

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE
MATERIALES PARA PROVISIONALES: ACRÍLICO AUTOPOLIMERIZABLE, BIS
ACRÍLICO Y POLIMETILMETACRILATO (PMMA) FRESADO.**

Tesis presentada por:

MELANY MISHHELL ACEITUNO MIJANGOS

Ante el Tribunal Examinador de la Facultad de Odontología de la Universidad de
San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público previo a optar al

Título de:

CIRUJANA DENTISTA

Guatemala, agosto 2025

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE
MATERIALES PARA PROVISIONALES: ACRÍLICO AUTOPOLIMERIZABLE, BIS
ACRÍLICO Y POLIMETILMETACRILATO (PMMA) FRESADO.**

Tesis presentada por:

MELANY MISHHELL ACEITUNO MIJANGOS

Ante el Tribunal Examinador de la Facultad de Odontología de la Universidad de
San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público previo a optar
al Título de:

CIRUJANA DENTISTA

Guatemala, agosto 2025

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Secretaría Académica

**ORDEN DE IMPRESIÓN
TEXTO FINAL DE TESIS GRADUACIÓN**

El infrascrito Secretario Académico de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de la revisión del Texto Final de Tesis de graduación, presentado por la estudiante:

MELANY MISHELL ACEITUNO MIJANGOS

SE AUTORIZA levantar el texto final de su Tesis de graduación, para la impresión de la misma.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Edwin Milián Rojas".

Dr. Edwin Ernesto Milián Rojas
SECRETARIO ACADÉMICO



Guatemala, 11 agosto de 2025

**TRIBUNAL PARA EXAMEN PÚBLICO
JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Decano en Funciones:	Dr. Víctor Ernesto Villagrán Colón
Vocal Segundo:	Dra. Alma Lucrecia Chinchilla Almaraz
Vocal Tercero:	Dr. Edgar Adolfo Guzmán Lemus
Vocal Quinto:	Br. Oscar Alberto Orellana Aguilar
Secretario Académico:	Dr. Edwin Ernesto Milián Rojas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PÚBLICO

Decano en Funciones:	Dr. Víctor Ernesto Villagrán Colón
Vocal Primero:	Dra. Alma Lucrecia Chinchilla Almaraz
Vocal Segundo:	Dr. Byron Estuardo Valenzuela Guzmán
Vocal Tercero:	Dr. Víctor Hugo Lima Sagastume
Secretario Académico:	Dr. Edwin Ernesto Milián Rojas

ACTO QUE DEDICO

- A Dios** Fuente inagotable de amor, sabiduría y fortaleza. Porque en los momentos de incertidumbre me sostuvo y en los de cansancio me alentó; siendo mi guía, mi refugio y mi respaldo siempre.
- A la Virgen María** Madre tierna y compañera fiel de mi camino. En tu dulzura encontré consuelo, en tu silencio fuerza, y en tu mirada el coraje para seguir adelante. Gracias por cobijarme bajo tu manto en los días en que la fe parecía tambalear y por interceder ante tu Hijo por mis sueños.
- A mis padres** Mynor Aceituno y Claudia Mijangos, pilares eternos de mi vida y fuerza inquebrantable de mi ser. Gracias por ser luz en mis días oscuros, por sembrar en mí el valor, la perseverancia y el amor sin condiciones. En cada sacrificio suyo encontré el impulso para seguir adelante. A ustedes les debo no solo quién soy, sino quién aspiro a ser cada día. Con todo mi corazón, les dedico este triunfo como símbolo de mi amor, gratitud y admiración infinitas.
- A mi hermana** Karla María, tu fe en mí, incluso en los momentos en que yo dudaba, fue un ancla que me sostuvo firme. Gracias por celebrar cada pequeño logro como si fuera tuyo, por apoyarme y amarme de manera incondicional, espero ser fuente de inspiración para ti.
- A mis tíos** Dr. Gonzalo Alberto Mijangos Coronado y Licda. Gladys María Mijangos Coronado, que con amor y entrega me cuidaron como si fueran mis padres. Gracias por ser mi ejemplo, sostén y parte fundamental de mi camino. Su apoyo ha sido un regalo que guardo en el alma y este logro también les pertenece, mi amor y gratitud eterna para ustedes.
- A mis primos** María Del Pilar, Gonzalo Alberto y Diego Andrés, a ustedes, porque han caminado a mi lado con amor leal y con orgullo sincero. En este camino lleno de desafíos su presencia fue una fortaleza para seguir adelante.

A mis abuelitos

Papito Chalo y Mamita Cony (Q.E.P.D), vivirán eternamente en mi corazón. Fueron mis pilares desde la infancia, mis primeros maestros de vida, y quienes con ternura, esfuerzo y valores me formaron en cada paso que di. Aunque físicamente ya no estén, sé que desde el cielo me acompañan con orgullo, como lo hicieron desde el primer día.

A mi familia en general

En especial a mi abuelita Mary Violeta, por su apoyo y cariño incondicional.
A todos gracias por creer en mí, por estar presentes y por hacer este éxito aún más significativo.

A mis amigos y a usted

Por su confianza en mí, gracias.

TESIS QUE DEDICO

A Dios	A Ti, Padre Celestial, dedico cada página de este trabajo como ofrenda de gratitud por todo lo que me has permitido vivir, aprender y superar.
A mi patria	Tierra que me vio nacer, soñar y crecer; con la esperanza de contribuir a un futuro más justo, humano y digno para todos los que te llaman hogar.
A la Universidad de San Carlos de Guatemala	Grande entre las del mundo, Gloriosa y Tricentenaria. Mi Alma Mater gracias por abrirme las puertas del conocimiento, por forjar mi espíritu crítico y por formarme con excelencia, compromiso y vocación de servicio.
A la Facultad de Odontología	Por ser cuna de mi formación profesional y humana. Gracias por cada enseñanza, cada desafío y cada experiencia.
Al Colegio Belga	Portaré con amor el emblema que en la vida me hará recordar, la firmeza y lealtad de su lema, que Dios nunca me habrá de fallar.
A mis catedráticos	Por compartir su conocimiento con pasión, por su exigencia formativa y por ser guías en este camino profesional. Gracias por sembrar en mí el compromiso, la ética y el amor por esta noble profesión.
En especial a	Cada uno de mis pacientes y la comunidad donde lleve a cabo mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), San Juan La Laguna, Sololá. Dejando huella en mi formación y en mi vocación de servir con respeto y empatía.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis intitulado:

Análisis comparativo de la resistencia a la fractura de materiales para provisionales: acrílico autopolimerizable, bis acrílico y polimetilmetacrilato (PMMA) fresado.

Conforme lo demandan los estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de:

CIRUJANA DENTISTA

ÍNDICE

SUMARIO	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
JUSTIFICACIÓN	5
MARCO TEÓRICO	6
Requerimientos que debe cumplir un provisional	6
Requerimientos Biológicos:	7
Requerimientos Mecánicos:	8
Requerimientos Estéticos:	9
Funciones de los provisionales	9
Propiedades mecánicas de los provisionales	9
Resistencia a la fractura o flexión:	10
Materiales para provisionales	12
• Acrílico autopolimerizable:	12
• Bis acrílico:	13
• Polimetilmetacrilato (PMMA) Fresado:	14
Técnicas para la elaboración de una restauración provisional	15
• Técnica indirecta:	15
• Técnica directa:	16
Fuerza de masticación	17
OBJETIVOS	18
GENERAL	18
ESPECÍFICOS	18
HIPÓTESIS	18
NULA	18
ALTERNATIVA	18

VARIABLES	18
INDEPENDIENTES.....	18
DEPENDIENTES	18
METODOLOGÍA	19
TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTO	19
RECURSOS.....	23
MATERIALES.....	23
RESULTADOS.....	24
Análisis Estadístico de la Resistencia a la Fractura	34
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXOS.....	43

SUMARIO

Las propiedades mecánicas de las restauraciones provisionales son factores importantes especialmente al seleccionar materiales para la aplicación clínica a largo plazo. Este estudio evaluó la resistencia a la fractura de tres materiales utilizados en restauraciones provisionales: acrílico autopolimerizable (Nic Tone), bis acrílico (Protemp) y polimetilmetacrilato (PMMA) fresado (Bloomden Bioceramic). El problema identificado radica en la necesidad de seleccionar materiales provisionales que soporten adecuadamente las cargas masticatorias, especialmente en preparaciones mínimamente invasivas, garantizando su integridad durante el tiempo de uso, con el objetivo de comparar la resistencia a la fractura de estos materiales con espesores estandarizados de 1 mm en contorno coronario y 1.5 mm en cúspides funcionales.

La metodología consistió en elaborar 30 coronas (10 por material) siguiendo protocolos de manufactura específicos, cementarlas en un premolar preparado y someterlas a cargas compresivas en una máquina universal de ensayos, registrando la carga de fractura en kilogramos. Se aplicó un análisis estadístico ANOVA y prueba post hoc de Tukey, para determinar si existe o no diferencia significativa entre los materiales a comprar.

En los resultados, el PMMA fresado mostró la mayor resistencia promedio (54.5 kg; máx. 80 kg), superando significativamente al acrílico autopolimerizable (19.5 kg; máx. 30 kg) y al bis acrílico (21.0 kg; máx. 40 kg), entre los cuales no hubo diferencia estadística significativa. El análisis estadístico confirmó que el PMMA fresado tiene un desempeño mecánico superior ($p < 0.001$).

Se determinó que el PMMA fresado es el material más indicado para provisionales sometidos a alta carga oclusal, mientras que acrílico autopolimerizable y bis acrílico pueden utilizarse en casos de bajo estrés oclusal, priorizando factores como costo y facilidad de manejo.

INTRODUCCIÓN

Existen diferentes tipos de materiales para realizar restauraciones provisionales en la cavidad oral en lo que las restauraciones definitivas son colocadas. Estos materiales han ido evolucionando con el paso del tiempo, por lo que es importante conocer las propiedades de cada uno de ellos para poder seleccionar el mejor material dependiendo el tipo de la restauración.

La función de un provisional es proveer temporalmente protección, estabilización y función a piezas dentarias preparadas, en el tiempo de transición en lo que se termina la restauración final. Un concepto muy importante para evaluar al momento de seleccionar un material para los provisionales, son las propiedades mecánicas que estos pueden tener, tal como la resistencia a la fractura, ya que en muchos casos por el tiempo que permanecen en boca y varios factores, como la fuerza masticatoria, provocan la fractura de estos, y lo que se busca es que no se desalojen o fracturen durante el tiempo que deben permanecer en la cavidad oral.

En este estudio se determinó y comparó la resistencia a la fractura de tres tipos de materiales utilizados para realizar provisionales y evaluar si existe diferencia significativa en el uso de cada uno con preparaciones mínimamente invasivas, concepto que hoy en día es muy importante para la odontología.

ANTECEDENTES

La destrucción de la estructura dental por caries extensa, desgastes patológicos o traumas severos ha puesto en necesidad el uso de restauraciones de contorno completo. Una adecuada selección del material para restaurar provisionalmente es fundamental para el éxito de las restauraciones definitivas, estos deben ser capaces de resistir fuerzas de masticación a lo largo de su estadía en el medio oral.

Existen estudios en los cuales se evalúa la resistencia a la fractura de distintos materiales para la elaboración de provisionales, comparando técnicas de confección; demostrando en algunos estudios que si existe diferencia significativa en la resistencia a la fractura. Muñoz Zapata en su estudio de “Análisis comparativo de la resistencia a la fractura del PMMA usado para restauraciones provisionales”, en donde se compararon diferentes marcas de PMMA, con técnicas de auto y termo curado, demuestra que no hay diferencia significativa en la resistencia a la fractura entre PMMA de autocurado y termo curado.

En otro estudio realizado por Christiani, J.; se compararon el bis acrílico y PMMA, demostrando que, si existe diferencia significativa en cuanto a la resistencia de la fractura de estos materiales, se observó que la resina bis acrílica obtuvo una mayor resistencia a la fractura con 83 MPa, siendo menor en la resina polimetilmetacrilato (PMMA) con 69 MPa, las marcas utilizadas en este estudio fueron Protemp para la resina bis acrílica y Duralay para la resina de PMMA.¹

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Las restauraciones provisionales son utilizadas para la protección del diente que ha sido preparado parcial o completamente. El diccionario de términos prostodónticos define a una restauración provisional como *“una restauración transicional que provee protección, estabilización y función mientras se realiza la fabricación de una restauración definitiva; puede ser usada para determinar la eficacia estética, funcional y terapéutica del plan de tratamiento”* ². Los provisionales que están sometidos a fuerzas de masticación deben de tener características importantes, tales como la resistencia al desgaste, a la flexión y a la fractura, además de cumplir requerimientos biológicos, mecánicos y estéticos.³.
- El conocimiento de las propiedades y comportamiento de estos materiales es de suma importancia en la determinación de cuánto tiempo permanecerá la restauración en la cavidad oral y si soportará las fuerzas masticatorias, ya que es uno de los factores que deben considerarse a la hora de la selección de un material de provisionalización.
- Los materiales que se utilizarán para este estudio serán, acrílico autopolimerizable, bis acrílico y polimetilmetacrilato (PMMA) fresado.

JUSTIFICACIÓN

- El espesor de los materiales provisionales es de suma importancia ya que con la función oclusal las cargas recaen sobre estos, y conocer las características mecánicas de las restauraciones provisionales es fundamental para la selección correcta del material y por ende su espesor es importante para que provea buena resistencia y durabilidad el tiempo que permanezca en boca.
- El presente estudio pretende demostrar si existe diferencia significativa en la resistencia a la fractura de materiales temporales acrílico autopolimerizable (Nic Tone, MDC), bis acrílico (Protemp, 3M), y PMMA fresado (Bloomdem Bioceramic, Co, Ltd), en coronas provisionales completas con espesores de 1 mm en todo el contorno y de 1.5 mm en las cúspides funcionales, para con ello tener una mejor selección del material a restaurar temporalmente.

MARCO TEÓRICO

En las restauraciones provisionales, las propiedades como la resistencia a la fractura desempeñan un papel muy importante para mantener los dientes pilares y preparaciones dentales intactas y en su posición durante el periodo intermedio hasta colocar las restauraciones definitivas. El diccionario de términos prostodónticos define a una restauración provisional como *“una restauración transicional que provee protección, estabilización y función mientras se realiza la fabricación de una restauración definitiva; puede ser usada para determinar la eficacia estética, funcional y terapéutica del plan de tratamiento”*.⁴

Requerimientos que debe cumplir un provisional

Es importante que mientras se confecciona una restauración definitiva, el o los dientes preparados estén protegidos y que el paciente se encuentre cómodo, buscando siempre función y estética. Si se resuelve con éxito esta fase del plan de tratamiento, se ejercerá una influencia favorable en el resultado final. Una buena restauración provisional debe satisfacer las siguientes condiciones:

Requerimientos Biológicos:

- **Protección pulpar:** deben estar fabricados con un material que evite la conducción de temperaturas extremas y con suficiente estabilidad dimensional, ya que, los dientes recién preparados pueden presentar túbulos dentinarios expuestos, lo que puede provocar una alteración en la fisiología pulpar; además los márgenes deben estar bien adaptados para sellar y aislar el diente preparado a modo que no existan filtraciones de saliva o líquidos extraorales que puedan causar hipersensibilidad e irritación pulpar.
- **Mantenimiento de la salud periodontal:** la restauración provisional debe tener buena adaptación marginal, contornos correctos y superficies lisas para facilitar la remoción de placa dentobacteriana.
 - **Fácil limpieza:** el provisional debe estar hecho de un material y una forma que facilite la higiene durante el tiempo que permanecerá en la cavidad oral y así mantener la salud periodontal y de los tejidos gingivales, evitando la acumulación de placa dentobacteriana.
 - **Márgenes no lesivos:** es muy importante que los márgenes de las restauraciones temporales no lesionen los tejidos gingivales y provoque inflamación previa a la cementación de la restauración definitiva.
- **Estabilidad posicional y función oclusal:** restablecer de manera correcta los contornos dentales permite el mantenimiento de la posición vertical y horizontal de las piezas adyacentes y la estabilidad de la posición tridimensional del diente restaurado, el diente no se debe extruir ni migrar a ninguna dirección, ya que, cualquier movimiento implicará ajustes o rectificaciones de la restauración final antes de su cementado. La restauración provisional debe establecer y mantener contactos oclusales adecuados entre los dientes antagonistas, el defecto de estos conlleva a la extrusión o movimiento dental en sentidos horizontales, verticales o buco linguales.⁵
- **Prevención de la fractura del esmalte:** el provisional debe proteger la estructura remanente y la preparación dentaria, así evitar ser dañada durante la masticación.⁶

Requerimientos Mecánicos:

- **Retención, solidez, resistencia y protección contra la fractura:** los provisionales deben resistir las fuerzas que actúan sobre ellas sin fracturarse ni desprenderse del diente pilar, aunque ambas propiedades dependen en gran medida del diseño de la restauración y la preparación dental, el provisional debe ser fabricado en un material que permita la estabilidad y se oponga al desplazamiento provocado por las fuerzas intraorales, además debe ser lo suficientemente rígido para oponerse contra la fractura al manipularlo durante todo el tiempo del tratamiento. ⁷
- **Función:** en cuanto a la función masticatoria los provisionales reciben cargas oclusales, las cuales podrían afectar el material y fracturarlo, ya que por ser materiales provisionales la dureza de estos es mucho menor a la de los materiales definitivos.
- **Fractura:** la fractura del material ocurre principalmente en restauraciones que reciben mucha carga oclusal. Esto dependerá mucho del grosor del material y el acabado, por las mismas fracturas se tiende a incrementar el grosor del material en donde recibe las cargas oclusales, sin embargo, no se debe caer en el exceso ya que puede quedar puntos altos oclusales o sobre contorno que puede afectar la salud periodontal. ⁸
- **Desplazamiento:** debe ser prevenido con una buena preparación dentaria y con una excelente adaptación interna del provisional, el espacio excesivo entre el provisional y la preparación crea una demanda muy alta en la resistencia del material cementante; y el material se selecciona a propósito con baja resistencia, porque es para uso temporal.
- **Remoción:** la restauración provisional frecuentemente debe ser removida y esta no debe dañarse al momento de quitarla y ponerla, en la mayoría de los casos el cemento debe ser suficientemente débil y el provisional bien fabricado para no fracturarse durante la remoción. ⁶

Requerimientos Estéticos:

- **Estética, estabilidad de color y forma:** el restablecimiento de forma, textura, color y translucidez, permiten un buen manejo psicológico y la comodidad del paciente, principalmente en restauraciones anteriores y premolares. La apariencia del provisional es frecuentemente usada como guía para alcanzar una óptima estética en la restauración definitiva. ⁶

Funciones de los provisionales

- Creación o conservación de un ambiente adecuado para los tejidos blandos y duros.
- Estabilización de piezas dentales con pronósticos dudosos.
- Reducción de la movilidad dentaria.
- Protección del tejido pulpar luego de la preparación dentaria.
- Determinación del aspecto estético conveniente.
- Determinar cualidades fonéticas.
- Proveer de una función oclusal aceptable.
- Manejo de caries.
- Guiar el trabajo definitivo.

Propiedades mecánicas de los provisionales

Las restauraciones provisionales están sujetas a fuerzas masticatorias y requieren propiedades mecánicas específicas que les permitan sobrevivir a las fuerzas funcionales repetidas del entorno oral, por lo que, para predecir el comportamiento de un material, es importante comprender sus propiedades mecánicas.⁹ En entornos clínicos como cambios en la dimensión vertical en rehabilitación oral completa, prótesis fijas de largo

alcance, terapias de disfunción de la articulación temporomandibular o pacientes que presentan hábitos para funcionales, las propiedades mecánicas de las restauraciones intermedias juegan un papel importante para permitir al dentista evaluar críticamente los productos comerciales y elegir el material ideal para una situación clínica específica. Las propiedades mecánicas de los provisionales a considerar son: Módulo de flexión, resistencia a la fractura o a la flexión, resistencia al desgaste, expansión térmica, y resistencia química y a la corrosión. ¹⁰

Resistencia a la fractura o flexión:

La resistencia a la flexión (resistencia transversal o módulo de ruptura) se define como fuerza por unidad de área en el momento de la fractura en una muestra de ensayo sometida a fuerza estática. La resistencia a la flexión informa sobre la resistencia de un material contra la deformación, es decir, la resistencia a la flexión indica cuanta fuerza se requiere para fracturar una muestra de ensayo de un diámetro definido, tan pronto como se supera este valor la muestra de ensayo de fractura; cuanto más alto sea el valor más fuerza de impacto podrá soportar el material. La resistencia a la flexión se obtiene cuando una carga es realizada sobre una muestra que se encuentra apoyada en cada extremo y es sometida hasta la fractura. Esta propiedad está asociada con la carga masticatoria que puede presentar el paciente. ¹¹

Ventajas de una alta resistencia a la fractura:

Los materiales con alta resistencia a la fractura pueden presentar dos ventajas con aplicaciones clínicas importantes, estas son:

- **Restauraciones extensas o de larga duración:** la resistencia a la fractura es esencial para aquellas restauraciones que soportan estrés, cuando se ejerce una alta presión sobre el material o la restauración. Cuanta más resistencia ofrezca un material más unidades podrá incluir una restauración; o cuanto más extensa sea la restauración, más resistente debe ser el material.

- **Tratamientos mínimamente invasivos con espesores de pared delgados:** un material que ofrece una alta resistencia a la fractura permite producir restauraciones muy finas, por lo tanto, es el de mejor elección para restauraciones mínimamente invasivas, que es lo que hoy en día se busca en la odontología conservadora. Un material de alta resistencia permite un bajo espesor de la pared.

Resistencia a la fractura en resinas acrílicas

La resistencia a la fractura de restauraciones provisionales en las resinas acrílicas o monometacrilatos disminuye gradualmente con el tiempo, esto debido a que en sus etapas iniciales el efecto del agua en el monómero es baja o inexistente, permitiendo al material un cierto grado de deformación plástica, antes de romperse, esto es conocido como un comportamiento dúctil.¹² Con el paso del tiempo esto se incrementa, esta absorción de agua conduce a la hidrólisis de los monómeros, disminuyendo así constantemente sus propiedades mecánicas. Por lo cual, la resistencia a la fractura de las resinas acrílicas se considera baja principalmente con un mayor tiempo de uso.¹³

Resistencia a la fractura en resinas bis acrílicas

La resistencia a la fractura de materiales provisionales a base de resinas bis acrílicas tiene una estructura central rígida que les permite absorber hasta el 0.8% de agua, debido al aumento de conversiones por dobles enlaces reactivos por radicales.¹⁴ Agregando que el sistema de auto mezcla permite controlar de una mejor manera la proporción de los componentes. Estos materiales pueden soportar altas fuerzas en comparación a las resinas acrílicas, pero una vez que la tensión es mayor que el límite proporcional, llega a fracturarse inmediatamente.¹⁵

Materiales para provisionales

Los materiales de restauración provisional se pueden dividir en dos grupos según su composición química: los basados en monometacrilatos o resinas acrílicas, entre las que se encuentran el polimetilmetacrilato (PMMA) y acrílico convencional y los basados en dimetacrilatos o resinas bis-acrílicas. La tecnología de los materiales de restauración provisional ha evolucionado en los últimos años, dando lugar a mejoras en la composición química básica que han permitido obtener productos comerciales que pueden utilizarse con técnicas directas, con buen rendimiento clínico y mecánico. ¹⁶

- **Acrílico autopolimerizable:**

Es un material plástico que se utiliza para la elaboración de distintos tipos de tratamientos en odontología, como prótesis dentales, provisionales o para aparatos ortodónticos, se compone de monómero (líquido) y polímero (polvo). Es un material de polímeros a base de polimetilmetacrilato. El monómero es un material que no requiere tratamiento térmico para polimerizarse, actúa químicamente junto con el polímero para su reacción. ¹⁰

- **Composición:** está compuesto por polímeros de acrílico (polimetilmetacrilato), un iniciador o activador (peróxido de benzoilo), pigmentos, tintes, fibras orgánicas teñidas, monómero (metil metacrilato), inhibidor (hidroquinona), acelerador y un agente para el enlace de las cadenas.

- **Ventajas:**

- Excelente estética cuando se sabe manipular bien y dar acabados.
- Manipulación relativamente fácil
- Económico
- Baja conductividad térmica

- **Desventajas:**

- Susceptible a distorsión y propenso a la porosidad
- Radio lucente
- Baja resistencia mecánica

- **Interacción polímero – monómero**

Luego de realizar la mezcla el acrílico pasa por 5 fases:

- **Fase arenosa:** es el inicio de la polimerización, se llama así porque su consistencia es similar a la de la arena.
- **Fase filamentosa:** es la propagación de la polimerización, la mezcla se vuelve pegajosa y se forman hilos.
- **Fase plástica:** esta es la etapa en la que se debe moldear y manipular el material para su uso, llega a este punto en menos de 10 minutos y se vuelve pastosa.
- **Fase hulosa o elástica:** comienza el proceso de endurecimiento y ya no se puede manipular el material, aquí ocurre la reacción exotérmica (cambio de líquido a sólido).
- **Fase rígida:** el material está completamente sólido, se evaporan los monómeros libres, en este punto la mezcla ya polimerizó completamente y puede recibir deformaciones mecánicas como la fractura.¹⁰

- **Bis acrílico:**

Es el material más popular hoy en día para la elaboración de provisionales, tienen una baja reacción exotérmica y mejor ajuste a comparación con los metacrilatos, y son menos agresivos para el tejido pulpar. Además, presentan baja contracción proporcionando un buen ajuste marginal con buena resistencia a la flexión y a la abrasión, sin embargo, son más frágiles que los metacrilatos.¹⁶

- **Ventajas:**

- Bajo calor exotérmico durante el ajuste.
- Dispensador automático con auto mezcla, lo que ayuda con una fácil manipulación.
- Contracción mínima.
- Estética mejorada.

- **Desventajas:**

- Costo elevado en comparación con otros materiales.
- Baja resistencia a la fractura.

- **Polimetilmetacrilato (PMMA) Fresado:**

Es un proceso de fabricación de prótesis dentales mediante tecnología CAD/CAM. Es un material dental conocido por su alto valor estético, se puede utilizar para elaboración de prótesis totales, coronas, puentes o carillas, ya que, por la tecnología con la que es fabricado queda mucho más exacto y mejor adaptado; además es biocompatible y tiene alta resistencia a la fractura.¹⁷ A pesar de tener buenas propiedades mecánicas, este material se limita a usarse temporalmente, ya que no soporta fuerzas de masticación complejas como un material definitivo.¹⁸

- **Ventajas:**

- Fabricación del provisional rápido por fluido digital.
- Altamente estético.
- Buena adaptación y resistencia.

- **Desventajas:**

- Alto costo y envío a laboratorio para elaboración del provisional si no se cuenta con el equipo de flujograma digital en el consultorio dental.¹⁸

Técnicas para la elaboración de una restauración provisional

- **Técnica indirecta:**

Es el procedimiento de elección cuando se debe esperar algún tiempo para la recuperación de algún tratamiento realizado o se requieren restauraciones provisionales a largo plazo.

- **Procedimiento:**

- Se realiza el encerado diagnóstico.
- Luego de tener listo el encerado diagnóstico se le toma una impresión para poder vaciarla y duplicar el modelo.
- Se realiza una llave de silicona en uno de los modelos duplicados y en el otro se realiza la simulación de las preparaciones dentarias.
- Después se llena la llave de silicona con el material de provisionalización a utilizar (comúnmente resina acrílica) y se coloca en el modelo preparado previamente y con vaselina, para esperar la polimerización y que esté listo el provisional.
- Se retira el provisional de la llave, se recorta y se pule, quedando listo para ser rebasado y ajustado en boca.
- Por último, se cementa el provisional con un cemento temporal.

- **Ventajas:**

- Se reduce la posibilidad de ocasionar daño pulpar debido a la reacción exotérmica de los provisionales, la cual sucede fuera de boca.
- El modelo de yeso limita la contracción de polimerización.
- Reduce el tiempo de trabajo en el consultorio dental.

- **Desventajas:**

- Requiere un mayor tiempo de trabajo de laboratorio.
- Puede presentar imperfecciones en modelos de trabajo o llaves de registro para su elaboración, al no tener la habilidad necesaria.

- **Técnica directa:**

Es una técnica más rápida, se requiere de una llave de silicona para poder colocar el provisional, ya sea tomada previa y directamente del diente del paciente para hacer preparaciones de una vez y dejar el provisional o del encerado diagnóstico. La llave tomada directamente en la boca del paciente debe cubrir al menos 3 mm más allá del margen gingival y al menos la mitad de los dientes adyacentes a la preparación. Después de la preparación de las piezas dentales la llave se llena con el material seleccionado y se coloca directamente en el diente preparado, se quitan excesos, se espera el proceso de polimerización y por último se recorta y pule.¹⁹

- **Ventajas:**

- El tiempo de trabajo es mucho menor.
- Para el paciente es mejor irse con algo igual a lo que ya tenía, si no hay cambios o modificaciones en el remanente dental, a excepción cuando hay que encerar la o las piezas dañadas o faltantes.
- Relativamente rápido y sencillo.

- **Desventajas**

- Puede ocasionar lesiones pulpares por la reacción exotérmica del material elegido.
- Puede existir la posibilidad de que el provisional no pueda ser desalojado por contracción del material, o se dificulte.²⁰

Fuerza de masticación

La fuerza masticatoria máxima funcional se ha definido como la fuerza máxima que se genera entre los dientes maxilares y mandibulares, está asociada directamente con la salud del sistema masticatorio. Existen diferentes factores que pueden influir en la fuerza masticatoria máxima funcional, tales como las condiciones de la dentición, fuerza de los músculos de masticación, condiciones de la articulación temporomandibular y el umbral del dolor de las personas. También está asociada a la edad y la alimentación de cada individuo, se estima que conforme va avanzando la edad va decreciendo gradualmente la fuerza masticatoria, así como la dieta mientras sea más blanda habrá menos fuerza a comparación de individuos con dietas más completas y de mayor dureza. Algunos autores plantean que la disminución de la fuerza masticatoria está relacionada principalmente con la presencia o ausencia de piezas dentarias, que a los factores degenerativos ocasionados por el paso del tiempo. A pesar de que existe la posibilidad de rehabilitación protésica, esta nunca será igual o superior a las fuerzas masticatoria naturales.

Los valores de la fuerza masticatoria varían de un individuo a otro, en un estudio realizado por Curiqueo, A, et. Al. Demuestran que el valor promedio de fuerza de masticación en adultos jóvenes comprendidos entre 18 a 25 años, con su dentadura intacta, tiene un valor de 698 N en hombres y 466 N en mujeres, asemejándose en gran medida a varios estudios realizados por otros autores.²¹

OBJETIVOS

GENERAL

- Comparar la resistencia a la fractura de los materiales restauradores provisionales acrílico autopolimerizable, bis acrílico y PMMA fresado.

ESPECÍFICOS

- Evaluar la resistencia a la fractura del acrílico autopolimerizable, bis acrílico y PMMA fresado con medidas de espesor de 1 mm en el contorno de la corona y 1.5 mm en cúspides funcionales.
- Determinar si hay diferencia significativa entre la resistencia a la fractura entre estos materiales.

HIPÓTESIS

NULA

- No existe diferencia significativa en la resistencia a la fractura en los materiales a comparar.

ALTERNATIVA

- Si existe diferencia significativa en la resistencia a la fractura de los materiales a comparar.

VARIABLES

INDEPENDIENTES

- Resistencia a la fractura

DEPENDIENTES

- Acrílico autopolimerizable Nic Tone, MDC
- Bis acrílico Protemp, 3M
- PMMA fresado Bloomden Bioceramic Co, Ltd.

METODOLOGÍA

TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTO

- Se obtuvieron 3 grupos de estudio de 10 muestras cada uno para los 3 distintos materiales a investigar (acrílico autopolimerizable, Nic Tone, bis acrílico Protemp y PMMA fresado, Bloomdem Bioceramic) para provisionales que se utilizan en prótesis parcial fija.
- Se colocó un primer premolar superior natural en un tacelel de acrílico, dejando expuesta la corona anatómica.
- Se tomaron 4 llaves de silicona, 2 como guías de reducción, (una mesial y distal y la otra bucal y palatal), y las otras 2 para realizar los provisionales, una por cada material (bis acrílico y acrílico autopolimerizable).
- Se calibró la fresa para realizar las preparaciones, con el calibrador de Iwanson, la fresa utilizada fue de diamante troncocónica a 1.2 mm en su parte activa, de punta redonda, grano medio, marca jota.
- Se preparó el primer premolar superior para corona total, con fresa troncocónica calibrada a 1.2 mm en su parte activa y las guías de reducción. Éste fue el modelo para los 3 grupos de provisionales; se prepararon otros dos juegos de premolares en sus respectivos taceles, por si la pieza preparada obtendría daños al momento de hacer las pruebas de compresión, pero funcionó bien para los 3 grupos de muestras y ya no fue necesario utilizar los otros dos.
- Después de realizar las preparaciones se suavizaron las superficies con gomas para pulido ya que no se quería alterar la medida de corte establecida y guiada con las guías. Se verificó el espacio dejado después del desgaste con las guías de silicona elaboradas previamente.
- Se hicieron 10 coronas provisionales de cada material a estudiar y a las 30 restauraciones se les hizo una prueba de compresión en una máquina universal de ensayos en el laboratorio del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería

de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para obtener así la resistencia a la fractura de cada una de las coronas provisionales elaboradas.

- **Elaboración de muestras**

- Se utilizó un premolar superior recién extraído, libre de fracturas y sin caries, ya que por ser una pieza en sector posterior está sometido a cargas oclusales.
- La pieza seleccionada se colocó en un tacel de acrílico rosado de las siguientes dimensiones: 2.5 cm de diámetro y 4 cm de largo.
- Se tomaron 4 llaves con silicona por condensación marca Speedex de Coltene. 2 de ellas para obtener las llaves de verificación al momento de hacer las preparaciones, y las otras 2 llaves para colocar el material provisional de 2 grupos (acrílico autopolimerizable, Nic Tone y bis acrílico, Protemp), así con ello mantener la anatomía original.
- El tercer grupo de PMMA fresado, luego de la preparación coronaria, se tomó impresión digital con el Scanner Medit 1600, se diseñó con las medidas y anatomía parecida a la original por el técnico del laboratorio de la Facultad de Odontología, con el sistema de diseño EXOCAD y las medidas respectivas, se fresaron 10 provisionales en un disco de PMMA color A2, multilayer marca Bloomden Bioceramic, la fresadora que se utilizó fue UP 3D modelo P5.
- La preparación en la pieza se hizo según las indicaciones de prótesis parcial fija para preparaciones de corona total libres de metal, con las siguientes características como mínimas: desgaste oclusal de 1.5 mm en las cúspides funcionales, 1 mm en las cúspides no funcionales, 1 mm en las paredes axiales y contorno de la corona, con línea de terminación gingival tipo chanfer.
- De los 3 grupos a investigar, cada uno contó con 10 coronas provisionales de acrílico autopolimerizable, Nic Tone, 10 de bis acrílico Protemp, y 10 de PMMA fresado Bloomdem Bioceramic, éstas se realizaron siguiendo las indicaciones del protocolo de elaboración de cada material, según el fabricante.

- **Elaboración de provisionales**

Acrílico autopolimerizable, Nic Tone, MDC:

Para la elaboración de los provisionales de acrílico se utilizó un dappen de vidrio en el cual se mezcló el monómero con el polímero, se mezcló manualmente con la ayuda de una espátula durante 30 segundos hasta obtener una mezcla homogénea y se esperó hasta cuando estuviera en su fase plástica para colocarlo dentro de la llave de silicona y se colocó directamente en el muñón preparado, previamente se le colocó al muñón vaselina, que sirvió de separador para que no se pegara el material temporal con el diente, se removieron excesos y posteriormente, al quitar el provisional del muñón se verificó visualmente y con ayuda de un explorador el ajuste marginal; se procedió a recortar y pulir únicamente los excesos para mantener los grosores establecidos, se calibró cada uno de los provisionales para determinar que cumplieran con las medidas, 1 mm en el contorno coronario y la cúspide no funcional y 1.5 mm de grosor en la cúspide funcional y se anotó como muestra válida para el estudio.

Bis acrílico marca Protemp, 3M:

En la llave de silicona tomada de la pieza se colocó bis acrílico con las puntas dosificadoras e inmediatamente se colocó la llave sobre el muñón, al cual previamente se le colocó vaselina para separar el material provisional con el diente, se removieron excesos, se pulieron sin alterar las medidas y de igual manera se midieron con un calibrador de Iwason para corroborar que estuvieran uniformes y cumplieran con las medidas antes mencionadas.

Polimetilmetacrilato (PMMA) fresado Bloomden Bioceramics, Co. Ltd:

Se tomó una impresión digital del muñón preparado con el Scanner Medit 1600, se diseñó con las medidas establecidas y anatomía parecida a la original por el técnico del laboratorio de la Facultad de Odontología, con el sistema de diseño EXOCAD, se fresó únicamente un provisional para prueba y luego después de corroborar las medidas se mandaron a fresar los otros 9, se cortaron del disco de PMMA y ahí mismo en el laboratorio el técnico las pulió.

- Después de hacer todas las solicitudes respectivas en la facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y obtener los permisos para utilizar el laboratorio de metales, en el centro de investigaciones de dicha facultad, se llevaron las muestras y el material para proceder con el trabajo de campo, en cada prueba de compresión se cementó cada provisional con cemento RelyX Temp NE, de la marca 3M, se removieron excesos y luego con la máquina universal de ensayos se aplicaron fuerzas compresivas sobre la cúspide funcional, ya que la punta que se logró obtener era plana, diseñada previamente en el laboratorio de metales de la Facultad de Ingeniería; la misma máquina tiene su sistema de registro al cual se fracturan los materiales y se iba registrando cada uno, este procedimiento se repitió con cada provisional.
- Se registraron las medidas de fuerza en libras en la cual cada una de las coronas provisionales se fracturaron para poder sacar un promedio de la resistencia a la fractura de cada uno de los materiales y determinar si hay diferencia significativa o no en cuanto a las medidas de las muestras del acrílico autopolimerizable, el bis acrílico y el PMMA fresado, utilizando el método estadístico ANOVA.

RECURSOS

MATERIALES

- Primeros premolares superiores recién extraídos
- Dapen de silicona
- Acrílico rosado
- Monómero
- Pieza de alta velocidad
- Fresa de diamante troncocónica de punta redonda
- Calibrador de Iwason
- Unidad dental
- Silicona por condensación
- Bisturí
- Acrílico autocurado Nic Tone
- Bisacrílico Protemp
- Polimetilmetacrilato Bloomdem Bioceramic
- Máquina de fresado UP 3D P5
- Cemento temporal Relyx Temp NE
- Máquina Universal de Ensayos

RESULTADOS

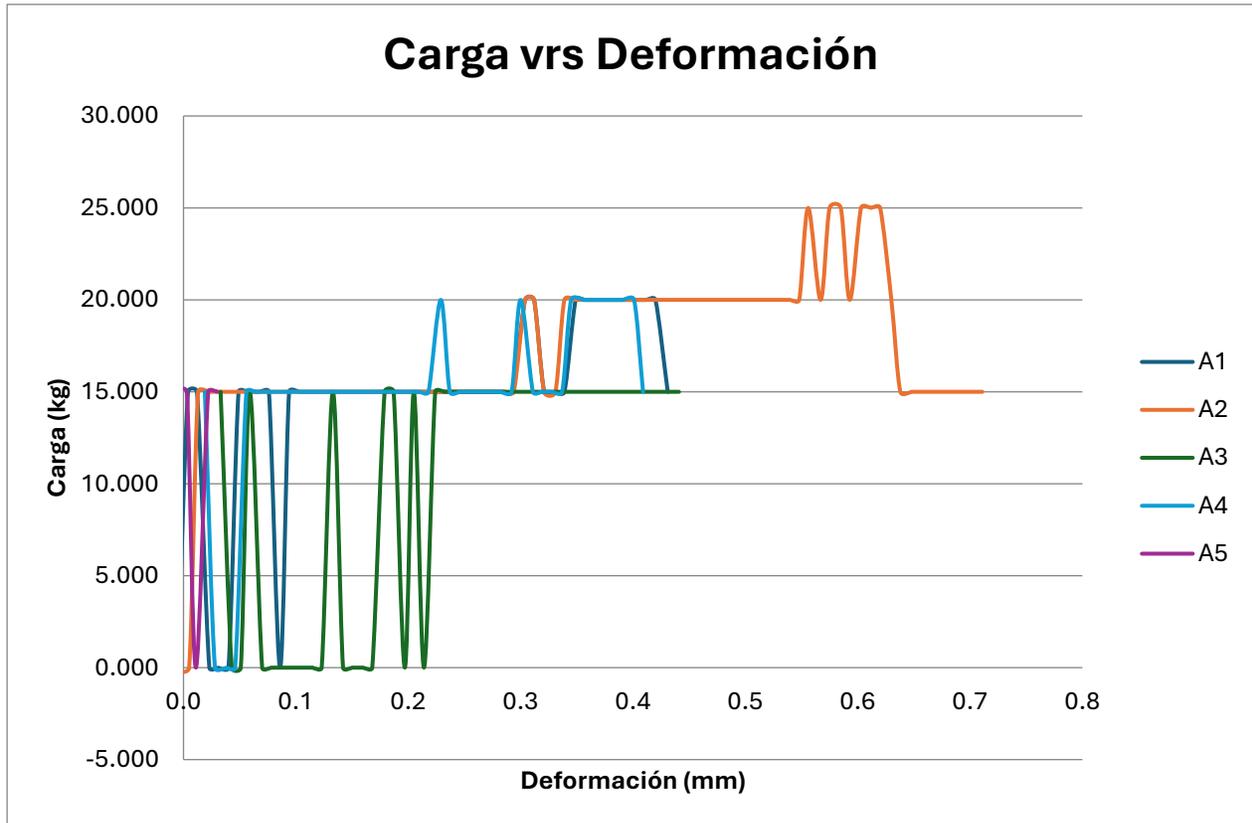
A continuación, se presentan los datos tabulados de cada una de las muestras por grupos correspondientes a cada uno de los materiales usados en el estudio, después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se distribuyeron 10 provisionales de cada material sobre el mismo muñón preparado y se aplicaron fuerzas de compresión con una máquina universal de ensayos en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, estas pruebas se hicieron individuales pero agrupadas por material, cementando cada uno de los provisionales y aplicando las fuerzas compresivas para obtener los siguientes resultados:

Tabla 1: Resistencia a la fractura en kg y lb de cada una de las muestras del acrílico autopolimerizable y el promedio de la carga.

MUESTRA	CARGA ROTURA	
	Kg	lb
1A	20	44.092
2A	25	55.115
3A	15	33.069
4A	20	44.092
5A	15	33.069
6A	25	55.115
7A	30	66.138
8A	15	33.069
9A	15	33.069
10A	15	33.069
PROMEDIO	19.5	42.9897

Fuente: datos obtenidos del estudio realizado.

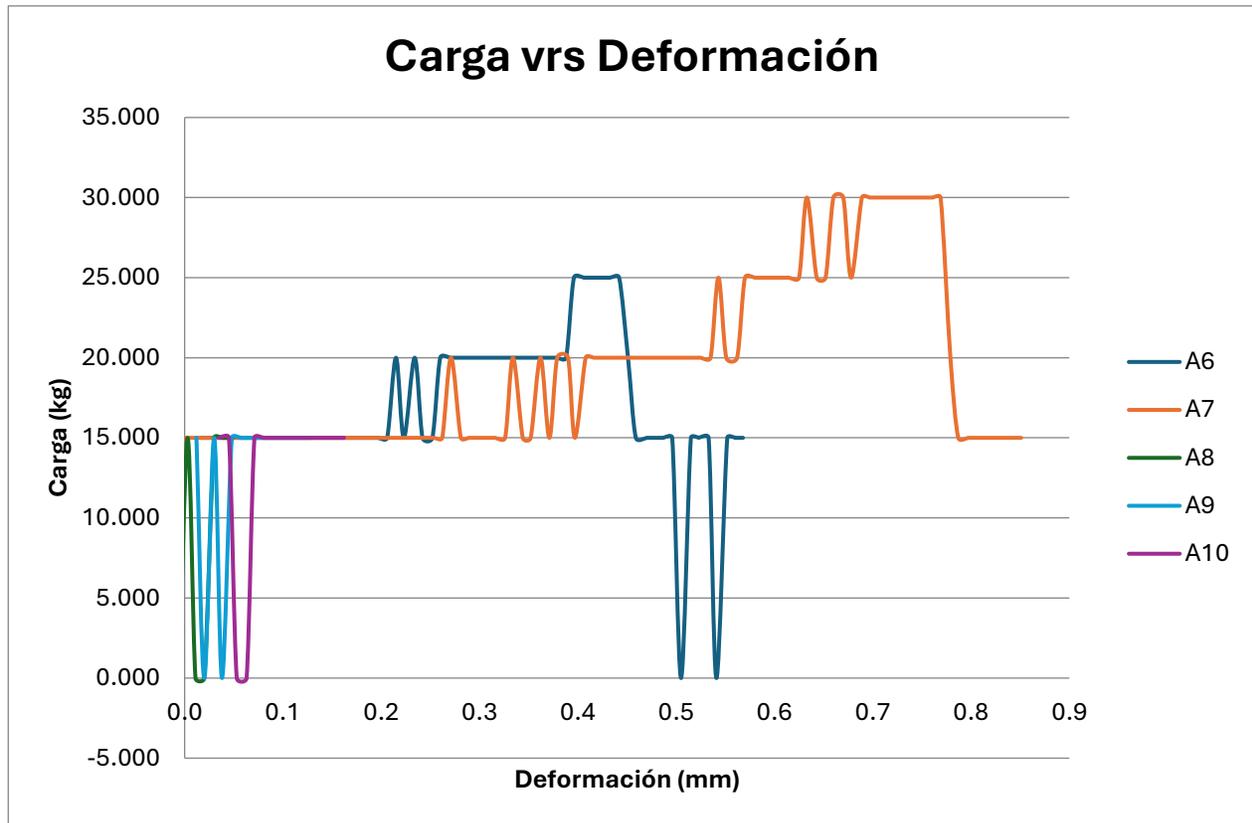
Gráfica 1: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina Universal. Material: Acrílico Autopolimerizable (agrupación de 5 muestras).



Fuente: Elaboración propia de los resultados obtenidos en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, abril 2025.

La mayoría de las muestras comienzan en una zona de carga lineal o constante, lo cual es típico del comportamiento elástico inicial de materiales. Luego se observa una zona de carga máxima seguida de una caída abrupta, lo que indica el punto de fractura o falla del material. Se agruparon en 5 muestras para apreciar de una mejor manera cada muestra, en esta gráfica el provisional A2 (color naranja) demostró tener una mayor resistencia a la fractura soportando 25 kg (55.115 lbs).

Gráfica 1.1: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina Universal. Material: Acrílico Autopolimerizable (agrupación de 5 muestras).



Fuente: Elaboración propia de los resultados obtenidos en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, abril 2025.

Los resultados obtenidos en las muestras realizadas de acrílico autopolimerizable indican que la máxima resistencia a la fractura fue a una presión de 30 kg de fuerza, lo que equivale a 66.138 lb, y la muestra con una menor resistencia a la fractura fue a una carga de 15 kg, equivalente a 33.069 lb, presentándose con esta carga de rotura 5 de las 10 muestras sometidas al estudio. El promedio de la resistencia a la fractura del acrílico autopolimerizable fue de 19.5 kg equivalentes a 42.9798 lb.

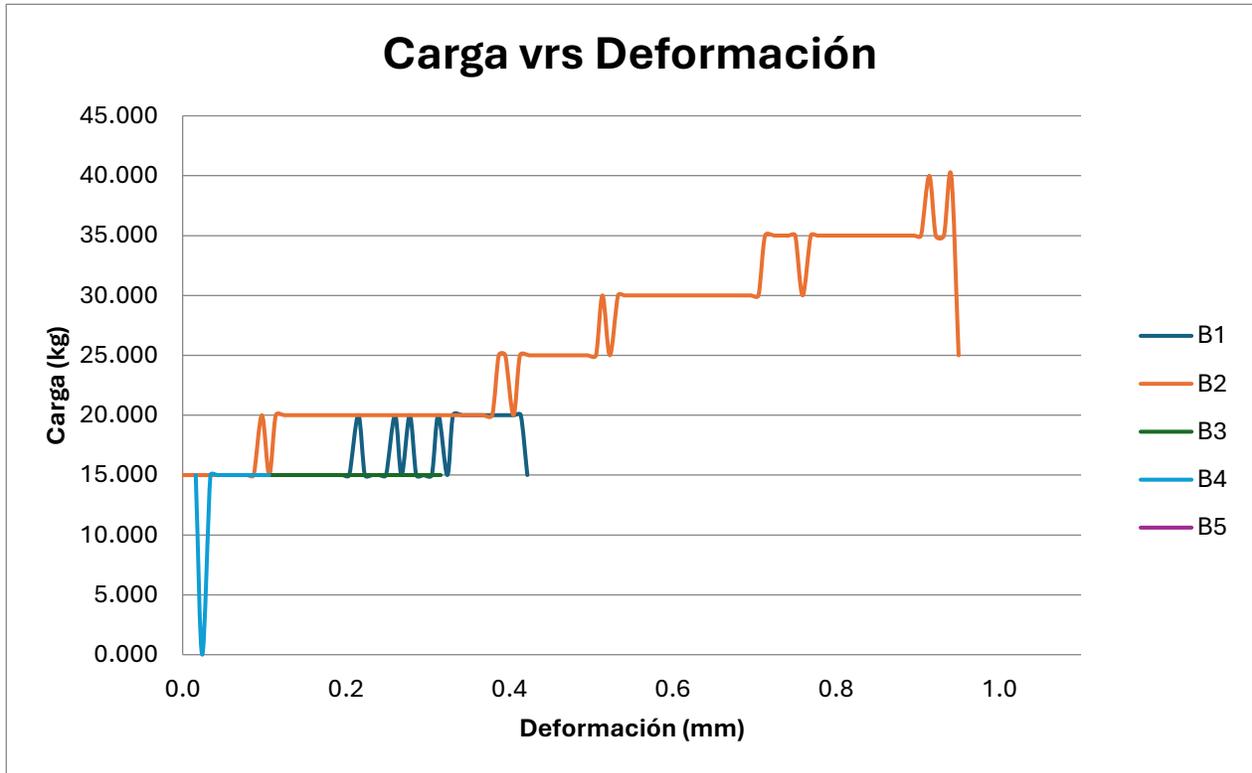
Tabla 2: Resistencia a la fractura en kg y lb de cada una de las muestras del bisacrílico y el promedio de la carga.

MUESTRA	CARGA ROTURA (kg)	
	Kg	lb
B1	20	44.092
B2	40	88.184
B3	15	33.069
B4	15	33.069
B5	15	33.069
B6	25	55.115
B7	20	44.092
B8	25	55.115
B9	15	33.069
B10	20	44.092
PROMEDIO	21	46.2966

Fuente: datos obtenidos del estudio realizado.

Con respecto a los resultados tabulados del bisacrílico podemos observar que la mayor carga soportada fue a 40 kg (88.184 lb) y la menor fue a 15 kg (33.069 lb), siendo los valores muy similares a los obtenidos en las muestras de acrílico autopolimerizable.

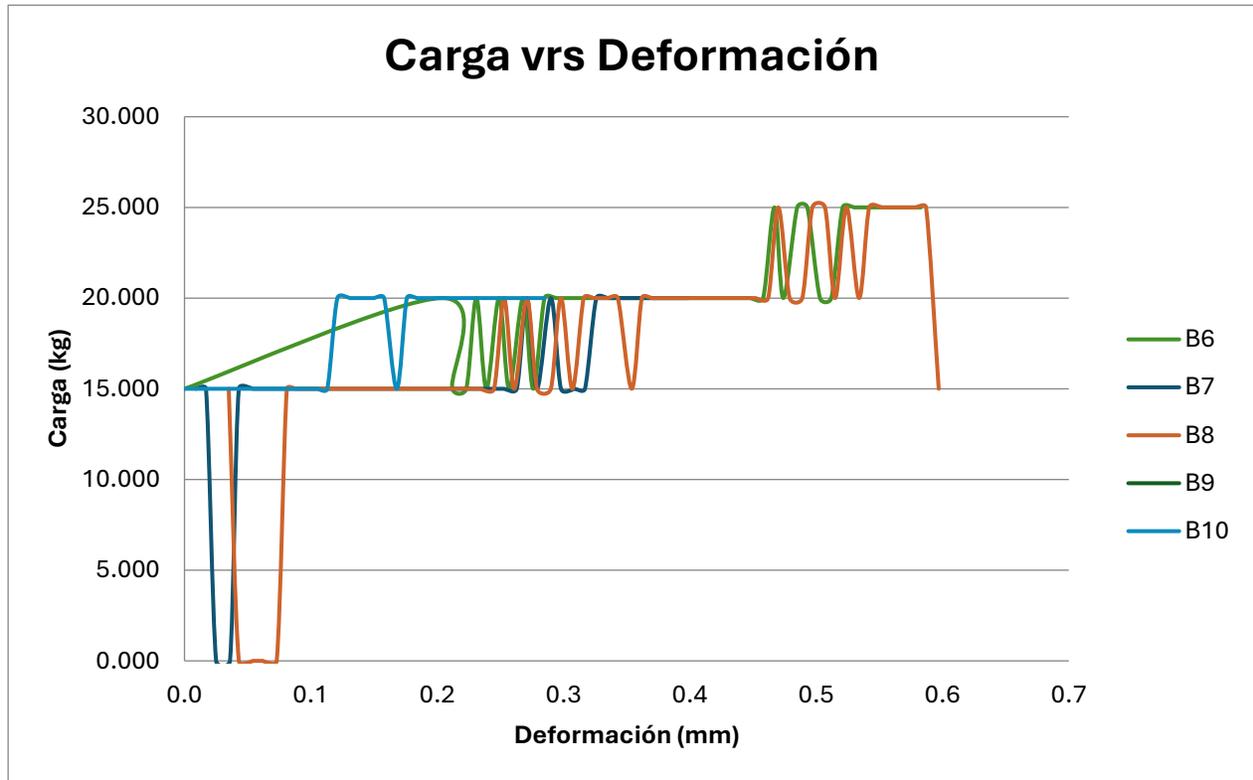
Gráfica 2: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina Universal. Material: Bis Acrílico (agrupación de 5 muestras).



Fuente: *Elaboración propia de los resultados obtenidos en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, abril 2025.*

En este gráfico podemos observar que la mayor resistencia estuvo en la muestra B2, soportando 40 kg equivalentes a 88.84 lbs, esta fue la máxima resistencia soportada de todo el grupo en general de las muestras de bis acrílico.

Gráfica 2.1: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina Universal. Material: Bis Acrílico (agrupación de 5 muestras).



Fuente: Elaboración propia de los resultados obtenidos en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, abril 2025.

En esta gráfica podemos observar la deformación que obtuvieron cada una de las muestras sometidas a carga en la máquina universal de ensayo, llegando al punto de fractura donde la carga máxima se registró y automáticamente se detuvo para guardar el registro de deformación y la máxima resistencia a la fractura soportada por cada muestra de bis acrílico, las gráficas se agruparon cada una con 5 muestras para que fuera más fácil distinguir las líneas de deformación.

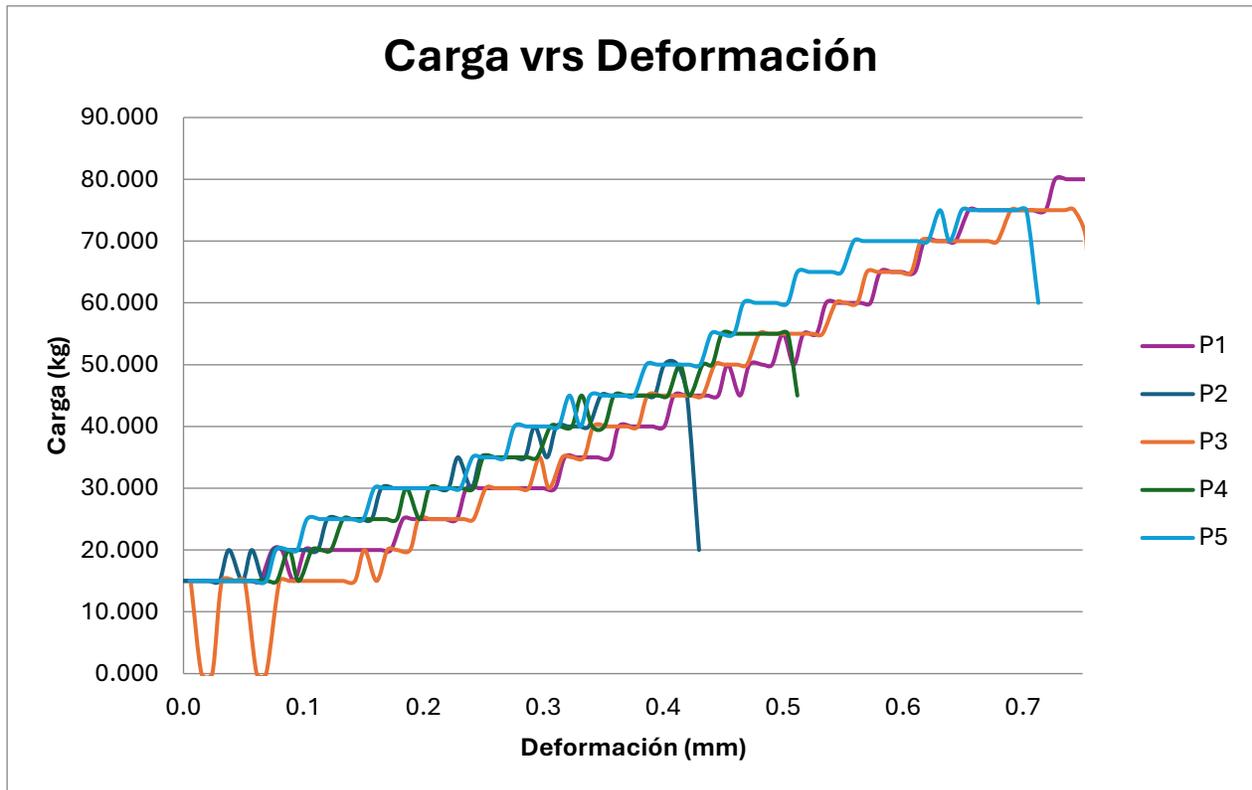
Tabla 3: Resistencia a la fractura en kg y lb de cada una de las muestras del polimetilmetacrilato (PMMA) fresado y el promedio de la carga.

MUESTRA	CARGA ROTURA (kg)	
	Kg	lb
P1	80	176.368
P2	50	110.23
P3	75	165.345
P4	55	121.253
P5	75	165.345
P6	55	121.253
P7	55	121.253
P8	25	55.115
P9	20	44.092
P10	55	121.253
PROMEDIO	54.5	120.1507

Fuente: *datos obtenidos del estudio realizado.*

Los valores obtenidos de la resistencia a la fractura del PMMA fresado son mayores a comparación de las muestras de acrílico autopolimerizable y bis acrílico como podemos observar la máxima presión resistida fue de 80 kg, equivalente a 178.368 lb y la menor de 20 kg (44.092 lb), con un promedio de 54.5 kg equivalentes a 120.1507 lb.

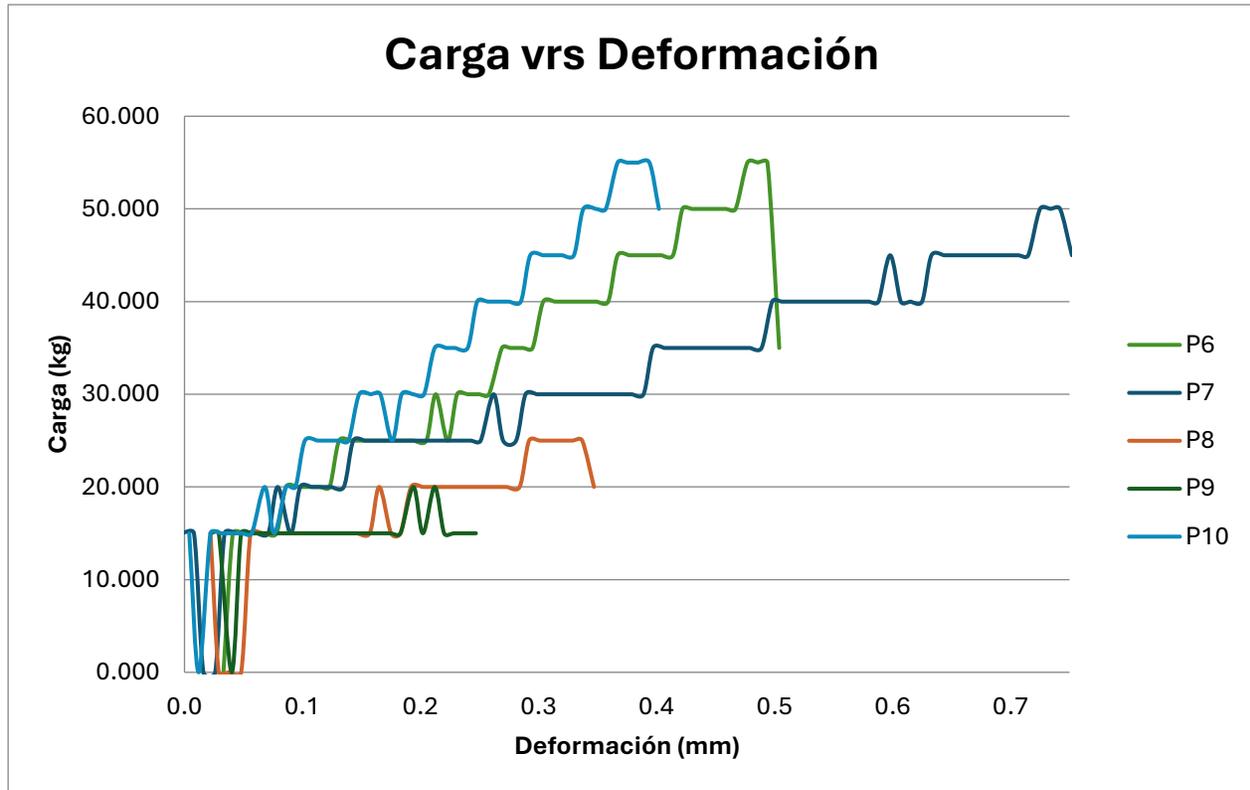
Gráfica 3: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina Universal. Material: PMMA Fresado (agrupación de 5 muestras).



Fuente: Elaboración propia de los resultados obtenidos en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, abril 2025.

Se observa un aumento progresivo y continuo de la carga a medida que aumenta la deformación. Esto indica que todos los materiales presentan un comportamiento más dúctil o plásticamente estable, con buena capacidad para soportar carga sin fallar bruscamente. P1, P3 y P5 son los materiales con mejor comportamiento mecánico, ideales para soportar altas cargas con deformación controlada, siendo P1 la que de la máxima resistencia a la fractura soportando 80 kg. P2 y P4 fallan antes de alcanzar la carga máxima de los demás, lo que indica baja resistencia o fallas estructurales tempranas.

Gráfica 3.1: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina Universal. Material: PMMA Fresado (agrupación de 5 muestras).

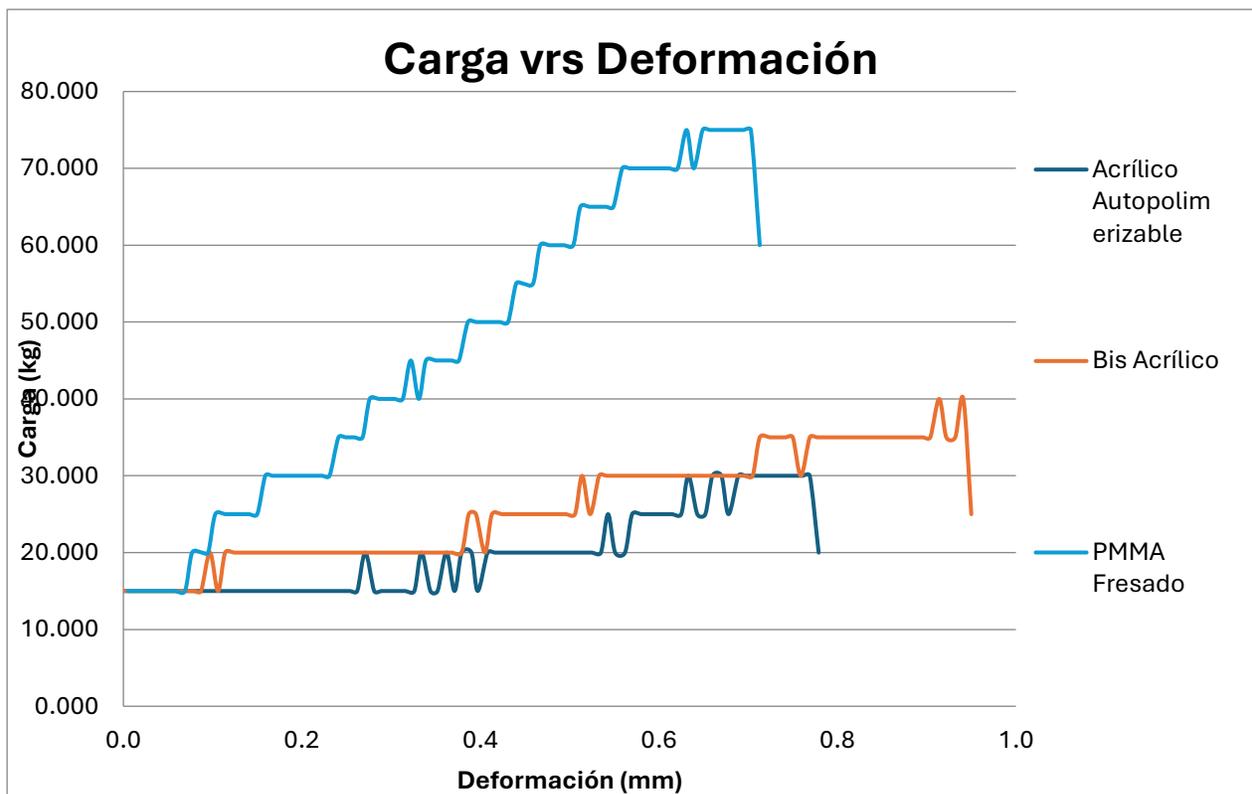


Fuente: *Elaboración propia de los resultados obtenidos en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, abril 2025.*

Todas las muestras muestran un incremento progresivo de carga con el aumento de la deformación, típico del comportamiento elástico y plástico, de este grupo las muestras P6, P7 y P10 se posicionan como los materiales de mejor desempeño mecánico para aplicaciones donde se requiera alta resistencia a la carga soportando 55 kg.

GRAFICA DE LOS RESULTADOS MÁS ALTOS DE CADA UNO DE LOS MATERIALES

Gráfica 4: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina Universal. Materiales: Acrílico autopolim erizable, bis acrílico y PMMA fresado, en sus cargas más altas.



Fuente: Elaboración propia de los resultados obtenidos en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, abril 2025.

Esta gráfica representa la carga máxima que soportó cada uno de los materiales, siendo el más alto el PMMA fresado con una carga de 80 kg, luego el bis acrílico con 40 kg y por último el acrílico autopolim erizable con 30 kg.

Análisis Estadístico de la Resistencia a la Fractura

Se realizó un análisis estadístico para comparar la resistencia a la fractura de los materiales sometidos a estudio: acrílico autopolimerizable, bis acrílico y PMMA fresado; y determinar si existe o no diferencia significativa.

Resultados descriptivos

Material	Promedio (kg)	Rango (mín - máx)
Acrílico Autopolimerizable	19.5	15 – 30
Bis Acrílico	21.0	15 – 40
PMMA Fresado	54.5	20 – 80

Prueba ANOVA de un factor:

- F (estadístico): 24.11
- Valor p: 9.83×10^{-7}

Dado que el valor p es menor a 0.05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de al menos dos de los grupos analizados, para determinar en cuales de los grupos es que existe la diferencia estadística significativa fue necesario utilizar la prueba post hoc de Tukey.

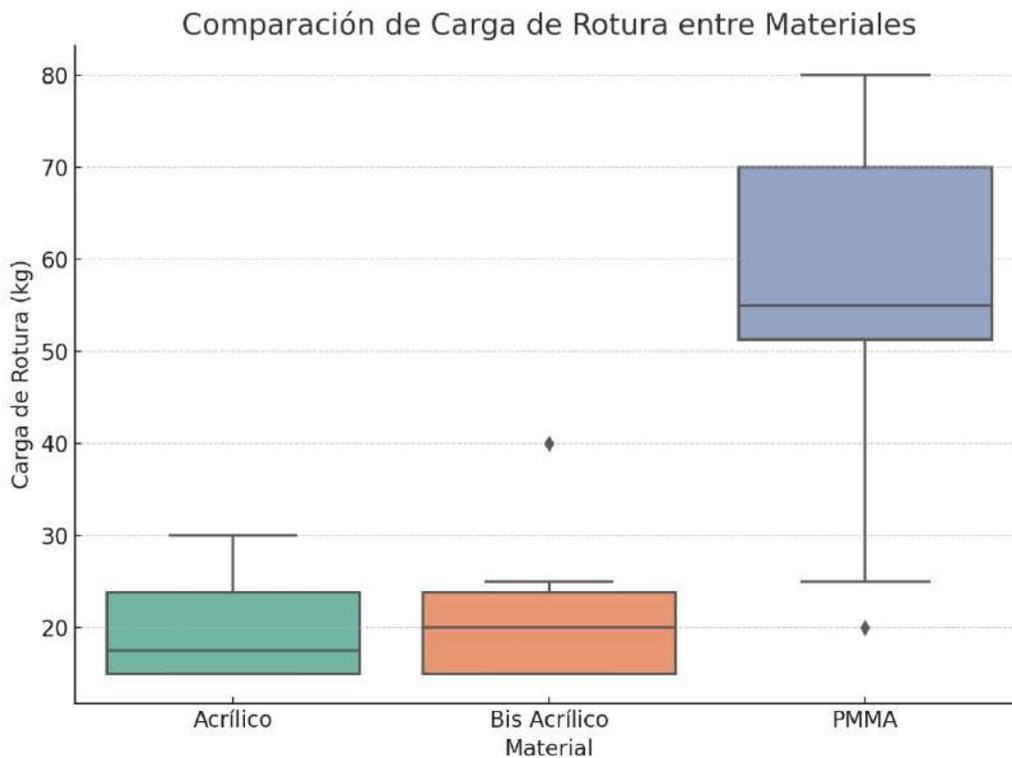
Prueba post hoc de Tukey HSD

Comparación	Diferencia media (kg)	p-valor	¿Diferencia significativa?
Acrílico autopolimerizable vs Bis Acrílico	1.5	0.879	No
Acrílico autopolimerizable vs PMMA Fresado	35.0	< 0.001	Si
Bis Acrílico vs PMMA Fresado	33.5	< 0.001	Si

Podemos observar que no existe diferencia estadística significativa entre el acrílico autopolimerizable y el bis acrílico, ambos materiales tienen valores similares de resistencia a la fractura; a comparación con el PMMA fresado, existe una diferencia altamente significativa, mostrando así una resistencia mucho mayor ante los otros dos materiales.

Gráfico comparativo de resistencia a la fractura

Gráfica 5: Gráfico boxplot con los valores individuales de carga de rotura por cada tipo de material.



Fuente: Elaboración propia de los resultados obtenidos en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, abril 2025.

En esta gráfica podemos observar el centro de valores de carga a la resistencia a la fractura de cada uno de los materiales, acrílico autopolimerizable, bis acrílico y PMMA fresado.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la fractura de tres materiales utilizados en provisionales dentales: acrílico autopolimerizable, bis acrílico y polimetilmetacrilato (PMMA) fresado. Para ello, se aplicó una prueba de carga hasta la fractura en 10 muestras de cada material, registrando los valores en kilogramos.

Los valores promedio de carga de fractura obtenidos fueron: 19.5 kg para el acrílico autopolimerizable, 21.0 kg para el bis acrílico y 54.5 kg para el PMMA fresado. A simple vista, se observa una diferencia marcada en los valores correspondientes al PMMA en comparación con los otros dos materiales.

La prueba estadística ANOVA de un factor mostró una diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos ($p < 0.001$). Posteriormente, la prueba post hoc de Tukey reveló que la diferencia significativa se encuentra entre el grupo de PMMA fresado y los otros dos materiales, mientras que no se evidenció una diferencia significativa entre el acrílico autopolimerizable y el bis acrílico.

La resistencia a la fractura es una propiedad mecánica crítica para los materiales utilizados en restauraciones provisionales, especialmente en contextos clínicos donde se exigen cargas oclusales elevadas o rehabilitaciones temporales de largo plazo. En el presente estudio, se analizaron tres materiales ampliamente utilizados: acrílico autopolimerizable, bis acrílico y PMMA fresado. Los resultados indicaron que el PMMA fresado presentó una resistencia a la fractura significativamente mayor, mientras que los otros dos materiales mostraron valores similares y más bajos.

Este hallazgo puede explicarse en función de la composición química y el proceso de fabricación de cada material. El PMMA fresado, producido mediante tecnología CAD/CAM, tiene una densidad polimérica más alta y menor porosidad, lo cual reduce los puntos de fallo internos y otorga una mayor integridad estructural. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Bergamo et al. (2022), quienes evidenciaron que los

materiales fabricados industrialmente poseen mejor comportamiento frente a cargas mecánicas en comparación con materiales mezclados manualmente.⁶

En contraste, el acrílico autopolimerizable presenta una estructura más heterogénea, con posibles vacíos derivados del proceso de mezcla manual, y una mayor absorción de agua, lo que debilita sus propiedades con el tiempo, tal como lo indican Astudillo et al. (2018). El bis acrílico, aunque muestra mejores características de manipulación y estética, tiene una estructura menos flexible y tiende a fracturarse de forma más abrupta al superar su límite elástico, lo cual limita su aplicación en zonas sometidas a altos niveles de estrés masticatorio.⁷

Asimismo, los resultados obtenidos en este estudio se alinean con lo encontrado por Japón (2022), quien reportó que las restauraciones provisionales elaboradas por fresado digital presentaron mayor resistencia a la fractura comparado con métodos directos tradicionales. En la práctica clínica, esto se traduce en una mayor previsibilidad y seguridad para restauraciones temporales, especialmente en pacientes con hábitos parafuncionales como el bruxismo.¹⁰

Otro aspecto para destacar es la relevancia del espesor uniforme de las muestras (1 mm en el contorno y 1.5 mm en cúspide funcional), lo que elimina variables de diseño que podrían alterar los resultados. Esto refuerza la validez de los hallazgos y subraya la importancia de estandarizar las condiciones experimentales para lograr comparaciones confiables.

CONCLUSIONES

1. Existe diferencia significativa entre los grupos de materiales sometidos a estudio.
2. El PMMA fresado tiene una resistencia a la fractura significativamente mayor que los otros dos materiales, acrílico autopolimerizable y bis acrílico; debido a su fabricación industrial, menor porosidad y mejor polimerización.
3. No existe diferencia significativa entre el acrílico autopolimerizable y el bis acrílico, lo cual sugiere que ambos presentan un comportamiento mecánico similar.
4. Para aplicaciones clínicas que requieran una alta resistencia a la fractura, el PMMA fresado es considerablemente más adecuado.
5. La elección del material debe basarse no solo en sus propiedades mecánicas, sino también en factores como el tiempo de uso, estética, coste y facilidad de manejo en clínica.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar PMMA Fresado en restauraciones provisionales en donde exista historial de alta carga o estrés oclusal, como en casos de pacientes con hábitos parafuncionales como bruxismo.
2. Continuar utilizando acrílico autopolimerizable o bis acrílico en situaciones de bajo estrés oclusal donde el costo o facilidad de uso sea primordial.
3. Realizar más estudios en donde se pueda evaluar clínicamente y en condiciones reales el comportamiento de estos materiales y evaluar la resistencia a la fractura a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chistiani J, Devecchi J, Rochs M. Estudio comparativo in vitro de la resistencia flexural de resinas para restauraciones provisorias. Rev Oper Dent Biomater. 2018; 8(1):28–32.
2. Muñoz S. Análisis comparativo de la resistencia a la fractura del PMMA usado para restauración provisional. [Internet]. [Tesis Cirujano Dentista]. [Colombia]: Universidad CES; 2014. [citado 4 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/404/Trabajo%20de%20grado?sequence=8>
3. Carreño M. Estudio in vitro sobre la resistencia a la fractura y tipo de fallo de prótesis fijas adhesivas elaboradas con distintos materiales y diseños [Internet]. [Tesis Cirujano Dentista]. [Barcelona]: Universitat Internacional de Catalunya; 2016. [citado 4 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/401337>
4. Muñoz S. Restauraciones provisionales. [Internet]. Colombia: Universidad CES; 2014 [citado el 4 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/6548/Restauraciones%20provisionales?sequence=1>
5. Dubois R, Kyriakakis P, Weiner S, Vaidyanathan T. Effects of occlusal loading and thermocycling on the marginal gaps of light-polymerized and autopolymerized resin provisional crowns. J Prosthet Dent. 1999; 82(2):161–166.
6. Vélez M. Restauraciones provisionales. Rev Fac Odontol Univ Antioq. 1989; 1(1):42–46.
7. Doh R, Choi W, Young S, Jung B. Mechanical properties of a polylactic 3D-printed interim crown after thermocycling. J Prosthet Dent. [Internet]. 2025. [citado el 4 de mayo de 2025]. 20(1):31–82. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0318217>
8. Ehrenberg D. Changes in marginal gap size of provisional resin crowns after occlusal loading and thermal cycling. J Prosthet Dent. 2000; 84(2):139–148.
9. Gegauff A, Pryor H. Fracture toughness of provisional resins for fixed prosthodontics. J Prosthet Dent. 1987; 58(1):23–28.

10. Bergamo E, Campos T, Piza M, Gutierrez E, Lopes A, Witek L. et al. Temporary materials used in prosthodontics: the effect of composition, fabrication mode, and aging on mechanical properties. J Mech Behav Biomed Mater. [Internet]. 2022. [citado el 5 de mayo de 2025]; 133:105333. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2022.105333>
11. Cuevas C. Resina polimerizada por apertura de anillos, nueva posibilidad de material compuesto en odontología. [Tesis Cirujano Dentista]. [México]: Universidad Autónoma de Hidalgo, Facultad de Odontología; 2010. p. 6–65.
12. Ehrenberg D, Weiner G, Weiner S. Long-term effects of storage and thermal cycling on the marginal adaptation of provisional resin crowns: a pilot study. J Prosthet Dent. 2006; 95(3):230–236.
13. Young H, Smith C, Morton D. Comparative in vitro evaluation of two provisional restorative materials. J Prosthet Dent. 2001; 85(2):129–132.
14. Idrissi H, Muthiah L, Sharaf, D, Al A, Abutayem H. Comparative evaluation of flexural strength of four different types of provisional restoration materials: an in vitro pilot study. Children J, Switzerland. Biomater Biomech Pediatr Dent. 2023; 10(2):102–380.
15. Astudillo D, Delgado A, Bellot C, Montiel J, Pascual A, Almerich, J. Mechanical properties of provisional dental materials: a systematic review and meta-analysis. PLoS One. [Internet]; 2018. [citado el 6 de mayo de 2025]. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193162>
16. Rodríguez K. Consideraciones en el uso de resinas bis acrílicas Protemp para la elaboración de provisionales. [Tesis Cirujano Dentista]. [México]: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Odontología; 2013. p. 5–45.
17. Lango D, Mireles J, Flores N, Moreno M, Mendoza A, Chávez P, Manisekaran R. Nanoparticles incorporation into PMMA and their antimicrobial properties: a systematic review. Mundo Nano. [Internet]. 2022. [citado el 6 de mayo de 2025]; 15(29):1e–13e. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-56912022000200305


Lcda. Meidi Eszabeth Moises Arana
Coordinadora General / Administrativa de Biblioteca



18. Sohail M. Prosthodontic applications of polymethyl methacrylate (PMMA): an update. *Polymers*. [Internet]. 2020. [citado 25 de mayo de 2025];10(12):22–99. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym12102299>
19. Ogawa T, Aizawa S, Tanaka M, Matsuya S, Hasegawa A, Koyano K. Effect of water temperature on the fit of provisional crown margins during polymerization. *J Prosthet Dent*. 1999; 82(6):658–651.
20. Japón D. Análisis comparativo de la resistencia a la fractura de materiales provisionales fabricados por métodos directo, aditivo y sustractivo [Tesis Cirujano Dentista]. [Ecuador]: Universidad San Francisco de Quito, Facultad de Odontología; 2022. p. 7–81.
21. Curiqueo A, Salamanca C, Borie E, Navarro P, Fuentes R. Evaluation of functional maximum bite force in Chilean young adults. *Int J Odontostomat* [Internet]. 2015. [citado 25 de mayo de 2025]; 9(3):443–447. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijodontos/v9n3/art14.pdf>

Vo. Bo. 29/07/2025


Lcda. Heidi Elizabeth Molina Arana
Coordinadora General / Administrativa de Biblioteca



ANEXOS

Características que deben cumplir los provisionales para poder ser aceptados en el estudio de análisis de la resistencia a la fractura

Tabla No. 1: PROVISIONALES DE ACRÍLICO AUTOPOLIMERIZABLE

No.	Grosor de 1 mm en contorno coronario	Grosor de 1 mm en cúspide bucal (no funcional)	Grosor de 1.5 mm en cúspide palatal (funcional)	SI CUMPLE con las características descritas	NO CUMPLE con las características descritas
1	✓	✓	✓	✓	
2	✓	✓	✓	✓	
3	✓	✓	✓	✓	
4	✓	✓	✓	✓	
5	✓	✓	✓	✓	
6	✓	✓	✓	✓	
7	✓	✓	✓	✓	
8	✓	✓	✓	✓	
9	✓	✓	✓	✓	
10	✓	✓	✓	✓	

Fuente: elaboración propia para selección de muestras.

Tabla No. 2: PROVISIONALES DE BIS ACRÍLICO

No.	Grosor de 1 mm en contorno coronario	Grosor de 1 mm en cúspide bucal (no funcional)	Grosor de 1.5 mm en cúspide palatal (funcional)	SI CUMPLE con las características descritas	NO CUMPLE con las características descritas
1	✓	✓	✓	✓	
2	✓	✓	✓	✓	
3	✓	✓	✓	✓	
4	✓	✓	✓	✓	
5	✓	✓	✓	✓	
6	✓	✓	✓	✓	
7	✓	✓	✓	✓	
8	✓	✓	✓	✓	
9	✓	✓	✓	✓	
10	✓	✓	✓	✓	

Fuente: elaboración propia para selección de muestras.

Tabla No. 3: PROVISIONALES DE PMMA FRESADO

No.	Grosor de 1 mm en contorno coronario	Grosor de 1 mm en cúspide bucal (no funcional)	Grosor de 1.5 mm en cúspide palatal (funcional)	SI CUMPLE con las características descritas	NO CUMPLE con las características descritas
1	✓	✓	✓	✓	
2	✓	✓	✓	✓	
3	✓	✓	✓	✓	
4	✓	✓	✓	✓	
5	✓	✓	✓	✓	
6	✓	✓	✓	✓	
7	✓	✓	✓	✓	
8	✓	✓	✓	✓	
9	✓	✓	✓	✓	
10	✓	✓	✓	✓	

Fuente: elaboración propia para selección de muestras.

21 ABR 2025

F. 
BLANCA BARRERA

A quien interese

Por este medio, el infrascrito secretario de la Comisión de Tesis, de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, doctor Víctor Hugo Lima Sagastume, **hace constar que:**

La odontóloga practicante, **Melany Mishell Aceituno Mijangos** quien se identifica con su carnet universitario número 201701440, le fue aprobado el planteamiento del tema para tesis de grado intitulado: “Análisis comparativo de la resistencia a la fractura de materiales para provisionales acrílico autopolimerizable, bis acrílico y PMMA fresado”.

Seguido a la aprobación del tema, la estudiante Aceituno Mijangos desarrolló el protocolo para su tesis con la tutoría de su asesor, el doctor Byron Estuardo Valenzuela Guzmán. Al finalizar la elaboración de su protocolo, el cual fue revisado y aprobado por su asesor, fue entregado a la Comisión aludida anteriormente. El siguiente paso fue asignarle dos revisores docentes titulares de dicha comisión, siendo ellos los doctores Roberto José Sosa Palencia y Víctor Hugo Lima Sagastume, para que procedieran a revisarlo, hacerle observaciones y/o correcciones. Al cumplirse con este último paso, dicho protocolo fue considerado, en su momento, como aprobado para que mediante carta la estudiante Aceituno Mijangos solicitara a la comisión el permiso para la realización del trabajo de campo, siguiendo los procedimientos establecidos en la sección de “técnicas y procedimiento” a emplear para la obtención de los resultados de laboratorio y así poder, cuando obtenga la suficiente información, desarrollar la sección correspondiente a “presentación de resultados”, lo cual será parte de su informe final.

Se extiende el presente oficio para los fines que a la interesada convengan, a los catorce días del mes de marzo del año dos mil veinte y cinco.



Dr. Víctor Hugo Lima Sagastume, Secretario
Comisión de Tesis, Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala



c.c. archivo Comisión de Tesis, Fousac
VHLS/...



Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

Guatemala, 21 de abril de 2025

Ingeniera
Telma Maricela Cano Morales
Directora del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

CENTRO DE INVESTIGACIONES
DE INGENIERÍA USAC
RECIBIDO

21 ABR 2025

F. 
BLANCA BARRERA

Inga. Cano,

Reciba un cordial saludo, el motivo de la presente es para realizar pruebas de compresión en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, las cuales se realizarán para llevar a cabo el trabajo de campo para la Tesis de grado titulada **"Análisis comparativo de la resistencia a la fractura de materiales para provisionales acrílico autopolimerizable, bis acrílico y PMMA fresado."**; la cual se está realizando como trabajo de graduación de la Facultad de Odontología, Universidad de San Carlos de Guatemala, haciendo constar que el protocolo de investigación fue aprobado por la Comisión de Tesis de la FOUSAC.

Se solicita realizar treinta (30) pruebas de compresión en treinta (30) provisionales de distintos materiales, diez (10) provisionales de cada material

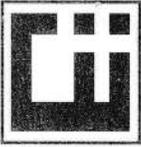
De ante mano se agradece su atención y respuesta a la presente.

Sin otro particular, atentamente,


Melany Mishell Aceituno Mijangos
Odontólogo Practicante
Carné: 201701440


Dr. Byron Estuardo Valenzuela
Guzmán
Asesor de Tesis

**RESULTADOS OBTENIDOS EN EL CENTRO DE
INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



TESIS

O.T. No. 41786

INFORME No. 80-M-25

No. 14899

INTERESADO: MELANY MISHELL ACEITUNO MIJANGOS

PROYECTO: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE MATERIALES PARA PROVISIONALES ACRILICO AUTOPOLIMERIZABLE, BIS ACRILICO Y PMMA FRESADO.

ASUNTO: ENSAYO DE COMPRESION EN ACRILICOS.

FECHA: GUATEMALA, 07/05/2025.

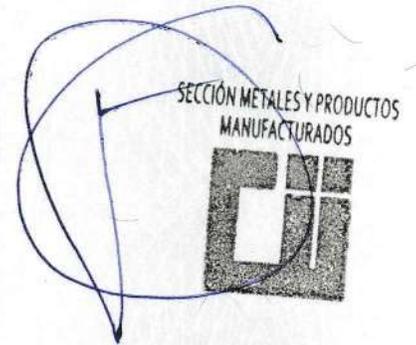
ANTECEDENTES

La estudiante MELANY MISHELL ACEITUNO MIJANGOS CARNE No. 201701440, de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para que se realizara ensayo de compresión a 30 muestras de acrílicos. Los ensayos en cuestión son parte del trabajo de tesis, "ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE MATERIALES PARA PROVISIONALES ACRILICO AUTOPOLIMERIZABLE, BIS ACRILICO Y PMMA FRESADO".

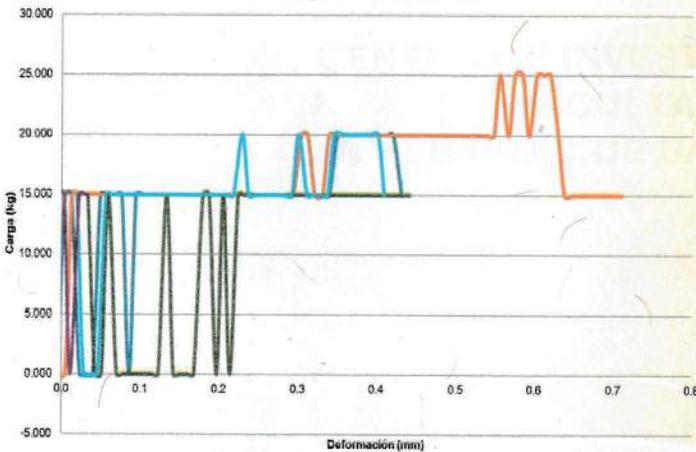
RESULTADOS

Acrílico Autopolimerizable

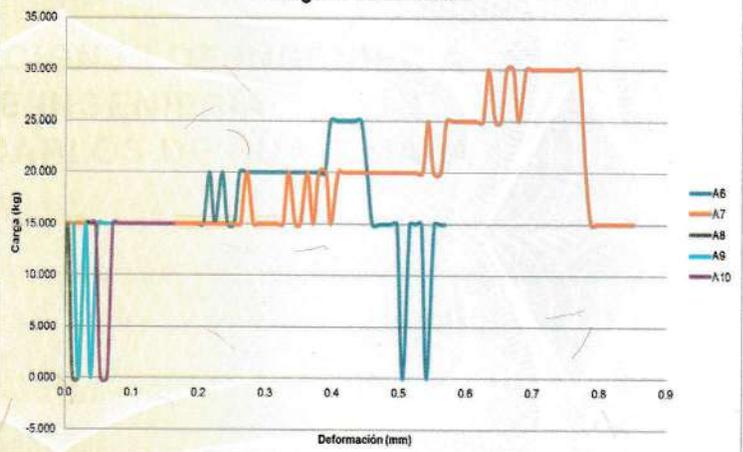
MUESTRA	CARGA ROTURA (kg)	
	Kg	lb
A1	20	44.092
A2	25	55.115
A3	15	33.069
A4	20	44.092
A5	15	33.069
A6	25	55.115
A7	30	66.138
A8	15	33.069
A9	15	33.069
A10	15	33.069
PROMEDIO	19.5	42.9897



Carga vs Deformación



Carga vs Deformación





CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



TESIS

O.T. No. 41786

INFORME No. 80-M-25

No. 14900

INTERESADO: MELANY MISHELL ACEITUNO MIJANGOS

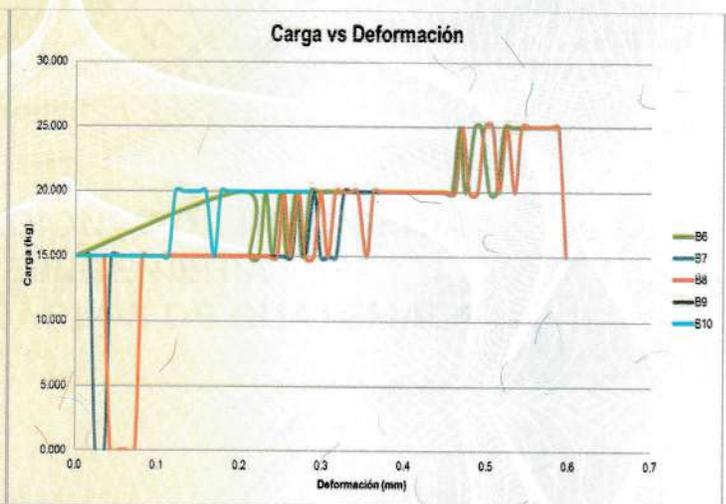
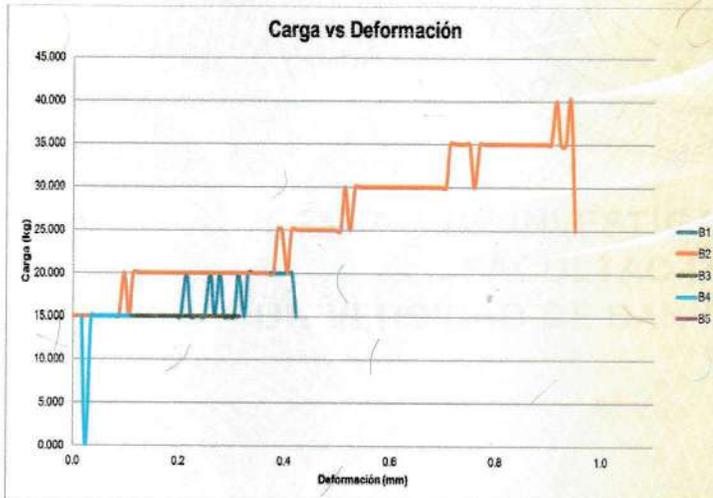
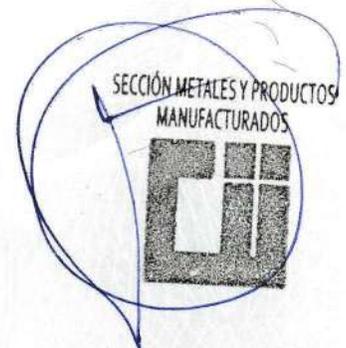
PROYECTO: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE MATERIALES PARA PROVISIONALES ACRILICO AUTOPOLIMERIZABLE, BIS ACRILICO Y PMMA FRESADO.

ASUNTO: ENSAYO DE COMPRESION EN ACRILICOS.

FECHA: GUATEMALA, 07/05/2025.

Bis Acrílico

MUESTRA	CARGA ROTURA (kg)	
	Kg	lb
B1	20	44.092
B2	40	88.184
B3	15	33.069
B4	15	33.069
B5	15	33.069
B6	25	55.115
B7	20	44.092
B8	25	55.115
B9	15	33.069
B10	20	44.092
PROMEDIO	21	46.2966





No. 14901

TESIS

O.T. No. 41786

INFORME No. 80-M-25

INTERESADO: MELANY MISHELL ACEITUNO MIJANGOS

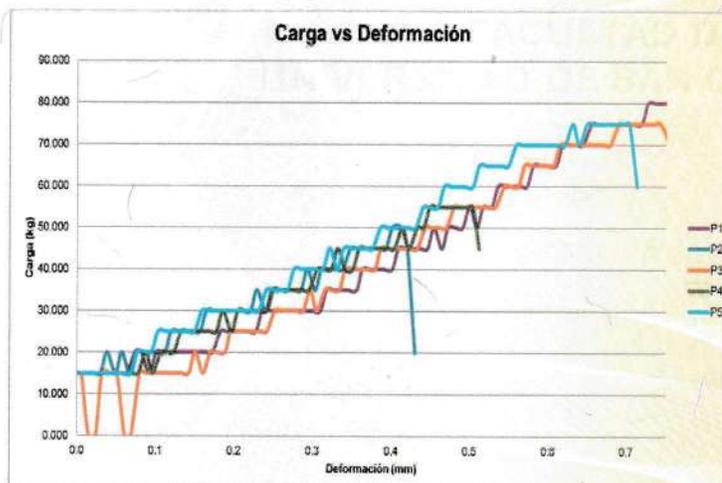
PROYECTO: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE MATERIALES PARA PROVISIONALES ACRILICO AUTOPOLIMERIZABLE, BIS ACRILICO Y PMMA FRESADO.

ASUNTO: ENSAYO DE COMPRESION EN ACRILICOS.

FECHA: GUATEMALA, 07/05/2025.

PMMA Fresado

MUESTRA	CARGA ROTURA (kg)	
	Kg	lb
P1	80	176.368
P2	50	110.23
P3	75	165.345
P4	55	121.253
P5	75	165.345
P6	55	121.253
P7	55	121.253
P8	25	55.115
P9	20	44.092
P10	55	121.253
PROMEDIO	54.5	120.1507





No. 14902

TESIS

O.T. No. 41786

INFORME No. 80-M-25

INTERESADO: MELANY MISHELL ACEITUNO MIJANGOS

PROYECTO: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE MATERIALES PARA PROVISIONALES ACRILICO AUTOPOLIMERIZABLE, BIS ACRILICO Y PMMA FRESADO.

ASUNTO: ENSAYO DE COMPRESION EN ACRILICOS.

FECHA: GUATEMALA, 07/05/2025.



Grafica de las mejores muestras de cada grupo

El presente informe únicamente es para las muestras identificadas en el mismo.

Se prohíbe la reproducción parcial o total sin autorización.

Atentamente,

SECCIÓN METALES Y PRODUCTOS
MANUFACTURADOS

M.Sc. Ing. Pablo Christian De León Rodríguez
Jefe de Metales y Productos
Manufacturados



Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA C.I.I.



Análisis comparativo de la resistencia a la fractura de materiales para provisionales: acrílico autopolimerizable, bis acrílico y polimetilmetacrilato (PMMA) fresado.

El contenido de esta tesis es única y exclusiva responsabilidad de la autora

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Melany Mishell Aceituno Mijangos', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

MELANY MISHELL ACEITUNO MIJANGOS

FIRMAS DE TESIS DE GRADO


Melany Mishell Aceituno Mijangos
SUSTENTANTE


Dr. Byron Estuardo Valenzuela Guzmán
ASESOR

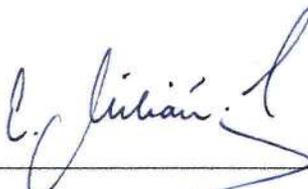

Dr. Roberto José Sosa Palencia
PRIMER REVISOR
Comisión de Tesis




Dr. Víctor Hugo Lima Sagastume
SEGUNDO REVISOR
Comisión de Tesis

IMPRÍMASE:

Vo.Bo.


Dr. Edwin Ernesto Milián Rojas
SECRETARIO ACADÉMICO
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

