostrando su capacidad elástica, respecto a la resina bisacrílica (Protemp IV) se denoto gran variabilidad en la prueba con valores de resistencia al esfuerzo de fluencia menores al otro material con una mediana de 31,08 Mpa; se indicó además que este material se fragmento durante la prueba realizada.

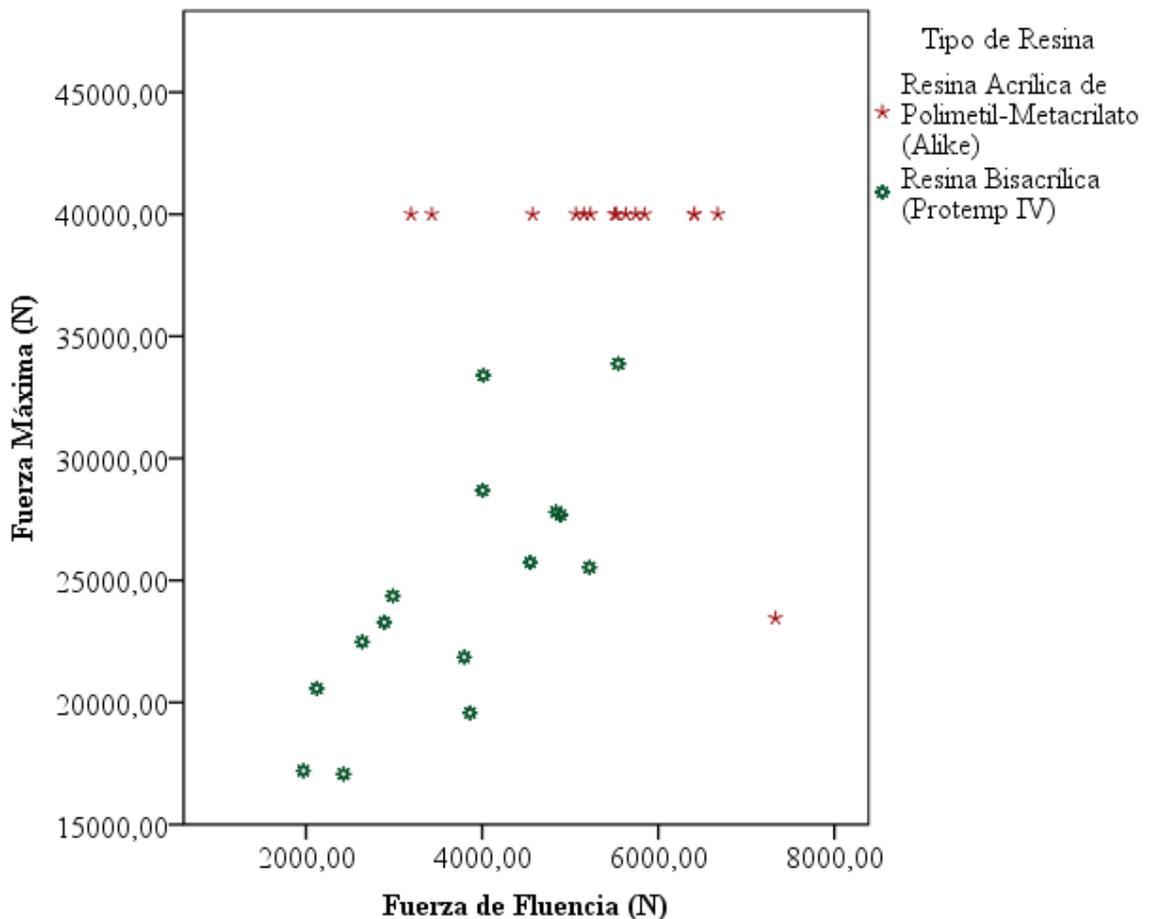
**Gráfico Nro. 5:** Relación de la fuerza máxima y esfuerzo máximo de compresión



Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
Autora: Yajaira Zuñiga

**Análisis:** el gráfico de dispersión de puntos mostró la relación de los dos materiales ante las pruebas de fuerza compresiva de laboratorio, donde se pudo apreciar que existió una posible relación directa y positiva en la resina acrílica de polimetil metacrilato (Alike) por los valores obtenidos de fuerza máxima aplicados al material en la mayoría de muestras obtuvieron un valor muy cercano entre ellas; lo que si vario es el esfuerzo máximo que fue aplicado, a diferencia de la resina bisacrílica (Protemp IV) que existió una notable dispersión en el gráfico de fuerza máxima y de esfuerzo máximo de compresión.

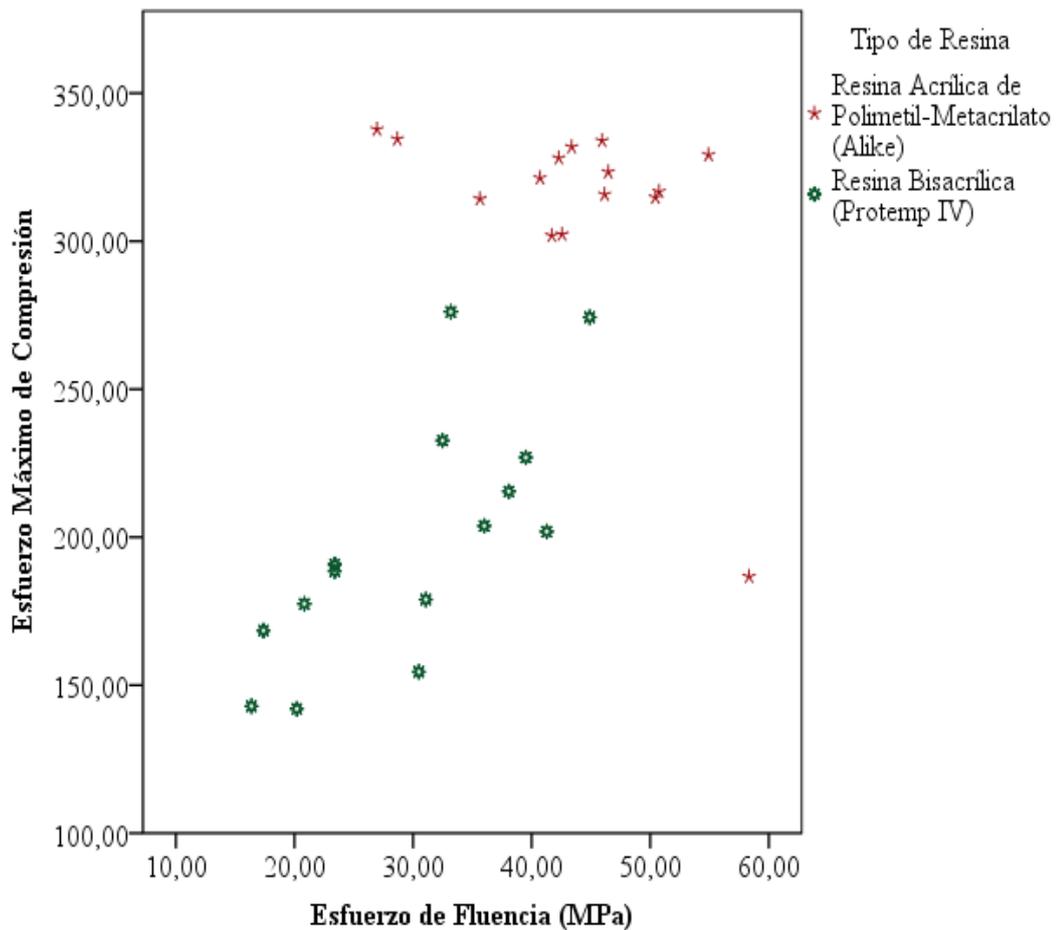
**Gráfico Nro. 6:**Relación entre fuerza máxima y fuerza de fluencia



Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
Autora: Yajaira Zuñiga

**Análisis:** el gráfico de dispersión de puntos mostró la relación de los dos materiales ante las pruebas de fuerza compresiva de laboratorio, donde se pudo apreciar que existió una posible relación directa y positiva entre la fuerza de fluencia y máxima de la resina bisacrílica (Protemp IV), mientras que en la resina acrílica de polimetil metacrilato (Alike) no se pudo establecer una relación de ningún tipo en razón de que los valores de fuerza máxima aplicados al material en la mayoría de muestras obtuvieron un valor muy cercano entre ellas; lo que si vario es la fuerza de fluencia que fue aplicado.

**Gráfico Nro. 7.** Relación del esfuerzo máximo y el esfuerzo de fluencia



Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
Autora: Yajaira Zuñiga

**Análisis:** con respecto a los valores obtenidos en la pruebas que se midió el esfuerzo tanto de la fluencia como de la compresión máxima se pudo establecer una relación directa positiva en los valores de la resina bisacrílica (Protemp IV) es decir a mayor esfuerzo de fluencia mayor fue el esfuerzo de compresión, en cambio en la resina acrílica de polimetil metacrilato (Alike) no fue posible establecer una relación entre los dos variables de medida demostrando de esta forma la capacidad elástica de este material.

**Tabla Nro. 5.** Estadísticos descriptivos

<b>Prueba</b>	<b>Tipo Material</b>	<b>Media</b>	<b>Media na</b>	<b>Mínim o</b>	<b>Máxi mo</b>	<b>Varianza</b>	<b>Desviaci ón Estándar</b>	<b>Cofeciente de variación</b>
<b>Fuerza Máxima (N)</b>	Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike)	38900,62	40003,72	23458,83	40008,46	18248656,25	4271,84	11%
	Resina Bisacrílica (Protemp)	24609,48	24364,5	17067,14	33881,83	26357272,8	5133,93	21%
<b>Fuerza de Fluencia (N)</b>	Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike)	5448,27	5527,06	3193,48	7330,49	1242061,28	1114,48	20%
	Resina Bisacrílica (Protemp)	3716,89	3862,47	1970,68	5545,99	1340698,49	1157,89	31%
<b>Esfuerzo Máximo de Compresión (Mpa)</b>	Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike)	312,83	321,35	186,65	337,78	1340,19	36,61	12%
	Resina Bisacrílica (Protemp)	198,33	190,83	142,01	276,15	1727,23	41,56	21%
<b>Esfuerzo de Fluencia (MPa)</b>	Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike)	43,66	43,37	26,96	58,33	74,34	8,62	20%
	Resina Bisacrílica (Protemp)	29,90	31,08	16,37	44,90	83,63	9,15	31%

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
 Autora: Yajaira Zuñiga

**Análisis:** en lo que refiere a las fuerzas de compresión máxima aplicadas a la Resina Acrílica de Polimetil Metacrilato (Alike) se pudo observar que los valores de las 15 muestras tuvieron la misma fuerza de resistencia aproximadamente, se apreció que la unidad experimental número 3 tiene un valor menor atípico del resto de muestras, en cambio la Resina Bisacrílica (Protemp).

## 7.1 Contraste de hipótesis

Para las pruebas de contraste de hipótesis se necesitó determinar el análisis de normalidad de los datos, considerando que se desea comparar dos grupos de prueba y sus medidas de resistencia de fuerzas compresivas y fuerzas de fluencia.

**Tabla Nro. 6.** Prueba de normalidad

<b>Variables</b>	<b>Shapiro-Wilk</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
Fuerza Máxima (N)	0,809	30	0
Fuerza de Fluencia (N)	0,971	30	0,558
Esfuerzo Máximo de Compresión (Mpa)	0,863	30	0,001
Esfuerzo de Fluencia (Mpa)	0,973	30	0,637

\* Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.

Autora: Yajaira Zuñiga

### Caso 1

$H_0$ = No existió diferencias significativas entre los valores de varianza de la Fuerza de Fluencia de los materiales Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike) y Resina Bisacrílica (Protemp IV).

Al tener una distribución Normal se aplica la prueba de comparación entre dos grupos mediante el estadístico determinado por la prueba T Student.

**Tabla Nro. 7.** Prueba T Student

<b>Estadísticas de grupo</b>	<b>Tipo de Resina</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Media de error estándar</b>
Fuerza de Fluencia (N)	Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike)	15	5448,27	1114,478	287,75699
	Resina Bisacrílica (Protemp IV)	15	3716,8907	1157,8854	298,96471

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.

Autora: Yajaira Zuñiga

**Tabla Nro. 8.** Prueba de muestras independientes

Prueba de muestras independientes		Prueba de Levene		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Fuerza de Fluencia (N)	Se asumen varianzas iguales	0,455	0,506	4,172	28	0	1731,3793	414,95058	881,3916	2581,367
	No se asumen varianzas iguales			4,172	27,95	0	1731,3793	414,95058	881,33574	2581,423

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
 Autora: Yajaira Zuñiga

La significación estadística de la prueba de Levene para igualdad de varianzas tuvo un valor  $p > 0,05$  (0,506) por lo que se aceptó la igualdad de varianzas, por lo que se eligió el valor de significancia superior de la prueba t student ( $p = 0,00$ ); por lo que se rechazó  $H_0$  y se pudo concluir que existieron diferencias significativas entre los valores de varianza de la Fuerza de Fluencia de los materiales Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike) y Resina Bisacrílica (Protemp IV).

### Caso 2

$H_0 =$  No existió diferencias significativas entre los valores de varianza del Esfuerzo de Fluencia de los materiales Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike) y Resina Bisacrílica (Protemp IV).

Al tener una distribución Normal se aplicó la prueba de comparación entre dos grupos mediante el estadístico determinado por la prueba T Student.

**Tabla Nro. 9.** Prueba para estadístico de grupo

Estadísticas de grupo	Tipo de Resina	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Esfuerzo de Fluencia (MPa)	Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike)	15	43,6567	8,62233	2,22627
	Resina Bisacrílica (Protemp IV)	15	29,902	9,14511	2,36126

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
 Autora: Yajaira Zuñiga

**Tabla Nro. 10.** Prueba de Levene para muestras independientes

Prueba de muestras independientes		Prueba de Levene		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Esfuerzo de Fluencia (MPa)	Se asumen varianzas iguales	0,571	0,456	4,238	28	0	13,75467	3,24528	7,10701	20,40232
	No se asumen varianzas iguales			4,238	27,904	0	13,75467	3,24528	7,10598	20,40336

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
 Autora: Yajaira Zuñiga

La significación estadística de la prueba de Levene para igualdad de varianzas tuvo un valor  $p > 0,05$  (0,456) y se aceptó la igualdad de varianzas, por lo que se eligió el valor de significancia superior de la prueba t student ( $p = 0,00$ ); en razón de esto se rechazó  $H_0$  y se puede concluir que existió diferencias significativas entre los valores de varianza del Esfuerzo de Fluencia de los materiales Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike) y Resina Bisacrílica (Protemp).

### Caso 3

$H_0$ = No existió diferencias significativas entre los valores de la Fuerza máxima de los materiales Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike) y Resina Bisacrílica (Protemp IV).

En este caso se usará la prueba de U de Mann Whitney de tipo no paramétrico.

**Tabla Nro. 11.** Rangos para las 30 muestras

Rangos	Tipo de Resina	N	Rango promedio	Suma de rangos
Fuerza Máxima (N)	Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike)	15	22,47	337
	Resina Bisacrílica (Protemp IV)	15	8,53	128
	Total	30		

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
Autora: Yajaira Zuñiga

**Tabla Nro. 12.** Prueba para homogeneidad de varianzas

	Fuerza Máxima (N)
U de Mann-Whitney	8
W de Wilcoxon	128
Z	-4,343
Sig. asintótica (bilateral)	0
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000b
a Variable de agrupación: Tipo de Resina	
b No corregido para empates.	

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
Autora: Yajaira Zuñiga

La significación estadística de la prueba de U de Mann Whitney obtuvo un valor  $p < 0,05$  ( $p = 0,00$ ) por lo que se rechazó  $H_0$  y se pudo concluir que existió diferencias significativas entre los valores de Fuerza Máxima de los materiales Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike) y Resina Bisacrílica (Protemp IV).

#### Caso 4

$H_0$ = No existió diferencias significativas entre los valores del Esfuerzo máximo de compresión de los materiales Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike) y Resina Bisacrílica (Protemp IV).

En este caso se usó la prueba de U de Mann Whitney de tipo no paramétrico.

**Tabla Nro. 13:** Rangos de las muestras independientes

Rangos	Tipo de Resina	N	Rango promedio	Suma de rangos
Esfuerzo Máximo de compresión	Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike)	15	22,40	336
	Resina Bisacrílica (Protemp IV)	15	8,60	129
	Total	30		

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
Autora: Yajaira Zuñiga

**Tabla Nro. 14.** Prueba de U de Mann Whitney

	Esfuerzo Máximo (Mpa)
U de Mann-Whitney	9
W de Wilcoxon	129
Z	-4,293
Sig. asintótica (bilateral)	0
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000b
a Variable de agrupación: Tipo de Resina	
b No corregido para empates.	

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.24.  
Autora: Yajaira Zuñiga

La significación estadística de la prueba de U de Mann Whitney obtuvo un valor  $p < 0,05$  ( $p=0,00$ ) por lo que se rechazó  $H_0$  y se pudo concluir que existió diferencias significativas entre los valores de Esfuerzo Máximo de compresión de los materiales Resina Acrílica de Polimetil-Metacrilato (Alike) y Resina Bisacrílica (Protemp IV).

## 8. DISCUSIÓN

Pino Félix en el 2015, indica en su investigación una media de 298 MPa resistencia a la compresión en la resina acrílica Alike a base de polimetil metacrilato y en la resina bisacrílica Protemp de 198,71 MPa, su metodología fue similar a la del presente estudio donde <sup>(9)</sup> aplicó probetas cilíndricas elaboradas de resina acrílica y sus pruebas se basaron con la normativa ISO 604 para la resistencia compresiva de los materiales poliméricos, por lo que se puede asumir la relación de sus valores obtenidos con las de este estudio.

Navarro en el 2015 señala valores de fuerza máxima funcional en una persona adulta joven sexo femenino en el sector molar de 466 N, y en el sector anterior de 174 N, mientras en una persona de sexo masculino reporta una media de 698 N en el sector molar, y 220 N en el sector anterior<sup>(3)</sup>. En este estudio la resina acrílica a base de polimetil-metacrilato (Alike) presenta valores altos de fuerza máxima en comparación a la resina bis-acrílica (Protemp) al presentar, por lo tanto los datos de fuerza máxima encontrados en este estudio indican que la resina de polimetil-metacrilato esta en los parámetros aceptables según los valores de <sup>(3)</sup>.

Hamad y colaboradores en el 2017, analiza las propiedades mecánicas del polimetil-metacrilato (PMMA) obtiene valores de resistencia que oscilan entre 283 a 327 MPa ante fuerza de compresión, afirma que los resultados de la resina a base de polimetil-metacrilato en su resistencia están asociados a su alto peso molecular y estructura de polímero reticulado que proporciona la deformación del material.<sup>(18)</sup> Estos valores se encuentran asociados con los resultados de <sup>(9)</sup> y este estudio, al tomar en cuenta los parámetros de resistencia a la compresión del esmalte 384 MPa y la dentina 297 MPa, se podría decir que el material de polimetil-metacrilato es aceptable su resistencia al obtener en este estudio 312,83 Mpa de esfuerzo máximo de compresión.

Zafra Mónica en el 2016, determina valores de resistencia compresiva al analizar las propiedades mecánicas de tres resinas acrílicas de autocurado de distintas casas comerciales, señalan resultados de la resina bis-acrílica Protemp (3M) valores de 233MPa , mientras que Unifast III a base de polimetil-metacrilato indica un valor de 228MPa.<sup>(13)</sup> En esta investigación no se desarrolló un proceso de envejecimiento por lo que no se puede contrastar los valores de resistencia en las mismas condiciones del estudio de Zafra; sin embargo los valores de resistencia de la resina acrílica en relación al estudio <sup>(9)</sup> es menor por lo que se puede presumir que bajo las condiciones desarrolladas

pudo generar valores superiores a los encontrados en esta investigación y a pesar que el material usado a base de polimetil-metacrilato correspondió a otra casa comercial, se podría generar estudios futuros para probar la resistencia en base a un termociclado para acelerar su envejecimiento y probar su resistencia, para lograr contrastar los resultados de (13).

Los valores obtenidos de la resina bis-acrítica Protemp y la resina de polimetil-metacrilato en el presente estudio se encuentran por debajo de la resistencia compresiva de su ficha técnica según lo indican sus casas comerciales, como es en el caso de Protemp que existe una notoria diferencia al obtener 198,33 MPa de esfuerzo de compresión y su fabricante señala 365,5 MPa, lo que se puede asumir por las distintas condiciones de elaboración ya que en este estudio se aplicó probetas cilíndricas para las pruebas de resistencia y no se controló condiciones ambientales, a diferencia de (28) que realizaron coronas provisionales bajo temperatura y humedad controlada en los laboratorios de la Universidad de Boston. Mientras que en el caso de Alike a base de polimetil-metacrilato presenta en este estudio 312,83 de esfuerzo máximo de compresión encontrándose cerca de los valores señalados de su casa comercial que es 396 Mpa.

Poonacha en el 2013, determina que el material de polimetil-metacrilato tiene una resistencia aceptable con una media de 293 MPa, asume que el tamaño de las partículas atribuye dicha resistencia al ser macro comparadas con las de nanotecnología<sup>(35)</sup>. Los valores son similares al estudio de (9) y (18). En República Dominicana existe un estudio acerca de las propiedades físicas y mecánicas de dos resinas bisacrílicas de autocurado, donde señala valores de resistencia a fuerzas de compresión alrededor de 120.80 MPa en la resina Protemp y Systemp una media de 163.30 MPa, los autores indican que el material bis-acrílico ante las pruebas de compresión no presenta un buen comportamiento a pesar que las condiciones ambientales fueron controladas, relacionan los resultados con la composición de partículas de nanorelleno de sílice que debilita a la matriz de la resina. (8) Motivo que se puede relacionar con los resultados de la resina bisacrílicas de 198,33 Mpa de esfuerzo de compresión obtenidos en este estudio, a pesar que los valores de (8) son menores a los presentados se denota una diferencia Peguero indica una media de 120.80 MPa y este estudio señala 198,33 MPa.

## 9. CONCLUSIONES

- Los resultados individuales al ser analizados establecen que la resina a base de polimetil-metacrilato tiene valores de esfuerzo máximo de compresión más elevados convirtiéndose en un material provisional con mejor resistencia, con una media de 312,83 MPa de esfuerzo compresivo, mientras que la resina bisacrílica Protemp con una media de 198,33 MPa.
- Se indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los valores obtenidos de los dos tipos de resinas acrílicas de autocurado, se puede concluir que la resina acrílica de polimetil-metacrilato (Alike) es un material resistente a las fuerzas de compresión vertical.
- La resina bis-acrílica Protemp es el material con menor resistencia compresiva al obtener los siguientes resultados de fuerza máxima 24609,48 N, fuerza de fluencia 3716,89 N, esfuerzo máximo de compresión 198 MPa y esfuerzo de fluencia 29,90 MPa, a pesar de que forma parte de materiales provisorios de la última generación a través del presente análisis estadístico se indica que su comportamiento ante la compresión es menor que las convencionales.
- La resina acrílica Alike a base de polimetil-metacrilato es el material que tiene mejor comportamiento ante fuerzas de compresión vertical y mediante el análisis estadístico se determina los siguientes valores, en su media de fuerza máxima 38900,62 N, fuerza de fluencia 5448,27 N, esfuerzo máximo de compresión 312,83 MPa y esfuerzo de fluencia 43,66 MPa, por lo que se indica una mejor resistencia compresiva de este material convencional ante las resinas bis-acrílicas, además es importante indicar que este material sufrió una deformación en su constitución mas no una destrucción total.

## 10. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados de este estudio las resinas acrílicas de polimetil-metacrilato son resistentes a las fuerzas de compresión, por lo que son recomendables su aplicación para provisionales en el sector posterior que requiere mayor esfuerzo, mientras que los valores de la resina bisacrílica indican que su resistencia sirve para la elaboración de provisorios en el sector anterior.
- La manipulación es totalmente diferente en el proceso de elaboración de la resina acrílica de polimetil-metacrilato Alike y la resina bisacrílica Protemp, por lo que el profesional debe seguir las indicaciones proporcionadas por el fabricante para obtener buenos resultados, acompañado de una buena técnica de elaboración y pulido.
- Se recomienda realizar estudios acerca de otras propiedades de las bisacrílicas con desgastes abrasivos como con saliva artificial o termociclado que simulen las condiciones de cavidad oral ya que en el presente estudio no se lo realizó.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. Salazar S, Concha G. Rehabilitación de un edentulismo parcial mediante prótesis fija [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2016. [cited 14 April 2019] Available from: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17598>
2. Ortiz J, Luna A, Peláez A. Restauraciones provisionales y sistema CAD CAM. CES [Internet]. 2015;14. [cited 18 April 2019] Available from: [http://bdigital.ces.edu.co:8080/jspui/bitstream/10946/392/1/Restauraciones\\_provisionales.pdf](http://bdigital.ces.edu.co:8080/jspui/bitstream/10946/392/1/Restauraciones_provisionales.pdf)
3. Curiqueo A, Salamanca C, Borie E, Navarro P. Evaluación de la Fuerza Masticatoria Máxima Funcional en Adultos Jóvenes Chilenos. 2015;9(3):443–7.
4. Mallat E. Propiedades de los materiales para prótesis fija. Geodent [Internet]. 2015;1:30. [cited 14 April 2019] Available from: <https://docplayer.es/11105940-Propiedades-de-los-materiales-para-protesis-provisional.html>
5. Jurado A, Mejía C. Técnicas y adaptación de provisionales en prótesis fija elaborados con material bis Acrylic realizado en la Clínica Integral de la Facultad Piloto de Odontología de la Universidad de Guayaquil [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2015. [cited 24 April 2019] Available from: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11828>
6. Márquez C, Zeballos L, Surco V. Técnica De Confección De Prótesis De Resina. J Chem Inf Model. 2012;53(9):1689–99.
7. Conde G, Jaramillo Juan Pablo. Resistencia flexural de acrílicos de autocurado usados para provisionales en prostodoncia [Internet]. Universidad Central del Ecuador; 2017. [cited 24 April 2019] Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8275>
8. Peguero W, Cepeda A, Bagnara C, Silva G. "Evaluación de la estabilidad del color, resistencia a la flexión y la compresión de materiales provisionales a base de bisacrilato utilizados en prótesis fija". Maestría de Prostodoncias e Implantología Oral. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra Vicerrectoría; 2016.
9. Pino F, Mejía A. Estudio comparativo in vitro de resinas acrílicas de uso en prótesis fija provisional [Internet]. Vol. 1. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga; 2015.

[cited 24 April 2019] Available from:  
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/1772>

10. Laura M, Anglas A. Estudio in vitro de la dureza superficial de resinas acrílicas usadas en provisorios [Internet]. Repositorio de Tesis - UNMSM. Universidad Nacional Mayor De San Marcos; 2016. [cited 24 April 2019] Available from: <http://200.62.146.130/handle/cybertesis/5192>
11. Gotusso C. “ Estudio comparativo de las propiedades físico- mecánicas de resinas acrílicas sometidas a diferentes métodos de curado y pulido ” [Internet]. Universidad Nacional de Córdoba; 2017. [cited 24 April 2019] Available from: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/4837>
12. Part I. Fuerza de mordida: su importancia en la masticación, su medición y sus condicionantes clínicos. Parte I. 2012;LXIX(2):53–7.
13. Zafra M, Viñuela A, Gómez M. Estudio Comparativo in Vitro Sobre Las Características Físicas Y Mecánicas De Tres Materiales Provisionales, Para Su Uso En Prótesis Dental. [Internet]. Universidad complutense de Madrid; 2015. [cited 24 April 2019] Available from: <http://eprints.ucm.es/37244/1/T37101.pdf>
14. Christiani JJ, Devecchi JR. Materiales para Prótesis Provisionales. Actas Odontológicas [Internet]. 2017;14(1):28. [cited 24 April 2019] Available from: <https://revistas.ucu.edu.uy/index.php/actasodontologicas/article/view/1399>
15. Kaneshima R. Estudio in vitro das Propriedades Físico- Mecânicas de Resinas Bisacrílicas. UNOPAR; 2016.
16. Cortez L, Farfán K. Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la compresión vertical entre acrílicos autopolimerizables provisionales pulidos & acrílicos autopolimerizables provisionales no pulidos [Internet]. UCE. Universidad Central del Ecuador; 2017. [cited 24 April 2019] Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9695>
17. Bacchi A, Sceneider F, Garbossa M. Resistência à flexão de resinas de metacrilato de metila e bisacrilato de metila submetidas à termociclagem. Rev Odontol UNESP 2012. 2012;41(5):330–4.
18. Hamad QA. Investigation some mechanical properties of self cured Pmma resin

- reinforced. 2017;17:585–98. [cited 24 April 2019] Available from: [https://www.researchgate.net/publication/323128510\\_investigation\\_some\\_mechanical\\_properties\\_of\\_self\\_cured\\_pmma\\_resin\\_reinforced\\_by\\_different\\_types\\_of\\_nano\\_particles](https://www.researchgate.net/publication/323128510_investigation_some_mechanical_properties_of_self_cured_pmma_resin_reinforced_by_different_types_of_nano_particles)
19. Thomas TC, Aswini Kumar K, Mohamed S, Krishnan V, Mathew A, Manju V. The effect on the flexural strength, flexural modulus and compressive strength of fibre reinforced acrylic with that of plain unfilled acrylic resin – an in vitro study. *J Clin Diagnostic Res.* 2015;9(3):ZC12–4.
  20. Arevalo F, Córdova W. “Comparacion clinica en la fabricacion de provisionales en protesis fija entre: monomeros de acrilico vs bis-acrylic” [Internet]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2012. [cited 24 April 2019] Available from: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/756/browse?type=subject&order=ASC&rpp=20&value=PRÓTESIS+FIJA>
  21. Christiani JJ, Devechi JR. Resinas utilizadas en la confección de prótesis provisionales. Reporte de un caso. *Rev Fac Odontol.* 2013;1:37–43.
  22. Gross M, Castellani D, Alvarez C. Elaboración de provisionales-244104. MSP [Internet]. 2017;91:399–404. [cited 24 April 2019] Available from: [http://www.odontologia.unal.edu.co/docs/habilitacion/prot\\_provisionales\\_acrilicos.pdf](http://www.odontologia.unal.edu.co/docs/habilitacion/prot_provisionales_acrilicos.pdf)
  23. Baldion P, Vaca D, Alvarez C, Agaton D. Estudio Comparativo De Las Propiedades Mecanicas De Diferentes Tipos De Resina Compuesta. *Rev Colomb Investig en Odontol* [Internet]. 2011;1, num.3(3):1–8. Available from: <https://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/15>
  24. Ruan JD, Arana B, Helbert M, Holfman A, Navarro W. Comparación De La Porosidad Superficial De Dos Resinas Acrílicas Para La Elaboración De Provisionales. *Rev Colomb Investig en Odontol* [Internet]. 2009;1(1):23–8. [cited 24 April 2019] Available from: <https://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/21%0Ahttp://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/21/28>
  25. Solórzano F, Venegas R, Moren V, López Salvador. Determinación de monómero residual de metacrilato de metilo en 3 diferentes marcas comerciales para base de

- dentaduras por cromatografía de gases. *Rev Odontológica Mex* [Internet]. 2010;14(2):91–8. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/odon/uo-2010/uo102d.pdf>
26. Lopez A, Castilla M, Correa A. Evaluacion de la microdureza de cementos resinosos de uso odontologico. *Rev Científica Odontológica Univ Científica del Sur*. 2014;2:67–74.
  27. Schwantz J, Oliveira A, Meereis C, Leal F, Ogliari F, Moraes R. Characterization of Bis-Acryl Composite Resins for Provisional Restorations. *Braz Dent J*. 2017;28(3):354–61.
  28. Babic R, Perry M, Kugel G. Protemp™ 4. 3M ESPE [Internet]. 2008; [cited 24 April 2019] Available from: <https://multimedia.3m.com/mws/media/526384O/protemptm-plus-temporization-material.pdf>
  29. Barbosa G, Zavanelli A, Guilherme A, Zavanelli R. Efeito de diferentes técnicas de acabamento e polimento sobre a rugosidade superficial de resinas acrílicas utilizadas para restaurações provisórias TT - Effect of finishing and polishing techniques on the surface roughness of resin acrylic used on tempo. *Ciênc odontol Bras* [Internet]. 2009;12(1):15–22. [cited 24 April 2019] Available from: <http://ojs.fosjc.unesp.br/index.php/cob/article/view/248/188>
  30. Lema C, Ortiz C, Morera M. Rugosidad superficial de dos resinas acrílicas de termocurado para prótesis totales sometidas a saliva artificial. 2018;8(1):36–44.
  31. Sánchez A, Balseca G. Estudio comparativo entre superficies de muestras de acrílico autopolimizable sometidas a tres técnicas mecánicas de pulido. estudio in vitro [Internet]. UCE; 2017. [cited 24 April 2019] Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9695/1/T-UCE-0015-602.PDF>
  32. Castillo J, Herrera S, Rey P, Mejía C, Jaramillo A. Comparación de propiedades tensionales de resinas acrílicas de termocurado para la elaboración de bases protésicas. *Rev Estomat* [Internet]. 2011;19(1):20–5. [cited 24 April 2019] Available from: [http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/2408/1/Comparacion de propiedades tensionales de resinas acrilicas de termocurado para la elaboracion de](http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/2408/1/Comparacion%20de%20propiedades%20tensionales%20de%20resinas%20acrilicas%20de%20termocurado%20para%20la%20elaboracion%20de)

bases protesicas.pdf

33. Christiani J, Devecchi J, Avalos K, Altamirano H, Rocha T. Estabilidad de color de resinas para prótesis provisional. FOUNNE [Internet]. 2015;3:1–34. [cited 24 April 2019] Available from: <https://docplayer.es/11105866-Dr-juan-jose-christiani-od-jose-rafael-devecchi-dra-karina-avalos-llano-od-hugo-altamirano-dra-maria-teresa-rocha.html>
34. Blasi Á, Barrero C. Estudio in vitro para comprobar la estabilidad del color de materiales provisionales usados en prostodoncia. Univ Odontológica ISSN [Internet]. 2011;30:17–23. [cited 24 2019] Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/2312/231221606003.pdf>
35. Poonacha V, Poonacha S, Salagundi B, Rupesh PL, Raghavan R. In vitro comparison of flexural strength and elastic modulus of three provisional crown materials used in fixed prosthodontics. J Clin Exp Dent. 2013;5(5):212–7.
36. Cervera del Rio I. Estudio Del Pmma y La Resina Acetálica Para Puentes Implantosoportados Confeccionados Por Cad / Cam Como Alternativa a Los Materiales Tradicionales : Ensayo Clínico e “ in Vitro .” Rev Estomat. 2015;1–50.

## 12. ANEXOS

### Anexo Nro. 1: Bitácora del laboratorio de resistencia.



Centro de Fomento Productivo  
Metalmecánico Carrocero



Honorable Gobierno  
Provincial de Tungurahua

#### LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MATERIALES POLIMÉRICOS

INFORME DE RESULTADOS N°: 180457769820190201-ECP

##### DATOS GENERALES

**Datos informativos:** N° de proforma: RM\_2019\_012  
**Empresa / Cliente:** Srta. Yajaira Micaela Zúñiga Paguay.  
**RUC/C.I.:** 1804577698 **Ciudad:** Riobamba.  
**Dirección:** Av. Pedro Vicente Maldonado y López de Armendáriz  
**Teléfono:** 0983974863 **Correo:** yajita.zu94@gmail.com  
**Datos del ensayo:**  
**Lugar de Ejecución del Ensayo:** Laboratorio de Resistencia de Materiales,  
**Dirección:** Ambato/Catiglata, Toronto y Río de Janeiro,  
**Método de ensayo:**  
 ISO 604: Plásticos: Propiedades de Compresión de Plásticos Rígidos.  
**Tipo de ensayo:** Cuantitativo. **Tipo de probeta:** Cilíndrica.  
**Equipo utilizado:**  
 Máquina de ensayos universal Polímeros Metrotest **Modelo:** 50 KN, **Serial Number**  
 8210M002  
**Velocidad de ensayo:** 1,3 mm/min **Precarga:** 0,01 N  
**Fecha de Inicio de Ensayo:** 15/02/2019 **Fecha de Finalización de Ensayo:** 15/02/2019  
 Los resultados obtenidos en el presente informe corresponden a ensayos realizados en  
 probetas de materiales compuestos, Las probetas fueron recibidas en el Laboratorio de  
 Resistencia de Materiales del CFPMC del H.G.P. Tungurahua.

##### OBJETOS DE ENSAYO

###### Número de Probetas cuantificadas

N°	Identificación del grupo	Descripción del material	Probetas a Ensayar
1	180457769820190201-ECP 01	ALIKE	15
2	180457769820190201-ECP 02	PROTEMP 4. 3M	15
Total			30

**Observaciones:** Ninguna,

<b>Elaborado por:</b> Ing. Fernando Galarza Mg.	Ing. Fernando Tibán R.	<b>Aprobado por:</b> Ing. Esteban López E. MEng.
Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC

**Fecha de entrega de Informe:** 21 de febrero de 2019  
**N° Factura:** 001-002-000006447



Código: RG-RM-004  
 Fecha de Elaboración: 11-05-2016  
 Fecha de última aprobación: 21-06-2017  
 Revisión: 7

INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN  
 MATERIALES COMPUESTOS

Página 1 de 3

## Anexo Nro. 2: Lista de cotejo del laboratorio



### Resultados:

Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones mm		Fuerza máxima (N)	Fuerza de fluencia (N)	Esfuerzo máximo de compresión (MPa)	Esfuerzo de fluencia (MPa)
				Diámetro	Longitud				
1	180457769820190201-ECP 01-1	21,9	60,7	12,55	25,38	40002,14	5746,37	323,37	46,45
2	180457769820190201-ECP 01-2	21,9	60,7	12,68	25,56	40000,57	6407,47	316,76	50,74
3	180457769820190201-ECP 01-3	21,9	60,7	12,65	25,45	23458,83	7330,49	186,65	58,33
4	180457769820190201-ECP 01-4	21,9	60,7	12,44	26,03	40006,88	6675,7	329,16	54,92
5	180457769820190201-ECP 01-5	21,9	60,7	12,39	25,51	40008,46	5228,85	331,83	43,37
6	180457769820190201-ECP 01-6	21,9	60,7	12,73	25,49	40000,57	4574,06	314,28	35,94
7	180457769820190201-ECP 01-7	21,9	60,7	12,72	25,4	40003,72	6409,05	314,80	50,43
8	180457769820190201-ECP 01-8	21,9	60,7	12,34	25,38	40003,72	3428,57	334,49	28,67
9	180457769820190201-ECP 01-9	21,9	60,7	12,99	25,35	40006,88	5527,06	301,87	41,70
10	180457769820190201-ECP 01-10	21,9	60,7	12,35	25,32	40002,14	5503,39	333,93	45,94
11	180457769820190201-ECP 01-11	21,9	60,7	12,59	25,36	40005,30	5066,34	321,35	40,70
12	180457769820190201-ECP 01-12	21,9	60,7	12,98	25,08	40000,57	5631,19	302,29	42,56
13	180457769820190201-ECP 01-13	21,9	60,7	12,28	25,37	40005,30	3193,48	337,78	26,96
14	180457769820190201-ECP 01-14	21,9	60,7	12,7	26,08	40003,72	5845,77	315,79	46,15
15	180457769820190201-ECP 01-15	21,9	60,7	12,46	25,5	40000,57	5156,27	328,05	42,29
Promedio $\bar{X}$						38900,62	5448,27	312,83	43,68
Desviación estándar $S_{n-1}$						4271,84	1114,48	36,61	8,60
Coeficiente de variación $CV$						10,98	20,46	11,70	19,70



Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones mm		Fuerza máxima (N)	Fuerza de fluencia (N)	Esfuerzo máximo de compresión (MPa)	Esfuerzo de fluencia (MPa)
				Diámetro	Longitud				
16	180457769820190201-ECP 02-1	26,2	52,1	12,49	25,86	27802,54	4840,71	226,92	39,51
17	180457769820190201-ECP 02-2	26,2	52,1	12,54	25,41	33881,83	5545,99	274,33	44,90
18	180457769820190201-ECP 02-3	26,2	52,1	12,53	25,38	28689,27	4004,47	232,66	32,48
19	180457769820190201-ECP 02-4	26,2	52,1	12,69	25,31	25536,81	5219,38	201,91	41,27
20	180457769820190201-ECP 02-5	26,2	52,1	12,37	25,48	17067,14	2426,67	142,01	20,19
21	180457769820190201-ECP 02-6	26,2	52,1	12,38	25,41	17202,83	1970,68	142,91	16,37
22	180457769820190201-ECP 02-7	26,2	52,1	12,79	25,33	27682,63	4891,2	215,46	38,07
23	180457769820190201-ECP 02-8	26,2	52,1	12,47	25,48	20574,60	2122,15	168,46	17,38
24	180457769820190201-ECP 02-9	26,2	52,1	12,68	25,32	25738,77	4545,66	203,83	36,00
25	180457769820190201-ECP 02-10	26,2	52,1	12,7	25,41	19574,28	3862,47	154,52	30,49
26	180457769820190201-ECP 02-11	26,2	52,1	12,54	25,1	23285,28	2888,96	188,54	23,39
27	180457769820190201-ECP 02-12	26,2	52,1	12,75	25,3	24364,50	2986,79	190,83	23,39
28	180457769820190201-ECP 02-13	26,2	52,1	12,47	25,23	21855,78	3796,2	178,95	31,08
29	180457769820190201-ECP 02-14	26,2	52,1	12,7	25,22	22483,75	2638,09	177,49	20,83
30	180457769820190201-ECP 02-15	26,2	52,1	12,41	25,36	33402,18	4013,94	276,15	33,18
Promedio $\bar{X}$						24609,48	3716,89	198,33	29,90
Desviación estándar $S_{n-1}$						5133,93	1157,89	41,56	9,15
Coeficiente de variación $CV$						20,86	31,15	20,95	30,58