



UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

“COMPARACIÓN DEL MODULO DE ELASTICIDAD Y
RESISTENCIA DE LA RESINA ACRILICA DE TERMOCURADO Y
LA RESINA FLEXIBLE SUPERPOLIAMIDA. ESTUDIO *IN VITRO* -
LIMA 2019”.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO
DENTISTA

Presentado por:

AUTOR: MAYLLE LEON JAMES ENRIQUE

ASESOR: Mg. Esp. CD. GIRANO CASTAÑOS JORGE

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres, quienes me enseñaron todo lo que soy como persona, mis principios, valores, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos.

A mi alma mater por haberme forjado bajo los principios éticos, morales y académicos.

Agradecimientos

A mi asesor el **Mg. Esp. CD. GIRANO CASTAÑOS JORGE**, no sólo por orientarme en dicha investigación sino por brindarme su amistad

Asesor de Tesis:

Mg. Esp. CD. Girano Castaños Jorge

Jurado:

1. Presidente:

Mg. CD. SOTOMAYOR LEON GINO, AURELIO

2. Secretaria:

Mg. CD. CASTILLO AYQUIPA, ARMANDO

3. Vocal:

Mg. CD. MORANTE MATURANA, SARA ANGELICA

ÍNDICE

1.	EL PROBLEMA	
1.1.	Planteamiento del problema	13
1.2.	Formulación del problema	14
1.2.1.	Problema general	14
1.2.2.	Problemas específicos	14
1.3.	Objetivos de la investigación	14
1.3.1	Objetivo general	14
1.3.2	Objetivos específicos	14
1.4.	Justificación de la investigación	15
1.4.1	Teórica	15
1.4.2	Metodológica	15
1.4.3	Práctica	15
1.5.	Delimitación de la investigación	16
1.5.1	Temporal	16
1.5.2	Espacial	16
1.5.3	Recursos	16
2.	MARCO TEÓRICO	17

2.1.	Antecedentes de la investigación	18
2.2.	Base teórica	21
2.3.	Formulación de la Hipótesis	35
2.3.1.	Hipótesis general	36
3.	MÉTODOLOGIA	37
3.1.	Método de investigación	38
3.2.	Enfoque investigativo	38
3.3.	Tipo de investigación	38
3.4.	Diseño de la investigación	38
3.5.	Población y muestra	38
3.6.	Variables y Operacionalización	40
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.7.1	Técnica	40
3.7.2	Descripción de instrumento	42
3.7.3	Validación	43
3.8	Plan de procesamiento y análisis de datos	43
3.9.	Aspectos éticos	43
4.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	44
4.1.	Resultados	45
4.2.	Discusión	49
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1.	Conclusiones	52
5.2.	Recomendaciones	52
6.	REFERENCIAS	53

Índice Tablas/Gráficos.	Pág.
TABLA N° 1: Módulo de elasticidad y resistencia de la resina de termocurado.	45
GRÁFICO N° 1: Módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado.	45
TABLA N° 2: Módulo de elasticidad y resistencia de la resina flexible superpoliamida	46
GRÁFICO N° 2: Módulo de elasticidad y resistencia de la resina flexible superpoliamida	46
TABLA N° 3: Comparación del módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida	47
GRÁFICO N° 3: Comparación del módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida	47

TABLA N° 4: Comparación del módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida	48
--	----

GRÁFICO N° 4: Comparación del módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida	48
--	----

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo general comparar el módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida, Estudio in vitro - Lima 2019. Para ello se emplearon 2 tipos de resinas acrílicas, las cuales se prepararon en cera para obtener una forma rectangular de 64 mm de largo, 10 mm de ancho y 2.5 mm de grosor, las cuales a posterior fueron pasadas a acrílico de termocurado y resina flexible superpoliamida. El tamaño de la muestra se realizó por calculo muestral, siendo empleados 10 bloques de resina acrílica de cada tipo, las cuales fueron sometidas a compresión por la máquina de ensayos universal, misma que generó una fuerza de aproximación de 0.001 N sobre los bloques con un avance de 0.01 mm/min. Tanto el módulo de resistencia como el módulo de elasticidad se analizaron mediante la prueba de flexión de tres puntos. Los resultados evidenciaron que el módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado fue de 2501.83 ± 139.42 , mientras que el módulo de resistencia fue de 78.36 ± 11.69 Megapascales. Por otro lado, el módulo de elasticidad de la resina flexible superpoliamida fue de 1020.59 ± 92.95 , mientras que el módulo de resistencia

fue de 36.04 ± 2.71 Megapascales. Así también se determinó que el módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado fue mayor al de la resina flexible superpoliamida, siendo esta diferencia de 1481.24 Megapascales. Además, se determinó que el módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado es mayor al de la resina flexible superpoliamida, siendo esta diferencia de 42.32 Megapascales. Por lo que se concluyó que el módulo de elasticidad (rigidez) y resistencia fue mayor en la resina acrílica de termocurado en comparación a la resina flexible superpoliamida.

Palabras Clave: resina acrílica, módulo de resistencia, módulo de elasticidad.

Abstract

The present research work had the general objective of comparing the modulus of elasticity and resistance of the thermosetting acrylic resin and the flexible superpolyamide resin, In vitro study - Lima 2019. For this, 2 types of acrylic resins were used, which were prepared in Wax to obtain a rectangular shape 64 mm long, 10 mm wide and 2.5 mm thick, which were later transferred to acrylic thermosetting and flexible super-polyamide resin. The size of the sample was made by sample calculation, using 10 acrylic resin blocks of each type, which were subjected to compression by the universal testing machine, which generated a force of approximation of 0.001 N on the blocks with a advance of 0.01 mm / min. Both the resistance modulus and the elasticity modulus were analyzed using the three-point flexion test. The results showed that the modulus of elasticity of the thermosetting acrylic resin was 2501.83 ± 139.42 , while the modulus of resistance was 78.36 ± 11.69 Megapascals. On the other hand, the modulus of elasticity of the flexible super polyamide resin was 1020.59 ± 92.95 , while the modulus of resistance was 36.04 ± 2.71 Megapascals. Thus, it was also

determined that the modulus of elasticity of the thermosetting acrylic resin was greater than that of the flexible super-polyamide resin, this difference being 1481.24 Megapascals. Furthermore, it was determined that the resistance modulus of the thermosetting acrylic resin is greater than that of the flexible superpolyamide resin, this difference being 42.32 Megapascals. Therefore, it was concluded that the modulus of elasticity (stiffness) and resistance was higher in the acrylic thermosetting resin compared to the flexible superpolyamide resin.

Keywords: acrylic resin, modulus of resistance, modulus of elasticity.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema.

Comúnmente, se presentan en la consulta odontológica, pacientes que han perdido gran parte de dientes por diversas razones; dichos pacientes se han visto afectados por la falta de sus dientes desde el punto de vista funcional y estético. Este último punto constituye un factor que genera una alta expectativa en cuanto a los resultados que se obtendrán luego de haber culminado el tratamiento requerido. La mayor preocupación del paciente parcialmente edéntulo que recibirá una prótesis parcial removible, es el hecho de que dicha estructura contenga elementos metálicos o "artificiales" que sean notorios y resulten antiestéticos y desagradables. La anterior razón, ha constituido un gran reto para el área de rehabilitación moderna; que incluye orientar las investigaciones con el fin de obtener mejores resultados de los que brindan las prótesis convencionales, utilizando nuevos materiales como el nylon, que pueden pasar desapercibidos y brindar mayor confort y estética al paciente (1).

Hoy en día, la prescripción por parte de los odontólogos para el uso prótesis flexibles ha ido en aumento, debido mayormente a que este disimula mejor los apoyos y retenedores que en muchas veces suelen evidenciarse cuando el paciente sonríe, siendo este su mayor incomodidad. Sin embargo, la flexibilidad y resistencia que presentan estos nuevos materiales como lo son las resinas

acrílicas flexibles en comparación a los acrílicos resinosos empleados comúnmente son distintas. Las prótesis empleadas en rehabilitación oral deben tener la capacidad de soportar las fuerzas masticatorias a las que están sometidas diariamente, muy aparte del material con la que se encuentren confeccionadas. Por ello, si un material es sumamente flexible y otro en contraparte rígido, nace la premisa de como esto puede afectar la resistencia del material (2,3).

Por esta razón, esta investigación busca determinar el módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida, evidenciando sus propiedades de un material sobre el otro.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1.- Problema general

¿Cuál será el módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida, Estudio *in vitro* - Lima 2019?

1.2.2.- Problemas específicos

- ¿Cuál será el módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado?
- ¿Cuál será el módulo de elasticidad y resistencia de la resina flexible superpoliamida?
- ¿Cuál será la diferencia entre el módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida?
- ¿Cuál será la diferencia entre el módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida?

1.3 Objetivo.

1.3.1 General.

- Comparar el módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida, Estudio *in vitro* - Lima 2019

1.3.2 Específicos.

- Determinar el módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado
- Determinar el módulo de elasticidad y resistencia de la resina flexible superpoliamida
- Comparar el módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida
- Comparar el módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida

1.4 Justificación.

Este estudio es de gran interés para la comunidad odontológica, pues trae consigo un interés teórico, metodológico y práctico.

1.4.1.- Teórico

Debido a que la presente investigación contribuye a incrementar el conocimiento científico sobre los nuevos materiales para la elaboración de prótesis dentales, como lo son las resinas acrílicas flexibles.

1.4.2.- Metodológico

La elaboración y aplicación de la variable módulo de elasticidad y resistencia fue mediante el método de flexión y ruptura aplicada por la máquina de ensayos universales, este tipo de equipo ha demostrado su efectividad en trabajos

similares de resistencia a la fractura de resinas por lo que los resultados son confiables en trabajos de investigación aplicados en odontología.

1.4.3.- Práctico

Al conocer los beneficios clínicos, estas no solo podrían ser empleadas en un futuro como prótesis parciales removibles sino también como prótesis totales.

1.5.- Delimitación de la investigación

1.5.1.- Temporal

El estudio se realizó entre los meses de diciembre del 2018 a noviembre del 2020.

1.5.2.- Espacial

El estudio se realizó en la ciudad de Lima, Perú, específicamente en el laboratorio HTL, laboratorio especializado en ensayos mecánicos de materiales

1.5.3.- Recursos

Los recursos fueron cubiertos por el mismo investigador

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación:

Cabezas C. (2017). Realizó un estudio para determinar la resistencia flexural de dos acrílicos de termocurado empleados para la realización de prótesis dentales. Para ello, elaboró placas de cera roja de 65 mm de largo, 10 mm de ancho y 2.5 mm de grosor, que luego fueron convertidas en acrílico, pasando previamente por un proceso de enmuflado. Estas placas de acrílico fueron colocadas sobre una maquina de ensayos universales que mediante la prueba de tres puntos se obtendría la resistencia flexural de los materiales, esta técnica consistió en colocar las barras creadas anteriormente sobre una estructura metálica que presentaba dos apoyos equidistantes en la base, las cuales servirían para soportar las barras de acrílico en sus extremos distales, mientras que un tercer apoyo bajaría verticalmente justo en el medio de la estructura, esta presentaría una velocidad de descenso de 1 mm/min. Siento esta pieza la que generaría poco a poco la flexión del material hasta conseguir su fractura, obteniendo así su módulo de resistencia del material. En los resultados se evidenció que las resinas acrílicas convencionales empleadas para la realización de prótesis dentales presentaron una resistencia a la fractura de 73.52 ± 9.05 MPa y 65.56 ± 5.95 MPa. Concluyendo que los acrílicos convencionales presentan muy buena resistencia a la fractura (3).

Pazmiño D. (2016). Realizó un estudio para determinar la resistencia a la fractura de las resinas acrílicas convencionales empleadas como base de prótesis dentales. Para ello evaluó 33 muestras que fueron testeadas por la máquina de ensayos universales Tinius Olsen modelo H25K-S de la Universidad Politécnica Nacional de Ecuador. Las piezas a evaluar fueron confeccionadas de cera roja con forma rectangular plana con las dimensiones de 65 mm de largo, 10 mm de ancho y 2.5 mm de grosor, que luego por un proceso de enmuflado y cera perdida se obtendrían los bloques de acrílico convencional con la forma requerida en resina acrílica. Posteriormente estas piezas fueron sometidas a fuerzas para determinar su resistencia a la fractura, esto se determinó empleando una máquina de ensayo universales con la técnica de tres puntos y una velocidad de avance de 1 mm/min. Los resultados de estas pruebas evidenciaron que el módulo de resistencia de las resinas tuvo una media de 85.12 MPa. Concluyendo que las resinas acrílicas convencionales para la elaboración de prótesis dentales ofrecen una adecuada resistencia a las fuerzas masticatorias (4).

Iwata Y. (2015). Realizó un estudio para evaluar la flexión de los materiales de resina acrílica comúnmente empleado para confeccionar prótesis dentales. Para ello, evaluó diversos tipos de resinas acrílicas entre ellas el tipo flexible por inyección y las acrílicas rígidas convencionales polimerizables, siendo preparado para este procedimiento unos bloques de resina acrílica de 64 mm de longitud, 10 mm de ancho y 3.3 mm de grosor tanto para las resinas flexibles como las convencionales, mismas que fueron sometidas a presión por una máquina de ensayos universales a una velocidad de 5 mm por minuto mediante la técnica de tres puntos. Donde el módulo de resistencia se midió en el punto de fractura y el módulo de elasticidad fue la mayor fuerza que recibió el bloque antes de fracturarse. En los resultados se encontró que el módulo de elasticidad de las resinas acrílicas flexibles fue de 1243.3 ± 73.3 MPa y 1559.8 ± 67.7 MPa mientras que el módulo de resistencia fue de 45.5 ± 1.6 MPa y 67.5 ± 4.3 MPa. Por otro lado, el módulo de elasticidad de las resinas acrílicas convencionales fue de 2999.1 ± 260 MPa y 2198.6 ± 73.8 MPa, mientras que el módulo de resistencia fue de 90.1 ± 4.0 MPa y 84.5 ± 2.1 MPa. Concluyendo que a mayor

módulo de resistencia mayor módulo de elasticidad (menos flexible) y viceversa (5).

Elif A. et al. (2015). Realizaron un estudio para determinar el módulo de resistencia de dos resinas acrílicas dentales empleadas en odontología. Para ello emplearon una resina acrílica flexible y otra rígida. Siendo preparado para este procedimiento unos bloques de resina acrílica de 65 mm de longitud, 10 mm de ancho y 2.5 mm de grosor, mismas que fueron sometidas a presión por una máquina de ensayos universales para medir su resistencia a la fractura. Esta máquina generó una velocidad de avance de 5 mm/min hasta la fractura del material. En los resultados se halló que para la resina acrílica flexible el módulo de resistencia fue de 73.2 ± 6.68 , mientras que el módulo de resistencia para la resina acrílica convencional fue de 89.1 ± 7.52 . Concluyendo que la resina acrílica convencional presenta mejor resistencia a la fractura que su contraparte flexible (6).

Hemmati M. et al. (2015). Realizaron un estudio para determinar el módulo de resistencia de 2 resinas acrílicas convencionales, para ello moldearon 20 piezas rectangulares de cera, mismas que fueron enmufladas y posteriormente mediante la técnica de cera perdida reemplazada por material acrílico, obteniéndose piezas planas de resina acrílica con las mediciones de 65 mm de largo, 10 mm de ancho y 2.5 mm de grosor, los cuales fueron colocadas sobre una máquina de ensayos universales. Las piezas fueron colocadas en unos soportes equidistantes que justo coincidían con las partes distales de la estructura acrílica, mientras que un tercer soporte descendía verticalmente sobre el medio de la estructura obligándola a flexar hasta su fractura. En los resultados se evidenciaron que el módulo de resistencia de las dos resinas acrílicas convencionales fueron de 88.21 ± 8.63 MPa y 77.77 ± 9.49 MPa. Concluyendo que ambas resinas acrílicas presentan buena resistencia a la fractura (7).

Villavicencio M. (2015). Realizó un estudio para determinar la resistencia de resinas las acrílicas convencionales empleadas para la confección de prótesis dentales totales. Para ello, realizó 16 muestras de resina acrílica en forma de rectangular con dimensiones de 60 mm de largo, 10 mm de ancho y 2.5 mm de

grosor, siendo realizado 8 muestras para cada tipo de acrílico estudiado (Vitalloy y vitacryl). Estas muestras fueron sometidas a carga por medio de una máquina de ensayos universales hasta lograr su fractura, es decir hasta identificar su módulo de resistencia. Los resultados evidenciaron que las resinas acrílicas convencionales para la elaboración de prótesis totales tienen una resistencia media a la fractura de 88.02 ± 1.54 MPa y 80.13 ± 7.09 MPa. Concluyendo que ambas resinas acrílicas tienen resistencia similar al impacto (8).

Shivani k, Shekhar B. (2013). Realizaron un estudio para determinar las propiedades de resistencia y flexión de las resinas acrílicas dentales flexibles. Para ello moldearon 15 piezas rectangulares planas de resina acrílica con las mediciones de 64 mm de largo, 10 mm de ancho y 2.5 mm de grosor, los cuales fueron sometidos a presión por una máquina de ensayos universales para determinar el módulo de elasticidad, siendo esta identificada cuando la mayor fuerza fue recibida por el bloque de resina acrílica sin fracturarse. El cálculo se hizo de manera computarizada por la computadora integrada en el equipo de ensayos universales, dejando de lado el error humano. Los resultados demostraron que el módulo de elasticidad (MPa) de las resinas acrílicas flexibles fueron de 1211.09 ± 103.86 MPa y 1547.9 ± 64.59 MPa. Por otro lado, al evaluar el módulo de resistencia se encontró que la resistencia de las resinas acrílicas flexibles fueron de 77.28 ± 3.443 MPa y 73.78 ± 3.899 MPa. Concluyendo que las resinas acrílicas flexibles tienen un bajo módulo de elasticidad lo que favorece su flexibilidad (9).

Ucar Y. (2012). Realizó un estudio para determinar las propiedades mecánicas de las resinas acrílicas convencionales empleadas para la realización de prótesis dentales totales y parciales en odontología. Para ello confeccionaron estructuras de cera de 65 mm de largo, 10 mm de ancho y 3 mm de grosor. Estas estructuras de cera fueron enmufladas y luego procesadas, obteniendo así, las mismas estructuras rectangulares, pero en el material deseado, esto se realizó para los 3 tipos de resinas acrílicas investigadas en este estudio, luego estos bloques fueron sometidos a presión por medio de una máquina de ensayos universales para determinar su resistencia a la fractura. En donde se determinó que las resistencias a la fractura de estos tres tipos de resina fueron de 78.3 ± 1.0 MPa,

69.8 ± 1.4 MPa y 81.1 ± 1.0 MPa. Concluyendo que los tres tipos de resina acrílica no presentan diferencia estadísticamente significativa en cuanto a resistencia a la fractura se refiere (10).

2.2. BASE TEÓRICA.

A lo largo de los siglos, una variedad de materiales se ha utilizado para la construcción de prótesis. Los desarrollos históricos de estos materiales lo han llevado a los tiempos en que las prótesis fueron talladas en piedra, marfil, hueso y madera hasta los últimos polímeros (11).

La pérdida de dientes altera las funciones de sistema estomatognático, como es la masticación, la fonética y la estética. En el caso de la función masticatoria puede conllevar a una variación de dieta por parte de la persona, forzando a nuevas prácticas alimentarias determinadas con un mayor consumo de alimentos blandos y fáciles de masticar, ocasionando restricciones dietéticas y comprometiendo el estado nutricional de la persona (12,13).

La rehabilitación protésica debería poder recuperar la función y la estética de los pacientes. Sin embargo, las prótesis parciales removibles convencionales se fabrican en un marco de metal que usa broches para la retención. Los broches suelen ser visibles cuando el paciente sonríe. Estos componentes visibles ocasionalmente causan insatisfacción, lo que hace que los pacientes rechacen el tratamiento debido a la forma en que atribuyen la máxima importancia de su sonrisa a su autoestima y a sus relaciones personales, sociales y profesionales (14,15,16,17).

PROTESIS DENTAL REMOVIBLE

Se define a la prótesis dental como aquel dispositivo protésico dental removible que sustituye a la dentición perdida y a las estructuras asociadas del maxilar o la mandíbula (3,10).

Estimaciones de la Organización Mundial de la Salud señalan que el progresivo aumento del envejecimiento de la población mundial es debido, principalmente, al aumento de las expectativas de vida y la disminución de las tasas de natalidad. Si se analiza que la vejez y el envejecimiento son procesos biológicos inevitables para la población, los cuales actúan como procesos irreversibles e irrenunciables que afectarán en un conjunto por completo y no de manera aislada, llegamos a la conclusión de que la cavidad bucal no está exenta de esta realidad. Por lo mencionado se puede inferir que muchas de las personas de la tercera edad, pacientes descuidados en su salud oral y otros pacientes por diferentes motivos necesiten o necesitarán un tratamiento odontológico rehabilitador (3).

La pérdida de dientes es un tema de gran preocupación para la mayoría de las personas y su remplazo por substitutos artificiales es vital para continuar con su vida normal. Uno de los problemas encontrados en la fabricación de las prótesis totales removibles es la limitación en la resistencia de estas y conocer sobre el diseño para satisfacer las demandas funcionales en la cavidad oral (3,19).

Los aparatos protésicos están confeccionados de diferentes materiales compuestos, biocompatibles con los tejidos blandos, que entrarán en contacto para lograr una integración armoniosa entre ambos, es decir, deben ser aceptables de forma biológica, bioestables, tanto a corto como a largo plazo y mantener sus propiedades, como su estructura físico-química en el entorno biológico donde es aplicado (20)

POLIMEROS DENTALES

Los polímeros son un campo muy importante de la ciencia moderna, que ha influenciado en la mejora de los tratamientos odontológicos en los últimos decenios. Su existencia se conocía como productos de desecho de ciertas reacciones químicas en forma de ceras o residuos pegajosos, en la que los químicos empezaron a desarrollar las mismas (3,4).

El descubrimiento de estos materiales ha creado un “boom” en todas las empresas, especialmente aquellas relacionadas con Odontología, ya que han

logrado desplazar el uso de metales e incrementar su aplicación en diferentes campos de esta área, por ello se puede decir que vivimos en una era de plásticos (3).

La definición de polímero viene del vocablo griego poli= mucho, mero= partes, lo que significa muchas partes. Los polímeros son macromoléculas que están compuestas por varias unidades químicas que toman el nombre de monómeros que se van repitiendo a lo largo de una cadena por ejemplo un polímero es como un collar de perlas en que las perlas serían los monómeros y el hilo que atraviesa cada una de estas sería el polímero (4).

Un polímero es un compuesto químico que consta de grandes moléculas formadas por la unión de unidades más pequeñas llamadas monómeros. La influencia de este material no se ha dejado esperar y existen muchos usos en múltiples campos como rehabilitación oral, ortodoncia, ortopedia y en nuevos campos odontológicos como es la odontología plástica o estética (3).

En odontología se emplean barios polímeros para la confección de base de prótesis los que pueden ser rígidos blandos o resilentes pero en cualquier caso deben cumplir con ciertos requisitos (4):

- Deben ser lo suficientemente translucidos para asemejar la apariencia de los tejidos bucales
- No deben experimentar cambios de color después de su procesado, sea en el medio externo como en el intrabucal.
- Poseer buena estabilidad dimensional.
- Ser higiénicos con una superficie fácil de limpiar, impermeables a la saliva sin olor ni sabor desagradable.
- Tener resistencia mecánica y a la abrasión adecuada para su uso.
- Deben ser compatibles con los tejidos blandos de la cavidad oral, no tóxicos no irritantes.
- No presentar corrosión, ablandamiento ni solubilidad ante la saliva u otras sustancias que puedan encontrarse casualmente en la boca.

- Poseer un bajo peso específico y alta conductibilidad térmica.
- Ser fáciles y rápidos de reparar en caso de una fractura.
- Poseer un fácil procesado y manipulación en cuanto a técnicas y equipos.

RESINAS ACRILICAS

Son polímeros a base de metacrilato de metilo, de gran importancia en la confección de prótesis dentarias ya que, a más de ser un material para la elaboración de base de dentaduras, también permite reponer fragmentos perdidos, soportan los dientes protésicos, imitan la apariencia de la encía además que brinda una buena sujeción de los dientes a reponer (4,11).

Estas pertenecen al grupo de macromoléculas de alto peso molecular, son el resultado de la unión de sustancias más pequeñas, es decir, de elementos de menor peso molecular los cuales se los conoce como monómeros y son obtenidos de sustancias naturales o sintetizadas de forma artificial (3).

Las resinas acrílicas son los materiales más usados para la fabricación de bases de dentaduras. Pueden derivarse de muchas sustancias, pero en un estricto punto de vista odontológico las más importantes son aquellas derivadas del ácido acrílico y las del ácido metacrílico (3,21).

Para ser usada, ésta debe tener cualidades excepcionales en cuanto a su estabilidad dimensional, ser fuertes y duras, no frágiles y que permitan su uso de una forma sencilla al ser confeccionadas para la base de prótesis. Estas propiedades dependerán en gran medida del tipo de monómeros, de sus enlaces y su disposición espacial (3).

PROPIEDADES QUE INFLUEYEN EN TODAS LAS RESINAS EMPLEADAS EN PROTESIS DENTAL

Módulo de elasticidad. El módulo de elasticidad indica la rigidez de un material. Un material con un módulo de elasticidad elevado será más rígido, en cambio

un material que tenga un módulo de elasticidad más bajo es más flexible (22,23,24).

Módulo de resistencia (Resistencia flexural). Es la magnitud que caracteriza la resistencia de un material que se encuentra sometido a flexión. De hecho, el módulo de resistencia es calculable a partir de la forma y dimensiones de la sección transversal y representa la relación entre las tensiones máximas sobre la estructura y el esfuerzo de flexión aplicado (24).

Resistencia al desgaste. Es la capacidad que poseen las resinas acrílicas de oponerse a la pérdida superficial, como consecuencia del roce con la estructura dental. Esta deficiencia no tiene efecto perjudicial inmediato, pero lleva a la pérdida de la forma anatómica de las restauraciones disminuyendo la longevidad de las mismas. Esta propiedad depende del tamaño, la forma y el contenido de las partículas de relleno, así como de la localización de la restauración en la arcada dental y las relaciones de contacto oclusales. Cuanto mayor sea el porcentaje de relleno, menor el tamaño y mayor la dureza de sus partículas, la resina tendrá menor abrasividad (22,24)

Resistencia a la fractura. Es la tensión máxima que puede soportar un cuerpo antes de fracturarse. La resistencia de los acrílicos es siete veces superior a la de los cristales que presenten el mismo espesor, por lo que resulta más resistente a los golpes y caídas (22,23,24).

Compatibilidad biológica. Las resinas acrílicas deben ser insípidas, inodoras, no tóxicas, no deben irritar ni dañar los tejidos bucales. Para dar cumplimiento a estos requisitos, debe ser totalmente insoluble en saliva y en cualquier otro tipo de fluido que se lleve a la boca, y debe ser impermeable a los fluidos orales para no resultar poco higiénica ni desagradable en cuanto a sabor y olor (24).

Dureza. En odontología, se refiere a la resistencia superficial del material de estudio que puede ser afectado en el caso de aparatos de prótesis dentales, por la acción mecánica y química de agentes limpiadores, produciendo desgastes, rayas y rugosidades en su superficie afectando de este modo su aspecto visual,

pulido o acabado final, permitiendo acúmulo de placa bacteriana y tinciones superficiales del acrílico (11,22,23,24).

Estética. Las propiedades estéticas de las resinas para base de dentadura son muy buenas, ya que permiten agregar colorantes que simulan la apariencia, aunque no igualan las características de los tejidos orales (24).

POLIMETACRILATO DE METILO (PMMA)

Es el más importante polímero derivado del ácido etileno. Su obtención se realiza mediante una serie de reacciones químicas en la que el etileno se transforma en ácido acrílico después en ácido metacrílico y por último en metacrilato de metilo (4,11,24).

Los polímeros obtenidos a partir del ácido metacrílico (poliácidos) son duros, resistentes, transparentes, de excelentes propiedades ópticas con alto índice de refracción, poseen buena resistencia al envejecimiento, pero su polaridad permite la absorción de agua lo que tiende a separar las cadenas produciendo un ablandamiento general y una pérdida de resistencia por lo que no es óptimo para su uso intra oral (4,25,26).

Y aunque ofrecen una estética adecuada, no cumplen con todos los requisitos mecánicos impuestos en las prótesis parciales removibles, ya que el polimetacrilato de metilo está sujeto a fallas mecánicas y cambios dimensionales, y puede causar reacciones alérgicas. Muchos polímeros ya se han introducido o desarrollado a lo largo del tiempo para mejorar las propiedades físicas del polimetacrilato (14). Sin embargo, si se usan los ésteres de los poliácidos sustituyendo el H, del radical OH del ácido metacrílico, por un radical metil dando como resultado el metacrilato de metilo, mismo que es sometido a una reacción de polimerización resultando el polimetacrilato de metilo, compuesto básico de los polímeros para base de prótesis (4,24).

Comúnmente los materiales para base de dentaduras de polimetacrilato se constituyen de dos componentes el monómero (líquido) y polímero (polvo). El

monómero (metacrilato de metilo) se mezcla con el polímero (formado por pequeñas cadenas de polimetacrilato de metilo) dando una masa plástica. Esta masa plástica se ataca dentro de un molde, donde el monómero polimeriza, debido a esta presentación, se puede observar una estructura de tipo esférico, donde hay una matriz uniforme en la que resaltan las partículas esféricas del polímero (4,11,23,25).

Se debe decir también que el polimetacrilato de metilo se prepara tanto en forma de polímero de fotocurado, termocurado y autopolímero todos tienen las mismas sustancias, pero se diferencian en la forma de desencadenar su polimerización. En el primero la reacción de polimerización se desencadena por uso de energía o luz ultravioleta, en el segundo por calor, mientras que en los autopolímeros para cumplir con su reacción de polimerización usan catalizadores especiales. Para la polimerización del polimetacrilato de metilo también es necesaria la activación de un iniciador que es el Peróxido de Benzoilo, creando así los primeros radicales libres para iniciar la reacción de polimerización en cadena por la apertura de los dobles enlaces del metacrilato de metilo (4).

Las características del polimetacrilato de metilo son (4):

- Es una resina estable y transparente
- Es translúcida, por lo que permite el paso de la luz ultra violeta (250nm de longitud de onda)
- Puede ser pigmentada manteniendo dichos colores por largo tiempo
- Posee una densidad mayor que la del monómero
- Posee una resistencia de 60 MPa
- Su módulo de elasticidad es de 2 400 MPa
- Es una resina inodora, no tóxica, insípida que no inflama la mucosa bucal
- Soporta bien la temperatura intra-oral

RESINAS DE TERMOCURADO O TERMOPOLIMERIZABLES

Son las más usadas en el mercado para la fabricación de base de dentadura se diferencian de las antes descritas ya que para su polimerización requiere de calor la cual puede obtenerse empleando un baño de agua o un horno microondas (4,24).

Las resinas de tipo termopolimerizables son generalmente usadas para (6,16):

- Confección de bases de dentaduras totales, parciales y prótesis removible
- Reparación de fracturas protésicas
- En rebasados protésicos
- Para la confección de dientes artificiales
- Mantenedores de espacio

Cuando las resinas de termopolimerización se calientan a más de 60°C, las moléculas de peróxido de benzoico se descomponen para dar lugar a especies eléctricamente neutras que contienen electrones no apareados denominados radicales libres. Cada radical libre reacciona inmediatamente con una molécula de monómero que se encuentra a su alcance para dar inicio a la polimerización por crecimiento de cadena. Puesto que el producto de la reacción posee también un electrón no apareado, químicamente activo, por lo que una nueva molécula de monómero se unirá a cada cadena polimérica. Esto se produce en forma muy rápida (4,24).

Una vez enmuflado el material resinoso se activa con calor a través de baños de agua. En la que se calienta el agua a una temperatura y tiempo predeterminado por el fabricante (4).

Las resinas de termocurado han tenido gran popularidad en odontología ya que su procesado y técnicas son fáciles y sencillas de realizar, además que proveen propiedades y características esenciales para ser utilizadas en la boca (4).

En el mercado actual constamos con varias marcas, como la resina acrílica para base de dentaduras NEW STETIC que vienen en forma de polvo (polímero) y líquido (monómero) (4).

NUEVOS PLÁSTICOS PARA BASE DE DENTADURA POLIACRÍLICOS HIDRÓFILOS

Resultado de la mezcla de metacrilato de metilo y monómero hidrofílico. Es el copolimero más flexible, pero con menor resistencia al impacto, no presenta cambios de coloración y tiene alta absorción de agua, absorbe el 20% de agua por peso, por lo que le confiere cierta suavidad al material por ello es uno de los copolimeros más utilizados para el rebase blando de las prótesis (4).

Los materiales flexibles utilizados para la fabricación de prótesis parciales removibles son resinas termoplásticas. Se diferencian de las resinas convencionales al no experimentar reacciones químicas durante el proceso de laboratorio. Las resinas termoplásticas experimentan solo cambios físicos cuando se calientan, ya que se vuelven blandas y se pueden inyectar a presión en un molde refractario precalentado, donde se solidifica a medida que se enfría. Las resinas termoplásticas flexibles usadas para fabricar prótesis parciales removibles incluyen poliamidas o nylon, y resinas de acetato o polioximetileno (14).

POLIAMIDA O NYLON

La poliamida se introdujo en el mercado para la fabricación de prótesis flexibles hace décadas, en un momento en que no tenía las características requeridas para la fabricación de dentaduras apropiadas. Hoy en día, la poliamida se deriva de los ácidos de diamina y monómeros dibásicos. Tiene una alta resistencia química, térmica y física, es clínicamente irrompible, absorbe poca agua y es de color estable (14,27).

El nylon pertenece a la familia de las súper poliamidas cosa que enaltece aún más las propiedades elásticas del material. Al ser un material diferente y su

principal característica es la flexibilidad, rompe con todos los paradigmas ya formados en las confecciones de prótesis acrílicas convencionales (27).

La poliamida se puede usar de muchas maneras: puede reemplazar el armazón de metal y la resina convencional que se usa en prótesis totalmente flexibles y libres de metal, reforzando los dientes pilares e imitando los tejidos gingivales; se puede combinar con la estructura metálica, reemplazando los brazos retenedores de Co-Cr con cierres flexibles que imitan la goma y las resinas convencionales en la base; y como cierres prefabricados en el color de los dientes conectados a la estructura metálica o a las resinas convencionales (14).

La fabricación de las prótesis flexibles se da por inyección, al ser inyectado a presión toma una copia exacta al modelo de trabajo para su confección. El material de fabricación se presenta en tubos metálicos que, al ser expuestos al calor a una temperatura superior a los 160 grados, se inyecta dentro del encofrado para así obtener la prótesis (27).

ACETATO O RESINA DE POLIOXIMETILENO.

Formada por polimerización de formaldehído, la resina de acetato es un material flexible muy resistente que resiste el desgaste. Estas características lo convierten en un material ideal para bases de prótesis dentales, broches prefabricados y ganchos de prótesis parciales removibles, reemplazando el metal y promoviendo una mejor estética. Aunque las resinas de acetato son flexibles, son más duras que la poliamida, por lo que un marco de acetato también se puede combinar con las bases de polimetacrilato de metilo. Por otro lado, debido a la cadena de carbono ordenada, las resinas de acetato son opacas y no tienen la translucidez y vitalidad estéticamente deseables (14).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE RESINAS FLEXIBLES EN PRÓTESIS DENTALES

Muchos pacientes están insatisfechos con sus prótesis dentales debido a los cierres metálicos, especialmente los cierres en la región anterior. Las dentaduras

hechas de resinas flexibles pueden ser totalmente libres de metal o contener partes metálicas. Los cierres de resina están hechos del mismo color de los dientes o en resina rosa translúcida, imitando las encías. Estas características hacen que las prótesis sean indudablemente más estéticas (14,23).

Las prótesis de resina flexible sin metal son más ligeras y más cómodas. Además, son más resistentes que las prótesis no flexibles tradicionales (2,14).

La absorción de agua de las resinas es importante porque cambia las dimensiones de las prótesis y empeora sus propiedades mecánicas. Las resinas de acetato absorben menos agua que el polimetacrilato de metilo pero tienen la misma estabilidad de color. La solubilidad se refiere a la masa de materiales solubles en los polímeros, tales como monómeros no reactivos y plastificantes, y cebadores. Las resinas de acetato son menos solubles, por lo tanto, mejores que las resinas acrílicas convencionales. Al contrario del polimetacrilato de metilo, tanto las resinas de acetato como las de poliamida tienen muy poco o ningún monómero residual (14,23).

En general, las resinas termoplásticas no son muy porosas, lo que reduce la formación de biopelículas y la pigmentación, evita el mal olor y aumenta la estabilidad dimensional y del color (2,14).

La poliamida no se adhiere a las resinas acrílicas de la misma manera que los nuevos incrementos de resina flexible no se pueden agregar a una prótesis terminada, incluso si la prótesis está hecha del mismo material, por lo general, evita la rebasación y las reparaciones. Sin embargo, algunos fabricantes afirman que las dentaduras postizas se pueden rebasar y reparar adecuadamente utilizando cianoacrilato como agente adhesivo. La resina de acetato se puede rebasar y reparar cuando se usa como marco y se combina con bases de resina acrílica (14).

Es importante señalar que no hay estudios clínicos sobre la colonización y el crecimiento de microorganismos en prótesis de poliamida o sobre el efecto de los limpiadores en las características de este material (14,23).

La ausencia de estudios clínicos longitudinales en pacientes con prótesis de resina flexible es una desventaja importante. Por lo tanto, se desconoce cómo responden los tejidos orales a la exposición a largo plazo a estos polímeros. Además, no se han establecido muchos parámetros relacionados con el comportamiento de la resina, como el crecimiento de microorganismos en resinas flexibles y el efecto de los limpiadores dentales químicos y el hipoclorito de sodio en sus características (14).

En resumen, las ventajas de las resinas flexibles son (1,27):

- **ESTÉTICA.** La gran translucidez del nylon, deja pasar el color de la estructura que tiene por detrás, por lo que los retenedores confeccionados se adaptarán muy bien con los tejidos dentales y gingivales y se podrán evitar los antiestéticos retenedores metálicos.
- **CONFORTABLE Y LIVIANA.** Es liviana porque se puede realizar en espesores muy delgados y por el bajo peso específico de la poliamida.
- **RESISTENTE.** Por su elasticidad, en condiciones de uso normal es resistente a los golpes y caídas, no sufriendo micro fractura.
- **HIGIÉNICA.** Debido a que presenta baja porosidad, es impermeabilidad a los fluidos orales, no toma olor, dificulta el depósito de sarro y mantiene su color original
- **BIOCOMPATIBILIDAD.** Al no presentar monómero no produce irritación. Así también al no presentar metales no produce galvanismo

Entre las desventajas de las prótesis flexibles se encuentran (1,23):

- Dificultad de inserción y retiro de la boca. Algunas personas sufren constantemente de aftas cuando usan una prótesis de este tipo y otras dicen que producen mal olor.

- Normalmente son consideradas irrompibles, pero cuando esto sucede, no son tan fácil de reparar, e incluso imposible.
- Generalmente no es posible hacer un rebasado.
- Las prótesis flexibles de nylon duran poco tiempo (3, 4 años).

INDICACIONES DE RESINA FLEXIBLE.

Las resinas flexibles están indicadas en los casos en que los requisitos estéticos no pueden cumplirse con otros tipos de prótesis dentales debido a razones biomecánicas o fisiológicas o la voluntad del paciente (4,24).

Las resinas de acetato y poliamida no tienen polímeros residuales, por lo tanto, las prótesis flexibles pueden ser indicadas para pacientes que pueden ser alérgicos a estas sustancias o pacientes alérgicos a Co-Cr (4,23).

También están indicados para pacientes con un torus palatino voluminoso, hendidura palatina, propensión a romperse las dentaduras postizas e intolerancia morfológica a las bases acrílicas duras, como la arista de filo de cuchillo (4,23).

CONSIDERACIONES CLÍNICAS

Un gran beneficio de las prótesis parciales removibles flexibles libres de metal es la pequeña preparación oral requerida. La flexibilidad de los componentes reduce las interferencias durante la inserción y extracción de prótesis. La fabricación de planos de guía y el desgaste eventual en las superficies de los brazos recíprocos se consideran intrascendentes (14).

TÉCNICAS DE MOLDEO DE PRÓTESIS DENTALES

Las dos técnicas de moldeo más utilizadas para las resinas acrílicas para prótesis son el moldeo por inyección y el moldeo por compresión. El método de procesamiento de moldeo por inyección para la fabricación de prótesis lleva a

una menor contracción de la polimerización y produce una prótesis más precisa que el proceso de moldeo por compresión (2).

BIOMECÁNICA EN PROSTODONCIA

La biomecánica aplicada a prostodoncia total es aquella ciencia que estudia a la prótesis colocada en la cavidad oral y sometida a las distintas fuerzas que actúan sobre la misma. Existen diferentes tipos de fuerza que actúan sobre una prótesis como consecuencia del desarrollo de las funciones orales de un paciente (4).

Una vez instaurada una prótesis en boca esta soporta fuerzas de tracción, compresivas y horizontales. Las primeras denominadas de tracción son aquellas fuerzas verticales que jalan en sentido opuesto al de inserción de una prótesis total. Las segundas compresivas, son fuerzas verticales que empujan en sentido de inserción de una prótesis y por ultimo las fuerzas horizontales que son cargas latero-laterales de flexión y rotación (4).

BIOMECÁNICA DE LAS PRÓTESIS PARCIALES REMOVIBLES

La biomecánica de la prótesis parciales removibles se fundamentan en tres principios, retención la conseguimos con los brazos de los retenedores ya que son elementos que se resisten a las fuerzas inversas de la vía de inserción, soporte está dado por la base de la prótesis, apoyos, conecto mayor ya que son los elementos que se resisten a las fuerzas aplicadas a las fuerzas inversas de la vía de inserción, estabilidad está conformado por los planos guías, brazos estabilizadores los componentes verticales ya que son fuerzas inversas aplicadas para apical (4,28).

- Retención, es la propiedad de una prótesis de contrarrestar las fuerzas que producen su desestabilización o extrusión. Por lo que se entiende que es la capacidad que tiene la base de prótesis de oponerse a las fuerzas de tracción.

- Soporte, Capacidad de la base de prótesis de no instruirse o impactarse en su apoyo (fibromucosa y hueso basal), propiedad de repeler las fuerzas de compresión.
- Estabilidad, es la destreza que tiene la base de dentadura de conservar su posición de reposo o volver a ella después de realizar los movimientos funcionales.

2.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.3.1. Hipótesis general

Hi: El módulo de elasticidad y resistencia es mayor en la resina acrílica de termocurado en comparación con la resina flexible superpoliamida.

Ho: El módulo de elasticidad y resistencia es menor en la resina acrílica de termocurado en comparación con la resina flexible superpoliamida.

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

3.1. Método de la investigación

El presente estudio fue de tipo inductivo, pues a través de ella se busca plantear que tipo de resina acrílica presenta mayor módulo de elasticidad y resistencia

3.2. Enfoque de la investigación

Fue de tipo cuantitativo

3.3. Tipo de investigación

El presente estudio fue de tipo aplicada

3.4. Diseño de la investigación

El presente estudio fue de tipo experimental, transversal, prospectivo y analítico

3.5. Población y muestra

- Población: Barras de resina acrílica de termocurado y de resina flexible superpoliamida.

- Muestra: La muestra fue probabilística, siendo resultado del siguiente calculo muestral:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 S^2}{(X_1 - X_2)^2}$$

Donde

n= Elementos necesarios en cada una de las muestras

Z α = Nivel de confianza 95% (1.96)

Z β = poder estadístico 90% (1.25)

d = Diferencia de medias

S= Desviación estándar

$$n = \frac{2(1.96 + 1.25)^2 (0.5)^2}{d^2}$$

$$n = \frac{2(3.21)^2 (0.5)^2}{(176.45 - 175.73)^2}$$

$$n = \frac{2(10.3041)(0.25)}{(0.72)^2}$$

$$n = \frac{5.15205}{0.5184} = 9.94 = 10$$

Por lo tanto se requirió una muestra mínima de 10 barras de cada tipo de resina acrílica, para un total de 20 barras empleadas para todo el estudio.

- **Criterios de inclusión**
- Barras de acrílico y resina flexible que cumplan las medidas planteadas.

- Barras de acrílico y resina flexible que no presenten irregularidades, rasguños o grietas en su superficie.
- **Criterios de exclusión**
- Barras de acrílico y resina flexible que tuvieron medidas inadecuadas, con superficies ásperas y que presenten defectos estructurales como burbujas y fracturas.

3.6. Variables y operacionalización

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	TIPO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	VALORES
Módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida	Cuantitativa numérica	Grado de rigidez	Resistencia del material antes de su fractura	De Razón	• 0 – 2600 MPa
Módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida	Cuantitativa numérica	Resistencia a la fractura	Resistencia del material al momento de su fractura	De Razón	• 0 – 100 MPa

Resinas acrílicas	Categoría, cualitativa	Polímeros a base de polimetacrilato de metilo	Material base de prótesis removibles	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Convencional • Flexible
-------------------	------------------------	---	--------------------------------------	---------	--

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. **Técnica:** La técnica que se empleó para recolectar los datos fue la técnica experimental *in vitro*.

Para esto, inicialmente se tuvieron que confeccionar unas barras de resinas acrílicas de los materiales a estudiar. Estas barras de resina tuvieron las siguientes dimensiones: 64 mm de largo, 10 mm de ancho y 2.5 mm de grosor. Para la elaboración de las 20 barras de resina acrílica, primero se realizaron láminas de cera cavex con las mismas dimensiones que se deseaban para las resinas acrílicas, para el caso de la resina acrílica de termocurado (Vitacryl) y la resina acrílica flexible superpoliamida (Deflex Classic SR) las láminas de cera fueron enmufladas en filas de 4 barras de cera por mufla, agregándole un bebedero para posteriormente insertar el material acrílico por medio de la técnica de la cera perdida. La cual consiste en colocar la mufla sellada en un recipiente con agua hirviendo hasta que se derrita la cera generando un espacio en negativo de la forma que se desea, en este caso con la forma de las barras de ceras realizadas con anterioridad. Posteriormente con los espacios generados en las muflas, estos se dividieron en dos grupos, los primeros recibieron la resina de termocurado lento, donde se abrieron las muflas para colocar el material en su forma plástica hasta completar todo el espacio en negativo para posteriormente ser sellada de nuevamente y comprima expulsando el material sobrante, luego la mufla fue llevada nuevamente al agua hirviendo hasta que se complete el proceso de termo polimerización. Para el caso de la resina flexible una vez conseguidas las muflas con los espacios en negativo, el material resinoso fue calentado en el horno integrado de la misma marca (Deflex injection

system) para luego ser inyectado por presión en la mufla, completando los espacios en negativo con dicho material.

Una vez obtenidas las barras de resina acrílica de ambos materiales, estos fueron rotularos y se llevaron al laboratorio especializado en ensayos mecánicos de materiales HTL para proseguir y obtener el módulo de elasticidad y resistencia de las resinas acrílicas. El procedimiento en el laboratorio consistió en colocar la cada barra de resinas individualmente y por separado en la máquina de ensayos universales, la maquina presentaba una base con soporte equidistantes en donde descansaría la barra de acrílico. Ya posicionado la barra, desde la parte superior y desde el centro de las zonas equidistantes bajaría un vástago metálico a una velocidad de avance de 1 mm/min generando la deflexión del material y posteriormente su fractura.

La técnica empleada en el laboratorio de ensayos mecánicos para determinar el módulo de elasticidad y resistencia de las resinas acrílicas fue la técnica de tres puntos. Para calcular la resistencia, se utilizó la siguiente fórmula:

Módulo de resistencia (resistencia flexural la que correspondió a la resistencia última que pudo soportar el material medida en megapascales (MPa))

$$\frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde P es igual a la fuerza última con la que la muestra se fracturó dado en Newton (N), L es la distancia entre los soportes, b es el ancho de la muestra y d es el espesor de la muestra.

Mientras que para determinar el módulo de elasticidad se empleó la siguiente formula:

Módulo de elasticidad

$$\frac{FL^3}{4ybd^3}$$

Donde y es la desviación correspondiente a la carga F en un punto en la porción de línea recta de la curva de carga-desviación, L es la distancia entre los soportes, b es el ancho de la muestra y d es el espesor de la muestra.

Posterior a su ejecución el laboratorio se encargó de entregar los datos solicitados al investigador para la elaboración de los resultados estadísticos

3.7.2. Descripción de instrumentos: El instrumento empleado fue una ficha de recolección de datos, en la cual se anotaron los valores en Megapascales del módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida

3.7.3. Validación: El instrumento no precisó de validación pues solo sirvió para registrar los datos que se obtuvieron de la máquina de ensayos universales.

3.8. Procesamiento de datos y análisis estadísticos

Para el procesamiento de la base de datos se empleó el programa estadístico SPSS versión 22 empleando la prueba T de student para muestras independientes y el programa Excel para la elaboración de gráficos.

3.9. Aspectos éticos

- Certificado del centro donde se realizó el estudio

CAPÍTULO IV: PRESENTACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados

TABLA Y GRÁFICO N° 1: Módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado

Resina acrílica de termocurado	N	Media	Desviación estándar
Módulo de elasticidad	10	2501.83	139.42
Módulo de resistencia	10	78.36	11.69

En la tabla N°1 se evidencia que el módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado fue de 2501.83 ± 139.42 , mientras que el módulo de resistencia fue de 78.36 ± 11.69 Megapascuales.

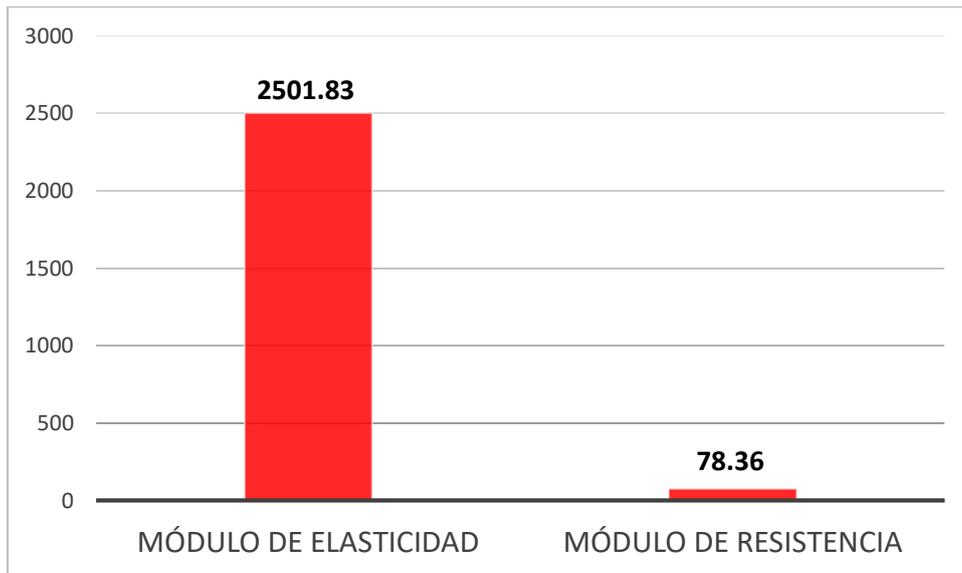


TABLA Y GRÁFICO N° 2: Módulo de elasticidad y resistencia de la resina flexible superpoliamida

Resina flexible superpoliamida	N	Media	Desviación estándar
Módulo de elasticidad	10	1020.59	92.95
Módulo de resistencia	10	36.04	2.71

En la tabla N°2 se evidencia que el módulo de elasticidad de la resina flexible superpoliamida fue de 1020.59 ± 92.95 , mientras que el módulo de resistencia fue de 36.04 ± 2.71 Megapascuales.

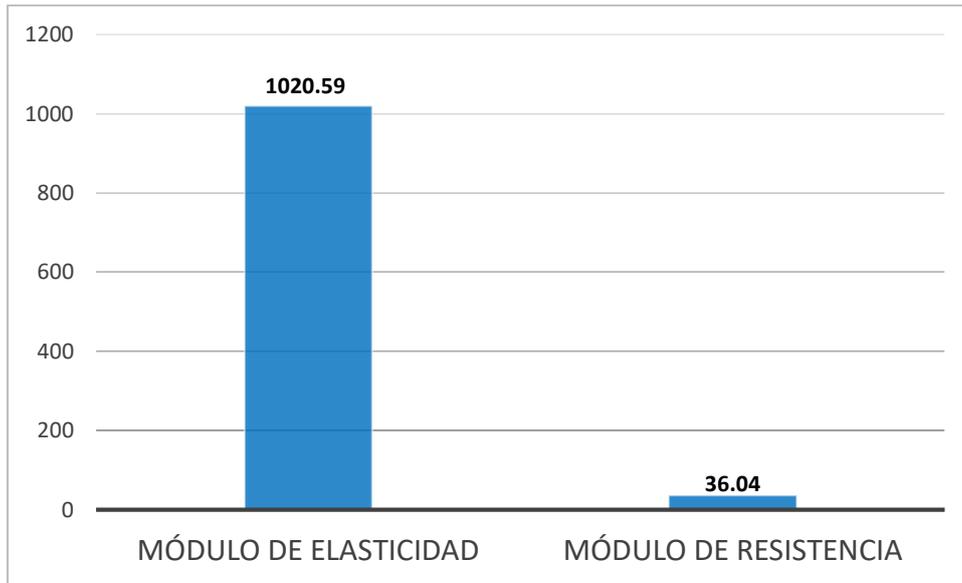


TABLA Y GRÁFICO N° 3: Comparación del módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida

Módulo de elasticidad	N	Media	Desviación estándar
Resina acrílica de termocurado	10	2501.83	139.42
Resina flexible superpoliamida	10	1020.59	92.95

T de student para muestras independientes: $p=0.000 < 0.05$. Por lo tanto existe diferencia estadísticamente significativa entre el módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida.

En la tabla N°3 se evidencia que el módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado fue mayor al de la resina flexible superpoliamida, siendo esta diferencia de 1481.24 Megapascales.

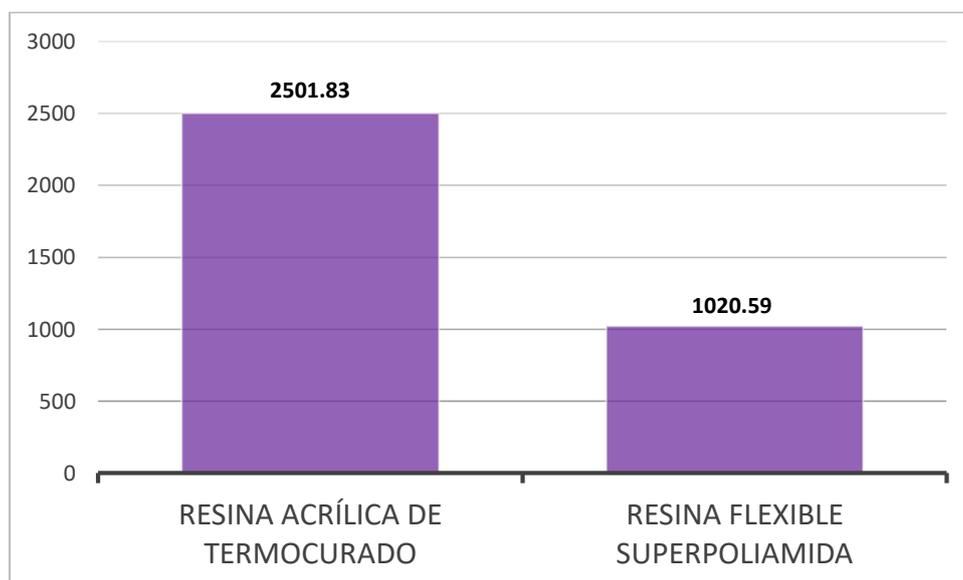
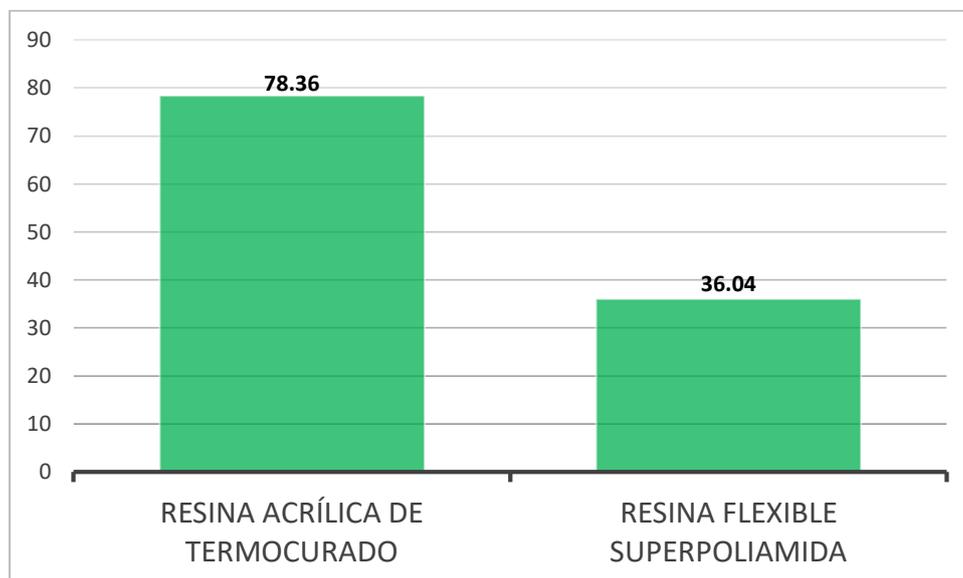


TABLA Y GRÁFICO N° 4: Comparación del módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida

Módulo de resistencia	N	Media	Desviación estándar
Resina acrílica de termocurado	10	78.36	11.69
Resina flexible superpoliamida	10	36.04	2.71

T de student para muestras independientes: $p=0.000 < 0.05$. Por lo tanto existe diferencia estadísticamente significativa entre el módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida.

En la tabla N°4 se evidencia que el módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado es mayor al de la resina flexible superpoliamida, siendo esta diferencia de 42.32 Megapascales.



4.2. Discusión

En este estudio se encontró que la resina acrílica de termocurado (Vitacryl) presentó un módulo de elasticidad de 2501.83 ± 139.42 Megapascales, mientras que su módulo de resistencia fue de 78.36 ± 11.69 Megapascales. Lo cual concuerda con los resultados encontrados por **Cabezas C. (2017)**, quien evidencio que el módulo de resistencia de dos resinas acrílicas de termocurado fue de 73.52 y 65.56 Megapascales. Mismo que coincide con los resultados encontrados por **Pazmiño D. (2016)**, quien menciona que el módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado fue de 85.12 MPa. Coincidiendo además con los resultados descritos por **Hemmati M. et al. (2015)**, quien describe en su investigación que la resistencia a la fractura de dos resinas acrílicas de termocurado fue de 88.21 y 77.77 MPa. Por último, estos resultados también concuerdan con lo encontrado en la investigación de **Villavicencio M.**

(2015), quien relata que en sus resultados encontró que la resistencia a la fractura de la resina acrílica de termocurado fue de 88.02 y 80.13 MPa.

Así también, este estudio evidenció que la resina flexible superpoliamida (Deflex Classic SR) presentó un módulo de elasticidad de 1020.59 ± 92.95 Megapascales, mientras que su módulo de resistencia fue de 36.04 ± 2.71 Megapascales. Resultados que discrepan con lo hallado por **Iwata Y. (2015)**, quien menciona que la resina flexible presentó un módulo de elasticidad que comprende entre los 1243.3 a 1559.8 MPa. Así también, estos resultados discrepan con los hallados por **Elif A. et al. (2015)**, quien relata que el módulo de resistencia de la resina flexible fue de 73.2 MPa. Debiéndose estas posibles diferencias debido a que **Iwata Y. (2015)**, realizó sus barras de acrílico de un grosor de 2.5 mm. Mientras en esta investigación se realizó con una plantilla de 2 mm de espesura. Por otro lado, las discrepancias encontradas con la investigación realizada por **Elif A. et al. (2015)** podría deberse a que la máquina de ensayos universales que ellos emplearon presentó una velocidad de avance de 5 mm/min. Mientras que en esta investigación la velocidad de avance fue de 1 mm/min.

Así también, al comparar el módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida se encontró que la resina acrílica de termocurado presentó un módulo de elasticidad de 2501.83 ± 139.42 Megapascales, mientras que la resina flexible superpoliamida evidencio un módulo de elasticidad de 1020.59 ± 92.95 Megapascales, evidenciándose una diferencia de 1481.24 Megapascales entre un material y el otro. Presentando la resina flexible menor módulo de elasticidad (mayor flexibilidad) que la resina acrílica de termocurado. Lo que se corrobora con los resultados encontrados por **Iwata Y. (2015)**, quien describe en su investigación que la resina flexible presentó un menor módulo de elasticidad (mayor flexibilidad) que la resina acrílica de termocurado, siendo estos valores de 1559.8 ± 67.7 y 2999.1 ± 260 Megapascales sucesivamente, y que la diferencia entre sus módulos de elasticidad fue de 1439.3 MPa.

Por otro lado, al comparar el módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida se encontró que la resina acrílica de termocurado presentó un módulo de resistencia de 78.36 ± 11.69 Megapascales, mientras que la resina flexible superpoliamida evidencio un módulo de resistencia de 36.04 ± 2.71 Megapascales, evidenciándose una diferencia de 42.32 Megapascales entre un material y el otro, presentando la resina acrílica de termocurado mayor resistencia a la fractura que la resina flexible superpoliamida. Resultados que concuerdan con lo encontrado en la investigación de **Elif A. et al. (2015)**, quien menciona que la resina acrílica de termocurado presento mayor resistencia a la fractura que la resina flexible, siendo sus módulos de resistencia de 89.1 ± 7.52 y 73.2 ± 6.68 Megapascales sucesivamente.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado fue de 2501.83 ± 139.42 y 78.36 ± 11.69 sucesivamente
- El módulo de elasticidad y resistencia de la resina flexible superpoliamida fue de 1020.59 ± 92.95 y 36.04 ± 2.71 sucesivamente
- El módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado fue de 2501.83 ± 139.42 , mientras que la resina flexible superpoliamida fue de 1020.59 ± 92.95 .

- El módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado fue de 78.36 ± 11.69, mientras que la resina flexible superpoliamida fue de 36.04 ± 2.71.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios de módulo de flexibilidad y resistencia de diversas resinas nanohíbridas y microhíbridas
- Se recomienda realizar estudios sobre la adhesión de bacterias según tipo de acrílico empleado para confeccionar la prótesis dental
- Se recomienda realizar estudios sobre módulo de flexibilidad de las resinas acrílicas de termocurado rápido y lento

REFERENCIAS

1. Olivera M. Diseño de un protocolo para la elaboración de prótesis parcial removible flexible, con el sistema de inyección flexstar en el laboratorio de mecánica dental de la Curn. [Tesis para optar el título de Tecnólogo en mecánica dental]. Cartagena: Universidad de Cartagena; 2015.
2. Neelam P, Karishma S. Comparative Evaluation of Impact and Flexural Strength of Four Commercially Available Flexible Denture Base Materials: An In Vitro Study. J Indian Prosthodont Soc. 2013; 13(4): 499–508.
3. Cabezas C. Influencia de los cambios térmicos en la resistencia flexural de los acrílicos de termocurado para la base de dentaduras con y sin

- insertos metálicos: estudio in vitro. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Quito: Universidad Central de Ecuador; 2017.
4. Pazmiñp D. Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la deflexión transversa de acrílico para base de dentadura con y sin insertos metálicos. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Quito: Universidad Central de Ecuador; 2016.
 5. Iwata Y. Assessment of clasp design and flexural properties of acrylic denture base materials for use in non-metal clasp dentures. JPOR. 2015; 60(2):1-9.
 6. Elif A, Bora B, Sedanur T. Effects of thermal cycling on surface roughness, hardness and flexural strength of polymethylmethacrylate and polyamide denture base resins. Appl Biomater Funct Mater. 2015; 13(3):280-6.
 7. Hemmati M, Vafae F, Allahbakhshir H. Water Sorption and Flexural Strength of Thermoplastic and Conventional Heat-Polymerized Acrylic Resins. JDT. 2015; 12(7):478-484.
 8. Villavicencio M. Comparación de la resistencia mecánica de resinas acrílicas para base de prótesis dentales totales termopolimerizables. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín; 2015.
 9. Shivani K, Shekhar B. Flexural properties of polyamide versus injection-molded polymethylmethacrylate denture base materials. European Journal of Prosthodontics. 2013; 1(3):56-60
 10. Ucar Y, Akova T, Aysan I. Mechanical Properties of Polyamide Versus Different PMMA Denture Base Materials. Journal of Prosthodontics. 2012; 21(3):173-6.
 11. Gotusso C. Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas de resinas acrílicas sometidas a diferentes métodos de curado y pulido. [Tesis para optar el título de Doctor en odontología]. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba; 2017.
 12. Gutierrez V, León R, Castillo D. Edentulismo y necesidad de tratamiento protésico en adultos de ámbito urbano marginal. Rev Estomatol Herediana. 2015; 25(3):179-86.
 13. Gonzabay D. Conocimiento de los pacientes sobre el cuidado de prótesis fija/removible y creación de un manual destinado a la promoción de

- higiene y cuidado protésico. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Quito: Universidad de Las Américas; 2016.
14. Farias S, Del Bel A. Flexible resins: an esthetic option for partially edentulous patients. RGO. 2014; 61(1): 81-86.
 15. Hamanaka I, Iwamoto M, Lassila L, Vallittu P, Shimizu H, Takahashi Y. Acta Odontol Scand. 2016; 74(1):67-72.
 16. Machado A, Chacana L, Michea C, Del Carmen S. Alteraciones de la masticación en usuarios de prótesis dental removible. Revisión sistemática. Rev. CEFAC. 2015; 17(4):1319-1326.
 17. Mayta C, Mendoza G, Zevallos L. Prótesis removible de resina. Revista de Actualización Clínica. 2012; 24(1):1158-1163.
 18. Gonzales C. En prótesis parcial removible de vía de carga dentaria ¿es posible eliminar los retenedores de las piezas pilares anteriores? estudio *in vitro*. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Santiago: Universidad de Chile; 2009.
 19. Huamani J. Huamani J, Alvarado S. Rehabilitación oral en paciente con alteración de la dimensión vertical oclusal aplicando un enfoque multidisciplinario. Rev Estomatol Herediana. 2018; 28(1):44-55.
 20. Nápoles I, Nápoles A, García C, Castellanos M, Silva Y. Caracterización de los pacientes con reparaciones de prótesis estomatológica. Rev. Arch Med Camagüey. 2017; 21(3): 321-327.
 21. Tay L, Bail M, Herrera D, Jorge J. Propiedades de materiales resilientes para rebase de prótesis. Rev Estomatol Herediana. 2011; 21(1):102-109.
 22. Laura M. Estudio in vitro de la dureza superficial de resinas acrílicas usadas en provisorios. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2016.
 23. Haro D. Tipos de materiales utilizados para la confección de las prótesis removibles de pacientes mayores de 30 años en la ciudad de Quito. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Quito: Universidad de las Américas; 2016.
 24. Bonifaz M. Efecto de los limpiadores químicos de prótesis dentales en la micro dureza superficial de las bases acrílicas de termo curado. Estudio *in-vitro*. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Quito: Universidad Central de Ecuador; 2018.

25. Cevallos K. Estudio comparativo in-vitro de la eficacia antimicótica de la clorhexidina al 0.12% y el microondas en la eliminación de cepas de *Candida albicans* adheridas a dispositivos de acrílico termocurado. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2016.
26. Condori L. Microdureza superficial en dientes artificiales de cuatro capas. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017.
27. Suarez B. Importancia de la rehabilitación oral con prótesis removible flexible en pacientes con edentulismo parcial clase II división II en la clínica integral de la Facultad Piloto de Odontología periodo 2014-2015. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2015.
28. Ramírez A. Principios biomecánicos en la rehabilitación de los pacientes edéntulos parciales con prótesis parcial metálica removible. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2019.

ANEXOS

ANEXO N° 1

LABORATORIO DONDE SE ELABORARON LAS RESNAS DENTALES

LABORATORIO DENTAL

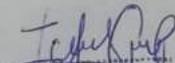
GAMEZDENT

Por medio de la presente, hacemos constar que el señor JAMES ENRIQUE MAYLLE LEON, bachiller en odontología de la Universidad Privada Norbert Wiener, realizó la confección y procesado de muestras para fines de su tesis, el cual consistió en 10 barritas de resina acrílica convencional de termocurado y 10 barritas de resina flexible superpoliamida. Dicho procedimiento se realizó el 20 de junio del 2020.

Esta constancia se expide a petición de la parte interesada para fines que crea conveniente.

Lima 15 de agosto del 2020

Atentamente

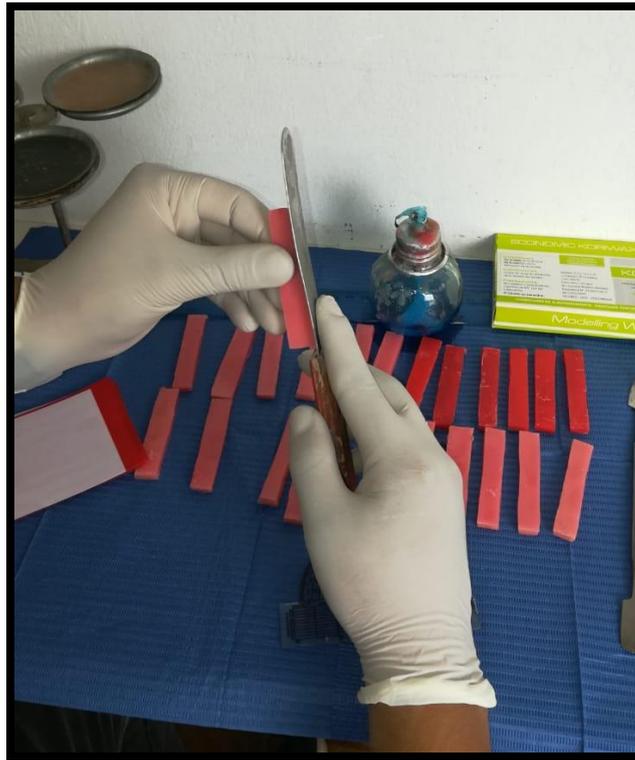

Tec. Ivan Gamez Céspedes
Ldb. Gamez Dent

ANEXO N° 2

**DATOS SOBRE EL MODULO DE ELASTICIDAD Y RESISTENCIA DE LA
RESINA ACRILICA DE TERMOCURADO Y LA RESINA FLEXIBLE
SUPERPOLIAMIDA**

INFORME DE ENSAYO Nº		IE-027-2020	EDICION Nº 2	Página 2 de 3			
8. RESULTADOS GENERADOS		RESINA DE ACRILICA DE TERMOCURADO					
Grupo 1		Control					
Espolmen	espeor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Esfuerzo de flexión (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)	
1	3.86	10.35	60	137.48	80.35	2763.0	
2	4.39	11.42	60	198.59	81.09	2435.2	
3	4.23	10.10	60	156.85	78.26	2433.7	
4	4.42	10.39	60	206.88	91.84	2411.4	
5	4.09	11.23	60	204.13	97.80	2603.6	
6	4.09	11.10	60	112.98	54.76	2702.6	
7	4.18	11.23	60	157.56	72.27	2395.0	
8	3.84	11.73	60	148.58	77.18	2350.0	
9	4.06	12.29	60	178.74	79.56	2484.5	
10	4.29	11.47	60	164.52	70.44	2439.1	
Grupo 1		RESINA FLEXIBLE SUPERPOLIAMIDA					
Espolmen	espeor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Esfuerzo de flexión (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)	
1	4.17	10.20	60	68.45	34.78	966.2	
2	4.19	9.79	60	62.32	32.58	903.6	
3	4.10	10.21	60	63.14	33.17	943.2	
4	4.13	10.96	60	73.24	35.25	934.2	
5	3.44	10.14	60	53.21	39.99	1121.9	
6	4.17	10.57	60	78.72	38.50	1096.4	
7	3.83	10.19	60	64.41	38.71	1148.0	
8	4.25	10.81	60	81.11	37.45	1076.0	
9	4.31	9.75	60	65.84	32.68	930.6	
10	4.01	11.29	60	75.41	37.32	1085.8	

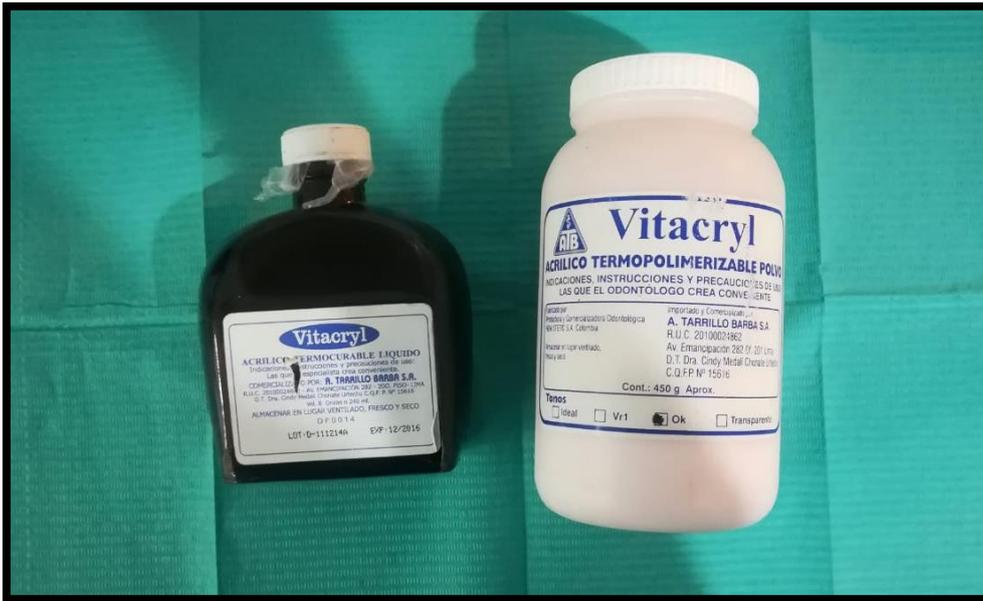
FOTOS



Confección de las barras de cera



Enmuflado de las barras de cera



Resina acrílica de termocurado lento



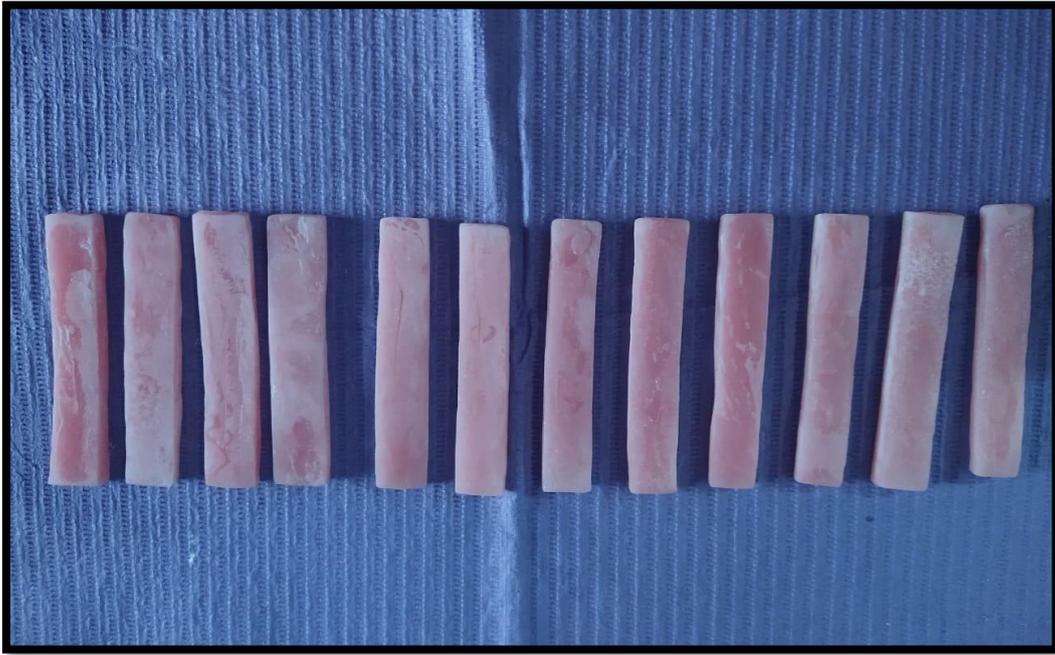
Resina acrílica flexible superpoliamida



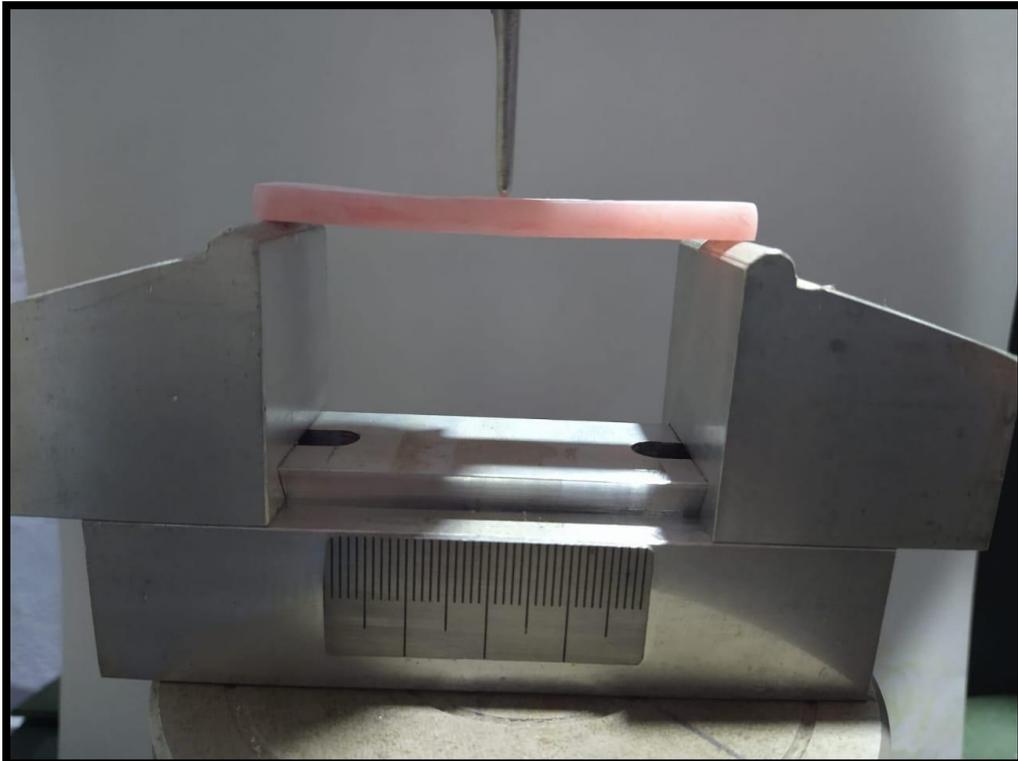
Compresa para resina acrílica de termocurado lento



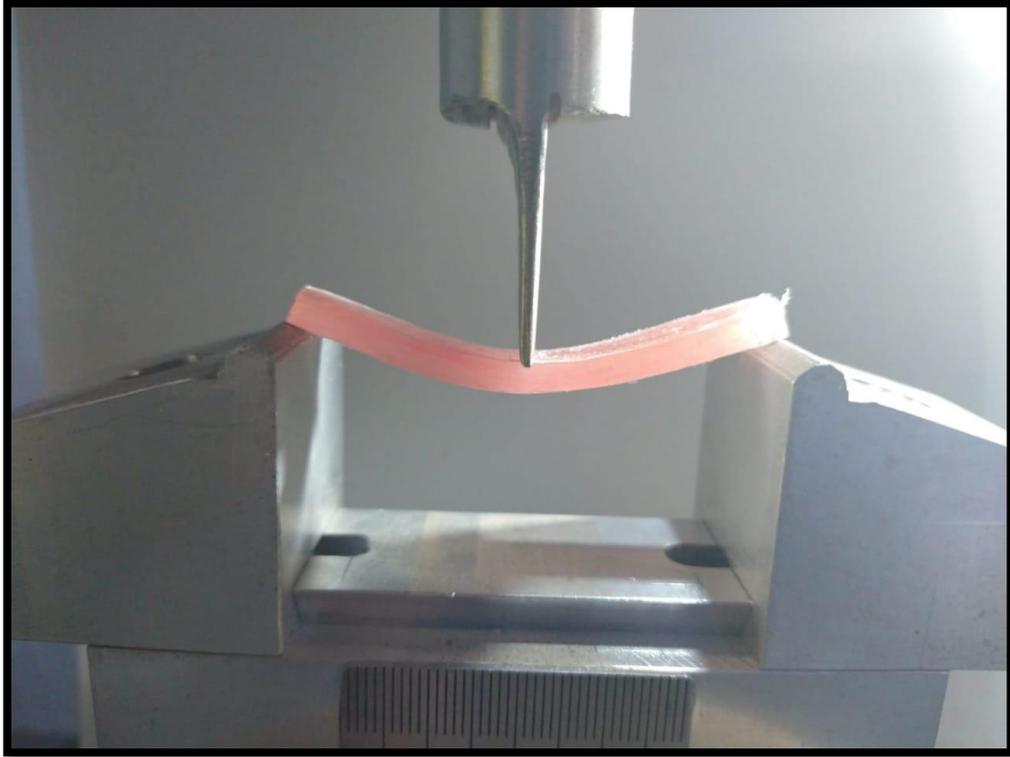
Compresa para resina acrílica flexible superpoliamida



Barras de resinas acrílicas formadas



Barra de resina acrílica en la máquina de ensayos universales



Determinación del módulo de elasticidad y resistencia de las resinas acrílicas empleadas

Matriz de consistencia para Informe Final de Tesis

Título: “COMPARACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RESISTENCIA DE LA RESINA ACRILICA DE TERMOCURADO Y LA RESINA FLEXIBLE SUPERPOLIAMIDA. ESTUDIO IN VITRO - LIMA 2019”.

PROBLEMA	OBJETIVOS: (Objetivo General)	METODOLOGÍA	RESULTADOS	HIPOTESIS	CONCLUSIONES
¿Cuál será el módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida, Estudio in vitro - Lima 2019?	Comparar el módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida, Estudio in vitro - Lima 2019	El presente estudio fue de tipo experimental, prospectivo, transversal y analítico		Hi: El módulo de elasticidad y resistencia es mayor en la resina acrílica de termocurado en comparación con la resina flexible superpoliamida.	
Problemas secundarios	Objetivos específicos:	Población y Muestra:			
1. ¿Cuál será el módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado?	1. Determinar el módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado	Población: Barras de resina acrílica de termocurado y de resina flexible superpoliamida.	1. El módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado fue de 2501.83 ± 139.42 , mientras que el módulo de resistencia fue de 78.36 ± 11.69 Megapascuales.	Ho: El módulo de elasticidad y resistencia es menor en la resina acrílica de termocurado en comparación con la resina flexible superpoliamida.	1. El módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado fue de 2501.83 ± 139.42 y 78.36 ± 11.69 sucesivamente

<p>2. ¿Cuál será el módulo de elasticidad y resistencia de la resina flexible superpoliamida?</p>	<p>2. Determinar el módulo de elasticidad y resistencia de la resina flexible superpoliamida</p>	<p>Muestra: 10 barras de cada tipo de resina acrílica, para un total de 20 barras empleadas para todo el estudio</p>	<p>2. El módulo de elasticidad de la resina flexible superpoliamida fue de 1020.59 ± 92.95, mientras que el módulo de resistencia fue de 36.04 ± 2.71 Megapascales.</p>		<p>2. El módulo de elasticidad y resistencia de la resina flexible superpoliamida fue de 1020.59 ± 92.95 y 36.04 ± 2.71 sucesivamente</p>
<p>3. ¿Cuál será la diferencia entre el módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida?</p>	<p>3. Comparar el módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida</p>		<p>3. El módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado fue mayor al de la resina flexible superpoliamida, siendo esta diferencia de 1481.24 Megapascales.</p>		<p>3. El módulo de elasticidad de la resina acrílica de termocurado fue de 2501.83 ± 139.42, mientras que la resina flexible superpoliamida fue de 1020.59 ± 92.95.</p>
<p>4. ¿Cuál será la diferencia entre el módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida?</p>	<p>4. Comparar el módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida</p>		<p>4. El módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado es mayor al de la resina flexible superpoliamida, siendo esta diferencia de 42.32 Megapascales.</p>		<p>4. El módulo de resistencia de la resina acrílica de termocurado fue de 78.36 ± 11.69, mientras que la resina flexible superpoliamida fue de 36.04 ± 2.71.</p>