



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD

Escuela Profesional de Estomatología

TESIS

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN IN VITRO
DE CORONAS PROVISIONALES FABRICADAS EN RESINA
BIOCOMPATIBLE 3D Y POLIMETILMETACRILATO CAD/CAM EN
2022

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

PRESENTADO POR:

Bach. JOHNNY HUMBERTO, LEÓN RUIZ

ASESOR:

Mg. JORGE LUIS MARCELINO, RODRIGUEZ
ROJAS

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mis padres por el amor incondicional y en especial a mi madre que desde el cielo guía mis pasos, y a mis hermanos que sin su apoyo desinteresado y motivación para lograr nuestros objetivos.

AGRADECIMIENTO

Al Todopoderoso por darme la vida, salud y fortaleza para concluir mis estudios, y también agradecer a todos mis docentes por sus enseñanzas en mi proceso de aprendizaje y a mi asesor de tesis Doctor Jorge Luis Rodríguez por apoyarme a concluir este presente proyecto.

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	vi
Abstract	v
Introducción	vi
Capítulo I: Planteamiento del problema	10
1.1 Descripción de la realidad problemática	10
1.2 Formulación del problema	12
1.2.1 Problema general	12
1.2.2 Problemas específicos	12
1.3 Objetivos de la investigación	12
1.4 Justificación de la investigación	12
1.5 Limitaciones de estudio	13
Capítulo II: Marco Teórico	14
2.1 Antecedentes de la investigación	14
2.2 Bases teóricas	17
2.3 Definición de términos básicos	24
Capítulo III: Hipótesis y variables de la investigación	25
3.1 Formulación de hipótesis principal y específicas	25
3.2 Variables, definición conceptual y operacional	26
Capítulo IV: Metodología de la investigación	27
4.1 Diseño de la investigación	27
4.2 Diseño muestral	27

4.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos	28
4.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la investigación	30
4.5 Aspectos éticos	30
Capítulo V: Resultados	31
5.1 Análisis descriptivo	31
5.2 Análisis inferencial	33
Discusión	35
Conclusiones	37
Recomendaciones	38
Fuentes de información	39
Anexo n°1: Carta de Presentación	44
Anexo n°2: Instrumento de recolección de datos	45
Anexo n°3: Informes	46
Anexo n°4: Fotografías	49

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue analizar las resistencias a la compresión de dos resinas acrílicas que se utilizan para la elaboración de restauraciones provisionales las cuales son la resina biocompatible 3D y el polimetilmetacrilato CAD/CAM. El estudio realizado fue de tipo observacional, descriptivo, transversal e in vitro. Se elaboraron 20 especímenes de coronas provisionales molares, las cuales se dividieron en dos grupos, el primero de 10 muestras elaboradas de resina biocompatible 3D (Harzlab) a través de una impresora 3D y el segundo de 10 muestras elaboradas de polimetilmetacrilato CAD/CAM (Upcera) mediante una fresadora CAD/CAM y se utilizó todas las indicaciones de los fabricantes para ambos materiales, se almacenaron y fueron sometidos a las pruebas de compresión con una máquina de ensayos universales Cmt 5L de precisión de la marca LG, donde se obtuvieron los datos respectivos para ser analizados en el programa estadístico SPSS 28. Dichos resultados indicaron una diferencia significativa mediante la prueba T Student se obtuvo un valor $p \leq 0.05$ de resistencia a la compresión entre ambos grupos de estudio, donde el primer grupo elaborados con resina biocompatible 3D (Harzlab) presentó una media de resistencia a la compresión de 1677.50 N siendo valores bajos con respecto al segundo grupo de polimetilmetacrilato CAD/CAM (Upcera) que presentó una media de 3404.18 N. Se determinó que el material de polimetilmetacrilato CAD/CAM tiene mejor resistencia a la compresión.

Palabras clave: resistencia, compresión, resinas, fuerza máxima.

ABSTRACT

The objective of this research work was to analyze the compressive strength of two acrylic resins that are used for the elaboration of provisional restorations, which are the 3D biocompatible resin and the polymethylmethacrylate CAD/CAM. The study carried out was observational, descriptive, cross-sectional and in vitro. Twenty specimens of provisional molar crowns were made, which were divided into two groups, the first of 10 samples made of 3D biocompatible resin (Harzlab) through a 3D printer and the second of 10 samples made of polymethylmethacrylate CAD/CAM (Upcera).) using a CAD/CAM milling machine and all the manufacturers' indications for both materials were used, they were stored and subjected to compression tests with a precision universal testing machine Cmt 5L of the LG brand, where the data were obtained. to be analyzed in the statistical program SPSS 28. These results indicated a significant difference using the T Student test, a value $p \leq 0.05$ of compressive strength was obtained between both study groups, where the first group made with 3D biocompatible resin (Harzlab) presented an average compressive strength of 1677.50 N, being low values with respect to the second group of polymethylmethacrylate CAD/CAM (Upcera) that presented an average of 3404.18 N. It was determined that the polymethylmethacrylate CAD/CAM material has better compressive strength.

Keywords: resistance, compression, resins, maximum strength.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “Comparación de la resistencia a la compresión in vitro de coronas provisionales fabricadas en resina biocompatible 3d y polimetilmetacrilato cad/cam en 2022” busca como finalidad que material es más resistente a la compresión. Las resinas acrílicas con materiales que se utilizan para fabricar restauraciones provisionales durante el tratamiento de una prótesis fija, diseñadas con el objetivo de proteger los pilares ante alguna fractura, previniendo también la irritación del órgano pulpar y por último conservar la estética del paciente. Dichos materiales de no cumplir con las propiedades de resistencia ante el proceso de la función masticatoria podrían ocasionar fracturas del material de provisionalización.

El desarrollo de nuevos materiales en la industria odontológica avanza a pasos agigantados y más aún en el campo de la rehabilitación bucal, y en el tema de los materiales para la fabricación de prótesis provisionales vemos que se utilizan con mayor frecuencia en el flujo digital, es por ello que este estudio se enfoca en analizar la resistencia compresiva de estos nuevos materiales, para la mejor elección del material en los casos clínicos y poder acortar los tiempos de trabajo.

Existen muchos estudios que comparan la resistencia compresiva de resinas acrílicas que se utilizan en la rehabilitación de provisionales las cuales encuentran diferencias significativas de diversos materiales con respecto a las resinas acrílicas a base de polimetilmetacrilato, siendo este último material el cual presenta mejores resultados ante las pruebas de compresión asemejándose mucho a los resultados de nuestro estudio.

La presente investigación pretende analizar la resistencia de dos resinas acrílicas de resina biocompatible 3D y polimetilmetacrilato CAD/CAM ante fuerza de compresión vertical. Este estudio es de tipo observacional, correlacional e in vitro, las muestras son de tipo intencional no probabilística y a conveniencia, con 20 muestras divididas en dos grupos, el primer grupo de 10 de resina compatible 3D y el segundo grupo de 10 de polimetilmetacrilato CAD/CAM y con la información recolectada que nos va a

permitir determinar la resistencia compresiva de ambas resinas acrílicas.

Teniendo en cuenta que existen pocos estudios en nuestro país de estos nuevos materiales se considera importante realizarlo, el presente estudio sería una innovación en el término científico.

El presente trabajo de investigación consta de:

Capítulo I: En el cual se plantea la problemática, se describen los objetivos de mi investigación los cuales formulé ante la necesidad de conocer la resistencia a la compresión de la resina biocompatible 3D y el polimetilmetacrilato CAD/CAM y del mismo presenté mi justificación, luego describí la importancia y la viabilidad de mi estudio y por último las limitaciones que presenté a lo largo de la investigación.

Capítulo II: Por otro lado, contiene antecedentes de nuestra investigación, tanto nacionales como internacionales y todas las bases teóricas de nuestro tema, también las bases científicas de nuestra investigación y por último los términos básicos.

Capítulo III: Contiene la hipótesis general se identificó y describió su definición así mismo se clasificó las variables y la operacionalización.

Capítulo IV: Se describe el diseño, la metodología, el diseño muestral, la matriz de consistencia, el instrumento de recolección de los datos, validez y confiabilidad, las técnicas de procesamiento de información y la técnica estadística utilizada en la información de análisis.

Capítulo V: Contiene el análisis y discusión de mis resultados y por último mis conclusiones y recomendaciones de los resultados de mi trabajo de investigación. También contiene las fuentes de información que se utilizó para el estudio y los anexos que se realizó en esta investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Las restauraciones provisionales forman parte fundamental en el proceso de las restauraciones con coronas, puentes y en los casos de rehabilitación sobre implantes, están se utilizan por periodos cortos y su función es proporcionar una superficie masticatoria además dicho procedimiento realizamos con el fin de preservar la salud periodontal, la protección del órgano dentino pulpar, mantener un equilibrio en la oclusión lo cual resulta de suma importancia en la realización de prótesis fija.

Otras funciones que nos otorgan el uso de las provisionales son obtener información diagnóstica como por ejemplo observar paralelismo entre nuestros pilares que hemos tallado o determinar si existe espacio suficiente para la colocación de nuestra futura prótesis definitiva. También nos ayuda para conservar el espacio para la restauración definitiva evitando que las piezas adyacentes se inclinen y también de suma importancia que las provisionales tengan un alto grado de estética de acuerdo con el tamaño, forma y color de las piezas dentarias adyacentes.

Nosotros como odontólogos debemos afrontar a diario nuevos retos debido al aumento de la exigencia que tienen nuestros pacientes y hoy en día en el mercado nos provee una amplia gama de materiales que nos simplifica el trabajo dando buenos resultados. Los materiales que son utilizados para la elaboración de los provisionales deben reunir ciertos requisitos como por ejemplo que sean biológicamente inertes, poseer buenas propiedades mecánicas capaces de resistir las cargas funcionales y a la vez que puedan brindar la posibilidad de ser reparados y/o modificados en el transcurso de la rehabilitación, deben también ofrecernos una buena estabilidad cromática en el tiempo y que el periodo de manejo y trabajo sean lo suficientemente adecuados.

Dentro de esta clasificación de los materiales que utilizamos para la elaboración de las restauraciones provisionales tenemos a los materiales autopolimerizables, fotopolimerizables, duales, termopolimerizables y los que son fabricados en fresadoras CAD/CAM e impresión 3D y por su técnica de fabricación se agrupan en directas, indirectas y mixtas.

En los últimos años se han creado materiales para provisionales fabricados con tecnología CAD/CAM esta técnica en odontología consiste en diseñar las estructuras y fabricarlas con ayuda de una computadora y una máquina de fresado para lo cual se utilizan bloques de polímeros de acrilato como el polimetilmetacrilato (PMMA) con este material se pueden elaborar coronas completas, coronas parciales, incrustaciones, prótesis de piezas múltiples, hasta coronas sobre implantes.

Y también con las impresoras 3D se puede fabricar estructuras tridimensionales de consistencia sólida a partir de una modelo digital y en odontología con las impresoras 3D podemos realizar guías quirúrgicas, férulas de descarga, bases de prótesis, modelos y en lo que nos vamos a centrar es en la fabricación de provisionales.

Es por ello que en la actualidad la revolución constante en la creación de los nuevos materiales nos permite la confección de restauraciones provisionales con mejores propiedades mecánicas y estéticas, reduciendo tiempos de trabajo y obteniendo restauraciones más precisas, aunque una desventaja de esto sea el aumento del costo de las restauraciones ya que se utiliza equipamiento más sofisticado.

No obstante, en nuestro mercado la fabricación de los provisionales se realiza de la manera tradicional con los materiales de polvo-liquido siendo pocos los odontólogos que conocen y utilizan los materiales realizados con la tecnología CAD/CAM por cual estamos perdiendo grandes ventajas como mejores propiedades mecánicas entre estas, mejor resistencia a la compresión ya sea en el uso de provisionales en un periodo de largo tiempo.

Por lo antes expuesto en la presente investigación se comparó una de estas propiedades mecánicas como es la resistencia a la compresión in vitro de dos diferentes materiales en la fabricación de coronas provisionales de última generación para saber que material tiene mejor resistencia a la compresión y esto lo hacemos con el fin de brindar mayor conocimiento y así poder elegir que material nos puede ayudar en nuestros diferentes casos clínicos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

¿Cuál es la diferencia de la resistencia a la compresión de una corona provisional resina biocompatible y de polimetilmetacrilato in vitro?

1.2.2. Problemas secundarios

¿Cuál es la resistencia a la compresión in vitro de la corona provisional de la resina biocompatible?

¿Cuál es la resistencia a la compresión in vitro de la corona provisional de polimetilmetacrilato?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo Principal

Determinar la diferencia de la resistencia a la compresión de una corona provisional de resina biocompatible y de polimetilmetacrilato in vitro.

1.3.2. Objetivos secundarios

Evaluar la resistencia a la compresión in vitro de la corona provisional de resina biocompatible 3D.

Evaluar la resistencia a la compresión in vitro de la corona provisional de polimetilmetacrilato CAD/CAM.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Importancia de la investigación

Esta investigación se justificará porque favorecerá a registrar los valores de la resistencia a la compresión de los dos materiales para la fabricación de restauraciones provisionales.

Presenta relevancia teórica basada en conocimientos actualizados de estudios previos

donde estará fundamentado nuestras bases teóricas y las variables del estudio, es por ello que si no se estudia estos criterios no habría una adecuada perspectiva del conocimiento del uso de los diferentes materiales para provisionales.

La siguiente investigación tiene relevancia científica porque analizaremos de manera in vitro en un laboratorio los valores al grado de resistencia a la compresión de la resina biocompatible 3D y polimetilmetacrilato.

Presenta relevancia metodológica debido que hay una cantidad reducida de estudios realizados sobre el tema en nuestro país, por lo cual es de mucha trascendencia la ejecución de esta investigación para reforzar como bases teóricas las futuras investigaciones.

1.4.2. Viabilidad de la investigación

Esta investigación fue factible ya que se contó con el periodo que se requiere para recopilar las informaciones. Contará con recursos humanos esenciales para la ejecución completa.

El actual estudio presentó viabilidad financiera, porque todo aquello que se generó como consumo el investigador se encargó de financiarlo.

La viabilidad también se dio por tener disponibilidad y accesibilidad a informaciones que permitió una clara comprensión de las variables estudiadas.

Presentó viabilidad institucional ya que contamos con el laboratorio dental para realizar las muestras y de un laboratorio de ensayo para realizar las pruebas de la investigación.

1.5. Limitaciones de estudio

El presente estudio no presentó limitaciones para realizar esta investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Vásquez A. (2021) Colombia; ejecuto un estudio cuyo objetivo fue comparar la resistencia flexional, módulo elástico y resistencia a la compresión de sus propiedades mecánicas de polímeros de fabricación análoga y digital para dicho estudio se elaboraron especímenes de acrílico termopolimerizable, PMMA CAD/CAM y resinas con impresoras 3D. Se pusieron a prueba las probetas en una máquina universal de ensayos, según lo exigido por la norma ISO 20795-1 para el caso de la resistencia y módulo de flexión. La resistencia a la compresión también fue determinada. Se calculó el valor promedio de cada propiedad ($n = 5$). Se realizó un análisis de varianza de una vía y un análisis de Tukey para comparaciones múltiples. Como resultado se encontró los valores de resistencia a la flexión oscilaron entre 78.35 ± 2.99 y 87.48 ± 4.47 MPa; el módulo de flexión estuvo en un rango entre 2125.43 ± 57.05 y 2277.72 ± 58.46 MPa. La resistencia a la compresión tuvo un intervalo entre 85.03 ± 2.14 y 119.15 ± 2.87 MPa. Los análisis estadísticos indicaron diferencias significativas para las dos propiedades mecánicas, pero no evidenciaron diferencias para el módulo de flexión y se concluyó que todos los materiales evaluados cumplieron con la especificación mínima de propiedades mecánicas, dada por la ISO 20795-1. Desde el punto de vista mecánicos los nuevos materiales para las tecnologías digitales, discos CAD/CAM y resinas de impresión 3D, son idóneos para su aplicación en la fabricación de bases de dentadura.⁶

Peñate L. (2016) España; ejecutó un estudio cuyo objetivo fue comparar de manera in vitro la adaptación marginal, la resistencia compresiva y la estabilidad del color de materiales para restauraciones provisionales CAD-CAM comparados con diferentes materiales de provisionalización para técnica directa. Para las pruebas de compresión la cual se utilizó 5 especímenes. Todas las PFPF fueron cementadas a la réplica

metálica con un cemento provisional (Provicol, VOCOGmbH; Cuxhaven, Alemania) con el propósito de estabilizarlo en el modelo y evitar movimiento durante el test de compresión el cual fue realizado en la máquina universal de ensayos (Quasar 5 of 5kN, Galdabini SPA; Cardano al Campo, Italia). Para esta prueba fue utilizada una punta de acero de 9,0 mm de diámetro, la cual fue centrada en la superficie oclusal del pónico. La velocidad de caída de la punta sobre el provisional fue de 1,0 mm/minuto hasta que ocurría la fractura como resultado las prótesis parciales fijas provisionales (PPFP) fabricadas mediante la técnica CAD-CAM con bloques de PMMA (TC) y las prótesis realizadas mediante técnica directa reforzadas con fibra de vidrio (S3F, TF y DF) mostraron mayor resistencia a la fractura que las PPFP sin refuerzo de fibra de vidrio (S3, T y D) ($p\text{-valor}\leq 0,05$). Adicionalmente, dentro del grupo de prótesis sin refuerzo de fibra de vidrio, el grupo D mostró significativamente mayor resistencia que los grupos S3 y T ($p\text{-valor}\leq 0,05$).

En conclusión, la resistencia compresiva de las prótesis PPFP de PMMA para CAD-CAM fue similar a los materiales convencionales para técnica directa con refuerzo de fibra de vidrio ($p\text{valor}>0,05$), pero mayor que los materiales sin ningún tipo de refuerzo ($p\text{-valor}\leq 0,05$).⁷

Zuñiga Y. (2019) Ecuador; El objetivo del estudio fue analizar la resistencia compresiva de las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato y bis acrílicas de autocurado, para esto se elaboraron 30 muestras en forma de cilindro con medidas establecidas según la normativa ISO 604, se dividieron en dos grupos 15 de polimetilmetacrilato (Alike) y los otros 15 de bis acrílico (Protemp) y fueron sometidas a pruebas de compresión con una máquina de ensayos universales Metrotec MTE50, donde los resultados fueron analizados con el programa estadístico SPSS y utilizando las pruebas de U Mann Whitney se obtuvo un valor $p<0.05$ de resistencia a la compresión de ambos grupos, donde el primer grupo de polimetilmetacrilato presentó una media de 312.83 MPa y el segundo grupo de resina bis acrílica presentó una media de 198.33 MPa, por lo cual se concluyó que la resina de polimetilmetacrilato (Alike) tiene mejor resistencia a la compresión.⁸

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Maylle J. (2020) Lima; El estudio tuvo como objetivo evaluar el módulo de elasticidad y resistencia de dos resinas acrílicas como la resina de termocurado y la resina flexible superpoliamida, para eso se realizaron 10 especímenes de cada grupo con una forma rectangular de 64mm de largo, 10mm de ancho y 2.5mm de grosor, las cuales fueron sometidos a compresión con una máquina de ensayos universales con una fuerza de aproximación a 0.001 N y con un avance de 0.01 mm/min dando como resultados del módulo de resistencia de la resina de termocurado de 78.36 ± 11.69 Megapascales y por otro lado el de la resina flexible superpoliamida el resultado fue de 36.04 ± 2.71 Megapascales. Por lo que se concluyó que el módulo de resistencia de la resina de termocurado fue mayor en comparación al de la resina flexible superpoliamida.⁹

Trujillo G. (2018) Apurímac; El estudio tuvo como objetivo evaluar la resistencia mecánica in vitro de resinas acrílicas usadas como provisionales en la UTEA, 2018. Materiales y métodos: estudio de tipo comparativo, analítico y transversal, se elaboró probetas cilíndricas de 20x 4mm de diferentes resinas acrílicas 10 de resina acrílica Vitaloy y 10 de Duralay, se utilizó la maquina CVR para medir la dureza superficial. Resultados: en relación a la resistencia mecánica de las probetas elaboradas, la resina acrílica que presento mayor dureza fue la Duralay. Por lo tanto, la resina acrílica Duralay presenta mayores condiciones para la elaboración de coronas provisionales en reemplazo temporal de las coronas permanentes.¹⁰

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 RESINAS ACRÍLICAS

Tipos Resinas Acrílicas

Polimetilmetacrilato termopolimerizable: Su reacción se inicia mediante calor, tiene como presentación comercial polvo líquido, su componente polvo está conformado por gránulos de polimetilmetacrilato, un iniciador como el peróxido de benzoilo y pigmentos orgánicos, el componente líquido está compuesto por un monómero de metilmetacrilato. Este material tiene como propiedades poca densidad, mala conducción del calor y presenta resistencia al impacto, sin embargo, esta resistencia puede ser mejorada si se agregan agentes plastificantes incluso dando una mayor flexibilidad.¹¹

Polimetilmetacrilato autopolimerizable: También se le denominan de curado al frío y posee una polimerización que se activa mediante un proceso químico, tiene como presentación comercial polvo líquido, es muy parecido al termopolimerizable sin embargo el iniciador se encuentra presente en el líquido y sus propiedades mecánicas son inferiores a las de termopolimerizado ya que su polimerización es menor, su estabilidad cromática también es menor porque sus aminas terciarias se oxidan con mayor facilidad.¹¹

Polimerización en microondas: Consiste en la polimerización de la resina generando calor por medio de ondas electromagnéticas dentro, su presentación comercial también en polvo y líquido, pero para su elaboración se utiliza una mufla especial que por lo general es de un material de resina cerámica resistente al microondas, como ventajas de este material tenemos menor porosidad, mayor resistencia, menor contracción y esto en un menor tiempo de polimerización de aproximadamente 10 minutos.¹²

Moldeado por inyección: Esta resina acrílica está compuesto por polímeros termoplásticos de PMMA, tienen como presentación comercial unos cartuchos las cuales son sometidas a calor transformándola en un copolímero con un aspecto de masa elástica la cual es inyectada hacia una mufla a través de dióxido de carbono a

una presión de diez atmósferas y dicha presión se mantiene hasta que el material este frío. No obstante, este tipo de material presenta propiedades mecánicas superiores a las resinas acrílicas convencionales.¹²

PMMA por CAD/CAM: El Polimetilmetacrilato es un polímero fuerte que presenta muchas ventajas como una resistencia adecuada, buena característica estética, baja absorción de agua, fácil reparación y baja toxicidad. El PMMA tiene un alto grado de compatibilidad con el tejido humano por lo que altamente requerido en la odontología moderna para la fabricación de estructuras provisionales de larga duración que pueden durar de 6 meses hasta un año. Por último, el material al ser blando permite un fresado fácil y rápido mediante un sistema CAD/CAM.¹³

Impresión 3D: Consiste en fabricar estructuras tridimensionales de consistencia sólida a partir de una modelo digital y en odontología con las impresoras 3D podemos realizar guías quirúrgicas, férulas de descarga, bases de prótesis y provisionales. Es un procedimiento aditivo que se utilizan resinas líquidas biocompatibles y luz ultravioleta, este tipo de material presenta propiedades como una excelente resistencia química y mecánica, por último, su modo de trabajo permite rapidez, precisión y biocompatibilidad.¹⁴

Propiedades Físicas

Contracción de polimerización: Durante el proceso de polimerización aparecen fenómenos en el material tales como la contracción de polimerización dado como resultado la conversión del monómero en polímero es decir en este fenómeno existe una reducción del volumen de la masa del material al momento de la polimerización y es importante tenerlo en cuenta al momento de maniobrar estos materiales, no obstante, esta contracción es inevitable en dicho proceso.¹⁵

Porosidad: Este fenómeno ocurre cuando se encuentran vacíos muy pequeños en la superficie de la resina acrílica las cuales alteran las propiedades físicas y estéticas, estas porosidades aparecen como resultado de la pérdida de monómero, el cual se evapora cuando la temperatura de la resina aumenta.¹⁵

Tensiones de procesado: Estos fenómenos pueden aparecer por diferentes motivos durante el procesado de la resina acrílica, estos pueden ser una mezcla inadecuada entre las cantidades del polvo con el líquido, también podría ocurrir por una contracción

térmica o por un contacto de resina con las paredes de la mufla lo cual conlleva a que no haya reacción de polimerización.¹⁶

Agrietamiento de superficie: Este fenómeno se produce cuando existe una relajación de las tensiones en el momento del procesado lo cual altera negativamente sus propiedades estéticas y físicas.¹⁶

Propiedades Mecánicas

Módulo de Elasticidad: Esta propiedad nos muestra el grado de rigidez de un material, es decir mientras que un material tenga un mayor módulo de elasticidad será más rígido por ende si el material tenga un bajo módulo de elasticidad será más flexible.¹²

Resistencia al desgaste: Esta propiedad de las resinas acrílicas de soportar una pérdida superficial, esto se debe al resultado del contacto con la pieza dental. Dicho desgaste no se observa de manera inmediata, pero si se llega a observar con el paso del tiempo afectando la morfología de la restauración, esto depende de diferentes factores como el tamaño o la forma de las partículas del material o la ubicación de la restauración en la arcada dental y los contactos oclusales.¹³

Resistencia a la fractura: Es la propiedad de la resina acrílica en el cual logra soportar las fuerzas hasta provocar su fractura, esto depende de factores como la cantidad de relleno, mientras más relleno tengan soportan mejor las fuerzas de masticación.¹⁶

Resistencia a la compresión: Esta propiedad de las resinas acrílicas se entiende como la característica de soportar las presiones verticales, esta propiedad es de suma importancia ya que durante el proceso masticatorio el material está expuesto a fuerzas que pueden conllevar a la fractura de la restauración o incluso a la fractura del diente, es por eso que para la selección del material debemos priorizar que soporten fuerzas similares al diente natural.¹²

Dureza: Esta propiedad de las resinas acrílicas se define como la resistencia del material a la indentación, dicha indentación es producida mediante una punta afilada sobre la superficie del material y este parámetro es muy utilizado por las marcas para dar información acerca de sus productos a la vez para saber si el material va hacer afectado o dañado por la fuerza de masticación.¹⁵

Propiedades Químicas

Absorción de agua: Esta propiedad se define como la capacidad que tienen las moléculas de agua ingresar a través de las porosidades de la resina acrílica, estas pequeñas cantidades de agua que absorbe la resina afecta disminuyendo propiedades como dureza, fuerza transversal y límite de fatiga, a la vez también puede afectar la estabilidad dimensional afectando el volumen y peso de la resina acrílica.¹⁶

Provisionalización

Las restauraciones provisionales son parte de importante en la rehabilitación para una prótesis definitiva, estas se utilizan por un periodo corto de tiempo y ofreciendo funciones tales como ofrecer una superficie masticatoria, proteger el órgano dental, también nos sirve como planeamiento de las coronas definitivas ofreciendo información como observar el paralelismo de los pilares en caso de puentes y conservar el espacio evitando que las piezas adyacentes no se inclinen y además ofrecer una función estética de acuerdo al tamaño, color y forma.¹⁶

REQUISITOS DE UNA PROVISIONAL

Biológicos

Protección Pulpar: Esta función de las restauraciones provisionales debe presentar un sellado para aislar la superficie del diente tallado de la atmósfera intraoral para prevenir sensibilidad dentinaria y un futuro daño de la cámara pulpar. No se puede evitar ocasionar traumas a nivel pulpar durante el proceso de tallado del diente a tratar debido a la exposición de los canales dentinarios. Dichos túbulos contienen el proceso citoplasmático el cual es el odontoblasto que tiene comunicación con el órgano pulpar.^{23 24}

Salud Periodontal: Las restauraciones provisionales deben preservar la posición de los tejidos gingivales mediante la adaptación y el contorneo de las coronas, si dicha corona presenta un sobre contorneado puede provocar exposición de la raíz del diente y una falta de irrigación en el tejido, en cambio la falta de material en el contorno de la provisional puede provocar invasión de la encía y así afectar al momento de realizar la prótesis definitiva.^{23 24}

Compatibilidad Oclusal: Las restauraciones provisionales deben mantener un equilibrio en los contactos con los dientes adyacentes y antagonistas, dado que si se respetan estos contactos evitan que se inclinen los dientes adyacentes y que se extruyan los dientes antagonistas. Para evitar problemas a futuro se deben realizar ajustes tanto en el consultorio como en el laboratorio dental.²³

Prevención Fractura del Esmalte: Las restauraciones provisionales deben brindar protección sobre los dientes debilitados para recibir la corona definitiva, lo cual es primordial importancia en las restauraciones como las inlays u onlays cuyo sellado marginal se encuentra cerca de la cara oclusal de la pieza dental y podría ser afectada en el proceso de la masticación conllevando a una fractura de la restauración incluso a la pieza dental.²⁴

Mecánicos

Función: La mayoría de tensiones que tiene las restauraciones provisionales suelen ocurrir durante el proceso masticatorio. La resistencia a la compresión de la resina acrílica de PMMA es mucho menor que las coronas metal-porcelana, por ende, hace que sean más propensas a que se fracture. Con mayor incidencia las fracturas se producen en las restauraciones parciales, ya que no protegen el área completa de la estructura dental. En los puentes se debe tener en cuenta el grosor de los conectores ya que es ahí donde es más propenso a las fracturas. Entonces para disminuir los fracasos en los puentes provisionales debemos crear los conectores más anchos en comparación a las coronas definitivas. Por ende, vamos a conseguir una mayor resistencia a la fractura disminuyendo la profundidad de las troneras. Cabe resaltar que los requisitos biológicos y estéticos van a poner un límite en el grosor máximo que puede tener un conector.²⁴

Desplazamiento: Esta propiedad poseen las restauraciones provisionales la cual nos ayuda para conservar el espacio para la restauración definitiva evitando que las piezas adyacentes se inclinen y también para que el diente antagonista no sufra una extrucción.²⁴

Remoción por reuso: Las coronas provisionales tienden a ser reutilizadas, por lo consiguiente se debería evitar dañarlas al momento de extraerlas del diente, para después de realizar algún tipo de procedimiento ser nuevamente usadas.²⁴

Estéticos

Las características estéticas de una restauración provisional son de suma importancia sobre todo en el sector anterior hasta las premolares. No obstante, a veces es difícil igualar las características de una pieza dentaria natural sana tanto el color, el contorno, la textura y la translucidez. Un objetivo primordial de una rehabilitación es la máxima semejanza del color del diente natural con la corona provisional. Sin embargo, algunas resinas acrílicas suelen tener cambios cromáticos en boca con el pasar del tiempo, por lo que la estabilidad cromática es un requisito al momento de la selección de los materiales cuando se determina que va a ser utilizado por un tiempo largo.^{23 24}

TIPOS DE MATERIALES PARA PROVISIONALES

Resinas de Metacrilato

El polietilmetacrilato o también conocido como PMMA es un polímero termoplástico altamente transparente que se utiliza en diferentes disciplinas, gracias a su alta estética se usa en la odontología como una resina acrílica también posee buenas propiedades mecánicas como dureza, resistencia compresiva y módulo de elasticidad. También al ser un polímero muy estable tiene buenas propiedades al envejecimiento, pero una desventaja que posee este material tiende a absorber moléculas de agua durante el proceso de imbibición. Dado a todas estas características este material es muy utilizado en la odontología para la elaboración de prótesis totales, prótesis parciales, guardas oclusales y coronas provisionales.²⁵

Composites

Los composites o resinas compuestas son materiales sintéticos que son mezclados de manera heterogénea formando un compuesto, la mayoría de estas resinas tienen como base el bis-GMA. Los demás componentes de las resinas compuestas le ofrecen mejores propiedades físicas que mejoran la cohesión y la rigidez. Dentro la

clasificación de los composites tenemos según su forma de polimerización como las autopolimerizables, las de doble polimerización y las fotopolimerizables.²⁵

Técnicas de Elaboración de Provisionales

Técnica Indirecta: Esta técnica consiste en que la fabricación de la restauración provisional está a cargo del técnico dental dentro de su laboratorio y esto se realiza antes que el dentista haga la preparación de las piezas dentales, para realizar esta técnica el dentista debe enviar al técnico dental un modelo de yeso para elaborar un encerado de diagnóstico y sirva como matriz para realizar las provisionales luego se realiza el ajuste y pulido para ser instalado en boca dicha restauración.²⁶

Técnica Directa: Esta técnica es llevada a cargo por el profesional dental dentro del consultorio en una sola cita, esta técnica tiene varias ventajas como la no participación del técnico dental obviando fases intermedias y así reduciendo el tiempo, no obstante, las desventajas que presenta esta técnica es la exposición al calor del órgano dental durante la polimerización de la resina, la exposición del monómero liberado en la cavidad bucal también es una circunstancia y por último que no hay una buena adaptación marginal.²⁶

Elaboradas con Tecnología CAD/CAM: Las restauraciones provisionales de PMMA que se fabrican mediante los sistemas CAD/CAM estas se realizan primero teniendo el modelo digital de la preparación luego se diseña en un software dental y por último se procesan en una fresadora. Las excelentes propiedades físicas y mecánicas de este material se puede considerar una mejor opción provisionales convencionales, el mejor ajuste marginal del PMMA disminuye el riesgo de exposición de contaminación bacteriana y al no existir un proceso de polimerización la estructura dental no está expuesto al calor evitando un daño al órgano pulpar.²⁷

Elaboradas con Impresión 3D: También conocida como fabricación aditiva estas se realizan a través de una impresora 3D utilizando unas resinas líquidas biocompatibles por lo general para las provisionales es la resina de polimetilmetacrilato fotopolimerizable, consiste en la fabricación por capas mediante rayos de luz UV formando un objeto tridimensional sólido, existen diferentes tipos de impresoras como las SLA(Estereolitografía) y DLP. Los beneficios que tiene este método es un mejor

ajuste marginal, una buena resistencia a la compresión y buena estabilidad cromática, por último, una gran ventaja de la impresión 3D es la rapidez y el bajo costo que implica fabricar una estructura.⁸

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Resinas Acrílicas: Son polímeros plásticos que poseen propiedades mecánicas, físicas y estéticas para el uso de prótesis dentales.¹²

Provisionales: Tratamiento protésico fijo que se realiza antes de la restauración definitiva.¹²

Resistencia a la Compresión: Esfuerzo máximo que soporta un material ante una fuerza hasta romperse.¹³

Impresión 3D: también llamada fabricación aditiva, es un conjunto de procesos que a través de resinas formando objetos tridimensionales sólidos.⁸

CAD/CAM: significa diseño asistido por computadora y manufactura asistida por computadora. El software CAD/CAM se usa para diseñar y manufacturar prototipos, productos terminados y tiradas de producción. Un sistema con CAD/CAM integrado ofrece una solución completa desde el diseño a la manufactura.⁸

PMMA: Polimetilmetacrilato, el PMMA es un polímero termoplástico altamente transparente que se obtiene de la polimerización del monómero metilmetacrilato. Debido a su transparencia, estética y resistencia a los rasguños, el PMMA se puede considerar como una alternativa ligera al cristal.⁷

Resina Biocompatible: Son materiales que se utilizan con una impresora 3D y que asumen la función de los tejidos en los órganos naturales para imitar las propiedades de dichos tejidos en su ambiente natural.²⁷

In vitro: se refiere a una técnica para realizar un determinado experimento en un tubo de ensayo, o generalmente en un ambiente controlado fuera de un organismo vivo.

Polimerización: Proceso mediante el cual las moléculas simples, iguales o diferentes, reaccionan entre sí por adición o condensación y forman otras moléculas de peso doble, triple etc.⁷

Máquina de Ensayos Universales: Una máquina universal de ensayos, es una máquina semejante a una prensa, con facultades para someter materiales

a ensayos de tracción, compresión o flexión para medir sus propiedades. La máquina universal de ensayos tiene como función comprobar la resistencia de diversos tipos de materiales.²²

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS PRINCIPAL Y DERIVADAS

3.1.1 HIPÓTESIS PRINCIPAL

Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre las coronas provisionales de resina biocompatible 3D y polimetilmetacrilato CAD/CAM

3.2 VARIABLES, DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL

V₁ Tipo de Material de restauración provisional indirecta

Polimetilmetacrilato: Resina Acrílica en forma de bloque circular utilizado para la confección provisionales mediante una fresadora CAD/CAM.

Resina Biocompatible 3D: Resina Acrílica Fotopolimerizable utilizado para la confección de provisionales mediante una impresora 3D.

V₂ Resistencia a la Compresión

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Valores
Tipo de Material	_____	Resina Biocompatible 3D Polimetilmetacrilato	Nominal dicotómica	Si/No
Resistencia a la compresión	Fuerza Vertical	Máquina de ensayos universales	Razón continua	Newton(N)

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño investigativo según Hernández Sampieri fue experimental porque se manipulará de manera intencional las dos variables del estudio.

En referencia con las mediciones de las variables estudiadas fue transversal, porque las herramientas fueron ejecutadas en un establecido momento de tiempo.

En referencia con los periodos de la investigación fue prospectivo porque la recopilación de datos se recopiló a medida que estuvo sucediendo.

Comparativo Analítico porque se seleccionaron las muestras y se sometieron a un test de resistencia compresiva, comparando el comportamiento.²⁸

4.2. DISEÑO MUESTRAL

Población

En el presente trabajo de investigación la población fue conformada por 20 coronas provisionales de resinas acrílicas elaboradas por el investigador principal

Muestra

10 coronas provisionales de resina biocompatible 3D de la marca Harzlab y 10 coronas provisionales de polimetilmetacrilato CAD/CAM de la marca Upcera.

Criterios de Selección

Criterios de inclusión:

Coronas Provisionales que tengan la morfología adecuada

Coronas Provisionales que no tengan defectos estructurales

Criterios de exclusión:

Coronas Provisionales que no tengan la morfología adecuada

Coronas Provisionales que tengan defectos estructurales

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

A. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En el presente trabajo de investigación es un estudio in vitro en el cual se fabricaron 20 restauraciones provisionales de molares con resinas acrílicas con el fin de probar la resistencia a la compresión en un laboratorio High Technology Laboratory Certificate con una Máquina de Ensayos Universales Cmt 5L de precisión, de los cuales 10 coronas molares se fabricaron de resina biocompatible 3D de la marca Harzlab y 10 coronas molares de polimetilmetacrilato CAD/CAM en un bloque de la marca Upcera.

B. PROCEDIMIENTOS

Elaboración de Troqueles, Las muestras de los troqueles son piezas molares preparadas para coronas, estas se han realizados en base a un patrón de un archivo STL y son fabricados mediante una impresora 3D (Phrozen Sonic Shuffle) y utilizando una resina calcinable (Harzlab Cherry Cast). (Ver figura 1)

Posicionamiento de Muestras. Las muestras son coladas en metal Cromo-Níquel y son sumergidas 1mm por encima del sellado marginal en un tubo de PVC de 25mm de alto y 15mm de ancho con acrílico autopolimerizable rosado (Vitacryl, New Stetic). (Ver figura 2)

Escaneado de Troqueles. Con el uso del sistema Zirkonzahn y el escáner extra oral S600 Arti Zirkonzahn se realizó el escaneo digital de los troqueles metálicos. Este dispositivo posee una precisión de $\geq 10 \mu\text{m}$ por lo que hace posible un escaneado más preciso que otros sistemas disponibles en el mercado. (Ver figura 3)

Diseño digital de coronas provisionales. El diseño de las coronas provisionales para ambos grupos se realizó en el software Exocad® Zirkonzahn versión 6173v. cada corona se realizaron con ciertos parámetros como 0.5mm como espesor mínimo y un espacio de cementación 0.06 mm. (Ver figura 4)

Elaboración de coronas con resina biocompatible 3D. Para la impresión de las coronas provisionales se utilizó la impresora (Phrozen Shuffle) y la resina Dental Sand A1-A2 (Harzlab®). (Ver figura 5)

Elaboración de coronas con polimetilmetacrilato CAD/CAM. Para la confección de las coronas provisionales se utilizó la fresadora (M1 Wet Heavy Metal de Zirkonzahn®) y el bloque de PMMA color A1 (Upcera). (Ver figura 6)

Fotopolimerizado de las coronas de resina biocompatible 3D. Para el fotopolimerizado post impresión se utilizó una cámara de curado (Anycubic ®) por un tiempo de 6 minutos a una intensidad de 405nm. (Ver figura 7)

Cementación de coronas provisionales. Para realizar la cementación se arenó la superficie del troquel metálico con óxido de aluminio de 110 μm a 3 bares de presión y también se procedió a arenar la parte interna de las coronas provisionales con óxido de aluminio de 110 μm a 2 bares de presión y de cemento de utilizó policarboxilato de zinc con una proporción de 2 de polvo y 1 de líquido como especifica el fabricante. (Ver figura 8)

Pruebas de resistencia compresiva. Para las pruebas de resistencia compresiva se realizó en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate utilizando una máquina de ensayos universal Cmt 5L de precisión de la marca LG, se colocó las muestras en medio de dos placas y la máquina descendía con una aproximación de 0.01 mm hasta provocar la fractura de las coronas provisionales arrojando el valor en la medida Newtons. (Ver figura 9)

4.4. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los resultados que se obtengan en la presente investigación después de hacer el test de compresión, los datos serán registrados en fichas de recolección de datos después esta información se pasará a una hoja de cálculo en Excel, y un paquete estadístico SPSS Statistic 28 en español. Luego los datos serán organizados en tablas y gráficas, utilizando una estadística descriptiva, descubriendo frecuencias, promedios, desviación estándar y valores máximos y mínimos.

4.5. ASPECTOS ÉTICOS

Se solicitó todos los permisos correspondientes para la ejecución del ensayo experimental, a la Escuela Profesional de Estomatología de la Universidad Alas Peruanas y se contratará los servicios de un laboratorio para la realización de las pruebas de resistencia a la compresión y el uso de los instrumentos necesarios, se contó también con la supervisión del ingeniero del laboratorio para la ejecución de la misma.

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO, TABLAS DE FRECUENCIA, GRÁFICOS.

Tabla 1.- Tabla de Resistencia compresiva de Resina Biocompatible 3D

Evaluación in vitro de la resistencia compresiva de la Resina Biocompatible 3D (Harzlab Dental Sand A1-A2)

Estadísticos descriptivos								
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Varianza	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
Material de provisionales	10	0	1	1	1.00	.000	.000	.000
Resistencia a la compresion(Newton)	10	742.96	1373.53	2116.49	1677.5040	84.19199	266.23845	70882.913
N válido (por lista)	10							

Fuente: Base de datos SPSS 28.

Interpretación: En la tabla N°1 se observa que el grupo de la Resina Biocompatible 3D (Harzlab Dental Sand A1-A2) obtuvo una resistencia compresiva media de 1677.50 N, con un valor mínimo de 1373.53 N y un valor máximo de 2116.49 N.

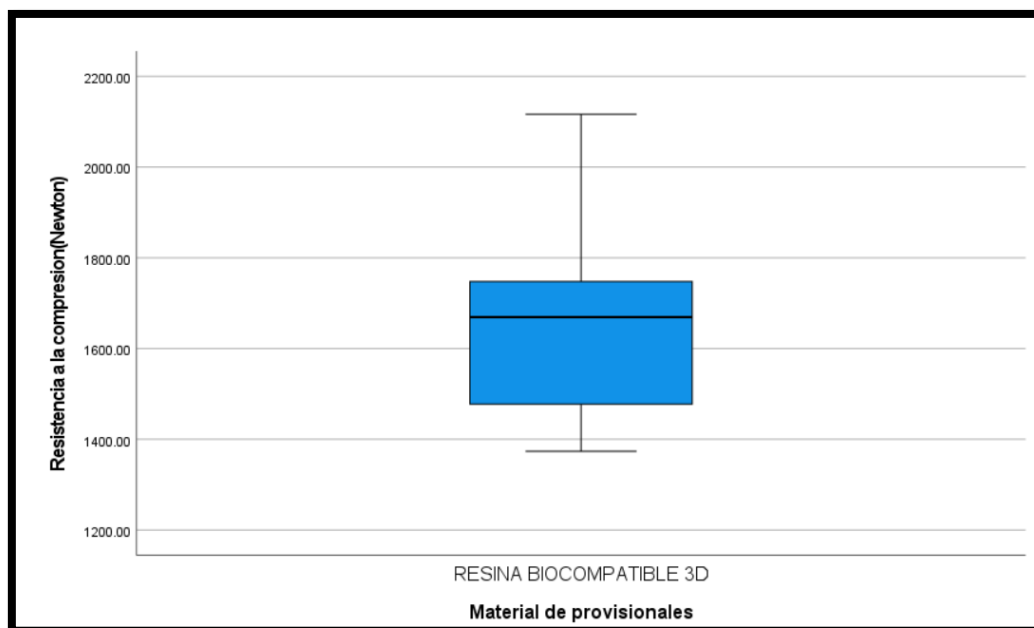


Figura 1. Resistencia compresiva de la Resina Biocompatible 3D (Harzlab Dental Sand A1-A2)

Tabla 2.- Tabla de Resistencia compresiva de Polimetilmetacrilato CAD/CAM
Evaluación in vitro de la resistencia compresiva del Polimetilmetacrilato CAD/CAM

	Estadísticos descriptivos							
	N Estadístico	Rango Estadístico	Mínimo Estadístico	Máximo Estadístico	Media Estadístico	Error estándar	Desv. estándar Estadístico	Varianza Estadístico
Material de provisionales	10	0	2	2	2.00	.000	.000	.000
Resistencia a la compresion(Newton)	10	925.27	2871.90	3797.17	3404.1760	100.79227	318.73315	101590.819
N válido (por lista)	10							

Fuente: Base de datos SPSS 28.

Interpretación: En la tabla N°2 se observa que el grupo del Polimetilmetacrilato CAD/CAM obtuvo una resistencia compresiva media de 3404.18 N, con un valor mínimo de 2871.17 N y un valor máximo de 3797.17 N.

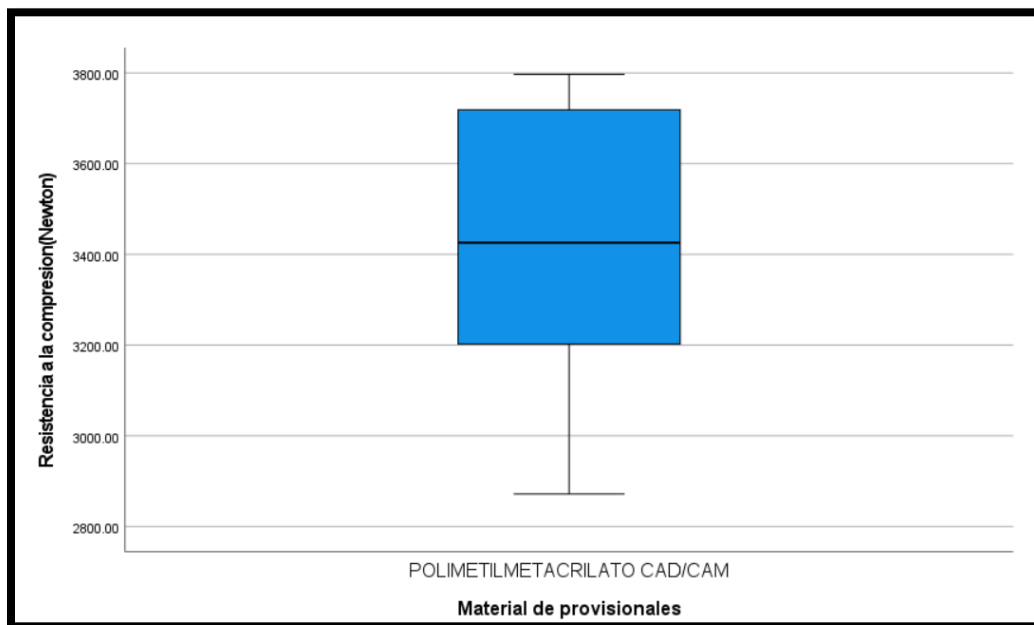


Figura 2. Resistencia compresiva del Polimetilmetacrilato CAD/CAM

5.2 ANÁLISIS INFERENCIAL PRUEBAS ESTADÍSTICAS PARAMÉTRICAS, NO PARAMÉTRICAS, DE CORRELACIÓN, DE REGRESIÓN U OTRAS CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS

Hipótesis General

Con la finalidad de guiarnos en la elección de la prueba estadísticas al ser solo dos muestras independientes se ejecutó el test de homogeneidad de varianzas (Test de Levene) para determinar si las muestras presentan similitud o diferencias significativas.

Tabla 3

Estadísticas de grupo					
	Material de Provisionales	N	Media	Desv. estándar	Media de error estándar
Resistencia a la Compresion (Newton)	RESINA BIOCOMPATIBLE 3D	10	1677.5040	266.23845	84.19199
	POLIMETILMETACRILATO CAD/CAM	10	3404.1760	318.73315	100.79227

Prueba de muestras independientes					
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					
		F	Sig.	t	gl
Resistencia a la Compresion (Newton)	Se asumen varianzas iguales	.338	.568	-13.148	18
	No se asumen varianzas iguales			-13.148	17.447

Fuente: Base de datos SPSS 28.

Hipótesis Nula (Ho): Las varianzas de las muestras presentan varianzas iguales

Hipótesis Alternativa (H1): Las varianzas de las muestras NO presentan varianzas iguales

Interpretación: En la tabla N°3 apreciamos que el P-valor de los dos grupos de resinas estudiadas es mayor que el valor alfa = 0,05 (95% de confiabilidad) entonces se procede a aceptar la Ho; es decir, las varianzas de las muestras son homogéneas. Con el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de varianzas, medición cuantitativa e independencia de observaciones, procedemos a ejecutar la prueba estadística T-Student de para la comparación de igualdad de medias.

Tabla 4

prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Significación		Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
P de un factor	P de dos factores				
<.001	<.001	-1726.67200	131.32925	-2002.58453	-1450.75947
<.001	<.001	-1726.67200	131.32925	-2003.21280	-1450.13120

Fuente: Base de datos SPSS 28.

Hipótesis Nula (Ho): No existe una diferencia significativa entre las medias de resistencia compresiva correspondientes a los dos grupos de resina.

Hipótesis Alternativa (H1): Existe una diferencia significativa entre las medias de resistencia compresiva correspondientes a los dos grupos de resina.

Interpretación: En la tabla N°4 notamos que el P-valor es menor que el valor alfa 0,05 (95% confiabilidad) entonces descartamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, por lo que concluimos que si existe diferencia significativa entre las medias de resistencia compresiva de los dos grupos.

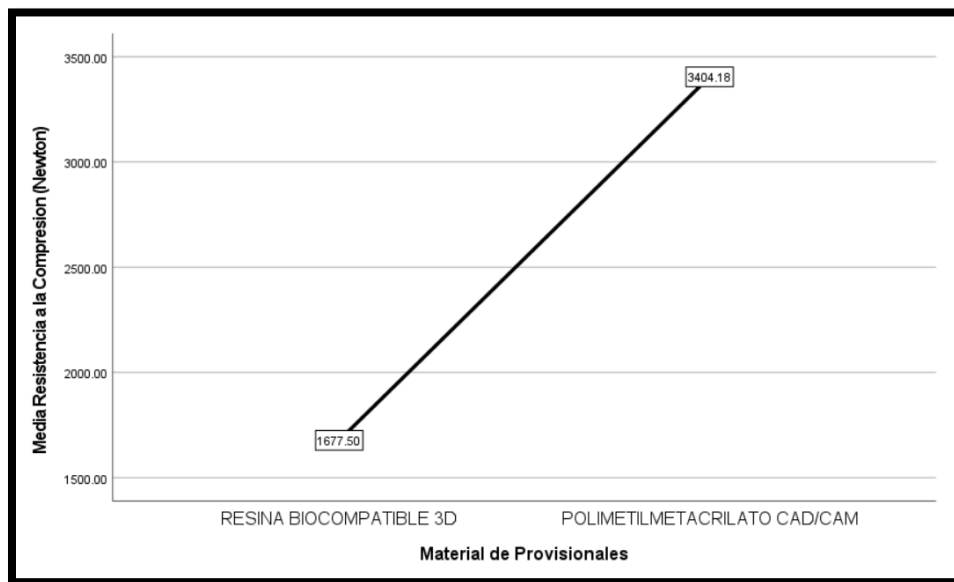


Figura 3. Comparación de medias de resistencia compresiva de resina biocompatible 3D y Polimetilmetacrilato CAD/CAM

DISCUSIÓN

El uso de las restauraciones provisionales es un procedimiento de suma importancia para la rehabilitación bucal, por lo que el cirujano dentista hoy en día debe conocer las propiedades mecánicas de los diferentes materiales convencionales y de última generación para su correcta elección en los casos clínicos y poder lograr éxito en la rehabilitación.

Luego de realizar el test de resistencia compresiva se evidenció que la resina biocompatible 3D Dental Sand A1-A2 Harzlab presentó la resistencia más baja con un valor promedio de 1677.50 N en contraste con el Polimetilmetacrilato CAD/CAM que obtuvo un promedio más alto con 3404.18 N; tras el análisis estadístico se determinó que existe diferencias significativas entre ambos materiales de coronas provisionales. En contraste con el estudio de Vásquez A. (2021) no encontró diferencias significativas en la resistencia compresiva entre los materiales discos de CAD/CAM Portux y las resinas 3D Base de prótesis 3D y NextDent Base.

Con respecto al Polimetilmetacrilato CAD/CAM Peñate L. (2016) al comparar la resistencia compresiva de prótesis provisionales fabricadas con bloques de PMMA CAD/CAM, acrílico reforzado con fibra de vidrio y acrílico sin refuerzo de fibra de vidrio determinó que la resistencia de las prótesis de PMMA presentó diferencias significativas con las prótesis de acrílico sin refuerzo de fibra de vidrio con un promedio de 518.8 N y 208.9 N respectivamente lo cual podemos decir que el resultado se asemeja al mismo resultado de nuestro estudio.

También con respecto a la resina acrílica de polimetilmetacrilato Zuñiga Y. (2019) al comparar la resistencia compresiva de las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato y la resina bis acrílica presentó diferencias significativas en las pruebas de resistencia compresiva, la resina de polimetilmetacrilato presentó mejor resistencia al igual que los resultados concuerdan con nuestro estudio.

En el estudio de Pino F. (2015) al comparar las propiedades físico mecánicas entre

ellas la resistencia a la compresión de 4 resinas acrílicas, la resina Protemp a base de polimetilmetacrilato presento mayor resistencia, por lo que dichos resultados se aproximan a los de nuestro estudio.

En el estudio de Peguero W; Cepeda A. (2016) comparó la resistencia a la compresión de dos resinas acrílicas para la fabricación de prótesis provisionales, el Protemp y Systemp C&B, siendo la primera resina a base de polimetilmetacrilato la que presentó mayor resistencia a la compresión cuyos resultados concuerdan con nuestro trabajo de investigación.

De igual manera en el estudio de Maylle J. (2020) al comparar la resistencia a la compresión de las resinas acrílicas de termocurado con base de polimetilmetacrilato y la resina flexible superpoliamida encontró en sus resultados a las pruebas de compresión que la resina de polimetilmetacrilato es más resistente a la compresión con lo que los resultados concuerdan con nuestra investigación.

Por último, Trujillo G. (2018) en su estudio de resistencia mecánica de dos resinas acrílicas a base de polimetilmetacrilato las cuales fueron Duralay y Vitaloy los resultados concluyeron que la resina Duralay presentó mayor resistencia concordando con los resultados de nuestra investigación.

CONCLUSIONES

Existen diferencias significativas entre la resistencia a la compresión de las coronas provisionales fabricadas en resina biocompatible 3D y polimetilmetacrilato CAD/CAM, siendo esta última resina la que presenta mayor resistencia a la compresión.

De acuerdo a las pruebas de resistencia compresiva La resina biocompatible 3D evidenció una resistencia a la compresión más baja

El Polimetilmetacrilato CAD/CAM evidenció la resistencia a la compresión más alta

RECOMENDACIONES

Realizar otros estudios de resistencia compresiva de otras resinas como acrílicos convencionales, resinas bisacrílicas u otros materiales de nueva aparición para la elaboración de restauraciones provisionales.

Realizar estudios clínicos para evidenciar las interacciones reales que se presentan en la cavidad bucal.

Se recomienda el uso de estos nuevos materiales que se realizan con flujo digital disminuye considerablemente el tiempo para la realización de las restauraciones provisionales.

FUENTES DE INFORMACION

1. Salazar S, Concha G. Rehabilitación de un edentulismo parcial mediante prótesis fija [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2016. [cited 14 April 2019] Available from: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17598>
2. Ortiz J, Luna A, Peláez A. Restauraciones provisionales y sistema CAD CAM. CES [Internet]. 2015;14. [cited 18 April 2019] Available from: http://bdigital.ces.edu.co:8080/jspui/bitstream/10946/392/1/Restauraciones_provisionales.pdf
3. Curiqueo A, Salamanca C, Borie E, Navarro P. Evaluación de la Fuerza Masticatoria Máxima Funcional en Adultos Jóvenes Chilenos. 2015;9(3):443–7.
4. Mallat E. Propiedades de los materiales para prótesis fija. Geodent [Internet]. 2015; 1:30. [cited 14 April 2019] Available from: <https://docplayer.es/11105940-Propiedades-de-los-materiales-para-prtesis-provisional.html>
5. Jurado A, Mejía C. Técnicas y adaptación de provisionales en prótesis fija elaborados con material bis Acrylic realizado en la Clínica Integral de la Facultad Piloto de Odontología de la Universidad de Guayaquil [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2015. [cited 24 April 2019] Available from: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11828>
6. Vásquez-Niño AF, Ochoa-Alzate JR, Osorio-Amariles D, Rodríguez Quirós HA. Polímeros de base para dentaduras postizas para fabricación analógica y digital: estudio comparativo de la resistencia a la flexión, módulo elástico y resistencia a la compresión de sus propiedades mecánicas. Rev Fac Odontol Univ Antioq. 2021; 33 (1): 6-16.
7. Peñate L. Estudio in vitro de la adaptación marginal, la resistencia compresiva y la estabilidad del color de materiales para restauraciones provisionales CAD-CAM comparados con diferentes materiales de provisionalización para técnica directa [Tesis Doctoral]. Barcelona: Universtat Internacional de Catalunya; 2016.
8. Canals S. Estudio “in vitro” de coronas provisionales de ácido poliláctico(pla) confeccionadas mediante impresoras 3d [Tesis de Maestría]. Madrid:

Universidad Complutense de Madrid; 2017.

9. Laura M. Estudio in vitro de la dureza superficial de resinas acrílicas usadas en provisorios [Tesis Pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2016.
10. Trujillo G. Resistencia mecánica in vitro de resinas acrílicas usadas como provisionales [Tesis Pregrado]. Apurímac: Universidad Tecnológica de Los Andes; 2018.
11. Vega del Barrio J. Materiales en Odontología: Fundamentos Biológicos, Clínicos, Biofísicos y Físicoquímicos. Ediciones Avance Medico Dentales. 1era ed. 1996: 219-290 p.
12. Macchi R. Materiales dentales. Fundamentos para su estudio 4ta ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana; 2007.34-35 p.
13. Philips R. La ciencia de los materiales dentales de Skinner. 9na edición. México: Editorial Interamericana; 1993: 516-518 p.
14. Soto J, López A. Comparación de cambios dimensionales en bases protésicas de acrílicos curados por calor y microondas. Revista Odontológica Mexicana. 2004;8(4); 10-16 p.
15. Kurzer M. Estudio comparativo de dureza en dientes artificiales fabricados con diferentes tipos de resinas acrílicas. Rev.EIA.Esc.Ing.Antioq [online]. 2006: 6; 121-128 p.
16. Anusavice K. Philips science of dental materials. Elsevier Science. 11th ed. 2003: 140-160 p.
17. Rajae N, Vojdani M, Adibi S. Effect of Food Simulating Agents on the Flexural Strength and Surface Hardness of Denture Base Acrylic Resins. OHDM. 2014; 13 (4): 1041-1047 p.
18. Duymus Z, Karaalioglu F, Suleyman F. Flexural Strength of Provisional Crown and Fixed Partial Denture Resins both with and without Reinforced Fiber. Journal of Materials Science & Nanotechnology. 2014;1(3):1-4 p.
19. Cao L, Zhao X, Gong X, Zhao S. An in vitro investigation of wear resistance and hardness of composite resins. Int J Clin Exp Med 2013;6(6):423-430 p.
20. Kamonwanon P. et al. Wear resistance of a modified polymethyl methacrylate

- artificial tooth compared to five commercially available artificial tooth materials. The journal of prosthetic dentistry. 2015;114(2):286-92 p.
21. Karaokutan I, Sayin G, Kara O. In vitro study of fracture strength of provisional crown materials. J Adv Prosthodont 2015; 7:27-31 p.
 22. Huayhua E. Estudio comparativo in vitro de la Resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridadas y nanohíbridadas. [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Odontología; 2013.
 23. Patras M, Naka O, Doukoudakis S, Pissiotis A. Management of provisional restorations deficiencies: A literature review. J Esthet Restor Dent. 2012;24;26-38 p.
 24. Rosentiel, Land, Fujimoto. Prótesis Fija contemporánea. Elsevier Mosby. 2005; 466-505 p.
 25. Burns D. et al. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: Report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. The Journal of Prosthetic Dentistry.2003. 90 (5); 477-497 p.
 26. Romero C, Vaca G. Construcción de una impresora 3D, para la elaboración de objetos plásticos utilizando el método de modelado por deposición fundida (MDF) [tesis doctoral]. Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo, Facultad de informática y electrónica; 2015.
 27. Serna C. L, Rodríguez De S. A, Albán A. F. Ácido Poliláctico (PLA): Propiedades y Aplicaciones. Ingeniería y Competitividad 2003;5(1):16 p.
 28. Hernández Sampieri, Roberto; et al. Metodología de la Investigación. 2ª. ed. McGraw-Hill. México, D.F., 2001.
 29. Gómez Clemente V, Martínez Vázquez de Parga JA, Celemín Viñuela A. Provisionales mediante tecnología CAD/CAM. Estado actual y revisión bibliográfica. R IntPrótEst 2013; 15 (4): 259-265 p.
 30. Rayyan et al. Comparison of interim restorations fabricated by CAD/CAM with those fabricated manually The Journal of Prosthetic Dentistry. 2015. 114 (3); 414–416 p.
 31. Campanha NH, Pavarina AC, Vergani CE, Machado A. Efecto de la

esterilización microondas y almacenamiento de agua de la dureza Vickers de dientes de la dentadura de resina acrílica. *J Prosthet Dent.* 2005; 93 (5): 483-487 p.

32. Fahmy NZ, Sharawi A. Effect of two methods of reinforcement on the fracture strength of interim fixed partial dentures. *J Prosthodont.* 2009;18(6):512-20 p.
33. Peñate L, Basilio J, Roig M, Mercadé M. Comparative study of interim materials for direct fixed dental prostheses and their fabrication with CAD/CAM technique. *J Prosthet Dent.* 2015;114(2):248-53 p.
34. Hamza TA, Rosenstiel SF, El-Hosary MM, Ibraheem RM. Fracture resistance of fiber-reinforced PMMA interim fixed partial dentures. *J Prosthodont.* 2006;15(4):223-228 p.
35. Stawarczyk B, Ender A, Trottmann A, Özcan M, Fischer J, Hämmerle CH. Load bearing capacity of CAD/CAM milled polymeric three-unit fixed dental prostheses: effect of aging regimens. *Clin Oral Investig.* 2012;16(6):1669-77 p.

ANEXOS

ANEXO 1: CARTA DE PRESENTACIÓN



*Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Estomatología*

Pueblo Libre, 24 de enero de 2022

Laboratorio de Ensayos HTL High Technology Laboratory Certificate

Con atención:

Ingeniero Mecánico ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para expresarle mi respetuoso saludo y al mismo tiempo presentarle al egresado **LEÓN RUIZ, JOHNNY HUMBERTO**, con código **2007136779**, de la Escuela Profesional de Estomatología - Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud - Universidad Alas Peruanas, quien necesita recabar información en el área que usted dirige para el desarrollo del trabajo de investigación (tesis).

TÍTULO: “COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN IN VITRO DE CORONAS PROVISIONALES FABRICADAS EN RESINA BIOCOMPATIBLE 3D Y POLIMETILMETACRILATO CAD/CAM 2022”

A efectos de que tenga usted a bien brindarle las facilidades del caso.

Anticipo a usted mi profundo agradecimiento por la generosa atención que brinde a la presente.

Atentamente,



UAP UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
DR. PEDRO MARTÍN JESÚS APARCANA QUIJANDÑA
DIRECTOR
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

ANEXO 2: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

MATERIAL	ESPECIMEN	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
		FUERZA MAXIMA(N)	FUERZA MAXIMA (Kgf)	OBSERVACIONES
POLIMETILMETACRILATO CAD/CAM	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
RESINA BIOCOMPATIBLE 3D	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

ANEXO 3: INFORME



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

INFORME DE ENSAYO N°	IE-009-2022	EDICION N° 2	Página 1 de 3
ENSAYO DE COMPRESIÓN EN CORONAS PROVISIONALES ODONTOLÓGIA			
1. TESIS	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN IN VITRO DE CORONAS PROVISIONALES FABRICADAS EN RESINA BIOCOMPATIBLE 3D Y POLIMETILMETACRILATO CAD/CAM 2022"		
2. DATOS DEL SOLICITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	Johnny Humberto León Ruiz		
DNI	45654832		
DIRECCIÓN	Sct. 3 Gr. 27 Mz. E Lt. 8		
DISTRITO	Villa El Salvador		
3. EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Maquina digital de ensayos universales CMT- 5L		
MARCA	LG		
APROXIMACIÓN	0.001 N		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	22	Enero	2022
LUGAR DE ENSAYO	Jirón. Los Mirables MZ K lote 70 Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
CANTIDAD	2 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Coronas provisionales odontológicas		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Resina Biocompatible 3D	
	Grupo 2	Polimetilmetacrilato CAD/CAM	
5. REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISION DE INFORME	22	Enero	2022

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Jirón Los Mirables Mz. K lote 70 M Urb. Los Jardines San Juan de Lurigancho
Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584 E-mail.: calidad@htlperu.com / ventas@htlperu.com

INFORME DE ENSAYO N°		IE-009-2022	EDICION N° 2	Página 2 de 3
6. RESULTADOS GENERADOS				
Grupo 1		Resina Biocompatible 3D		
ESPÉCIMEN	FUERZA MÁXIMA (N)	FUERZA MÁXIMA (Kgf)	OBSERVACIONES	
1	2 116.49	215.82	Fractura de la corona de resina	
2	1 477.66	150.68	Fractura de la corona de resina	
3	1 402.92	143.06	Fractura de la corona de resina	
4	2 115.43	215.71	Fractura de la corona de resina	
5	1 373.53	140.06	Fractura de la corona de resina	
6	1 661.62	169.44	Fractura de la corona de resina	
7	1 721.32	175.53	Fractura de la corona de resina	
8	1 677.03	171.01	Fractura de la corona de resina	
9	1 747.97	178.24	Fractura de la corona de resina	
10	1 481.07	151.03	Fractura de la corona de resina	
Grupo 2		Polimetilmetacrilato CAD/CAM		
ESPÉCIMEN	FUERZA MÁXIMA (N)	FUERZA MÁXIMA (Kgf)	OBSERVACIONES	
1	3 465.84	353.42	Fractura de la corona de Polimetilmetacrilato	
2	3 797.17	387.20	Fractura de la corona de Polimetilmetacrilato	
3	2 985.74	304.46	Fractura de la corona de Polimetilmetacrilato	
4	3 202.20	326.53	Fractura de la corona de Polimetilmetacrilato	
5	3 354.10	342.02	Fractura de la corona de Polimetilmetacrilato	
6	2 817.90	287.35	Fractura de la corona de Polimetilmetacrilato	
7	3 385.98	345.27	Fractura de la corona de Polimetilmetacrilato	
8	3 467.13	353.55	Fractura de la corona de Polimetilmetacrilato	
9	3 718.98	379.23	Fractura de la corona de Polimetilmetacrilato	
10	3 792.72	386.75	Fractura de la corona de Polimetilmetacrilato	

INFORME DE ENSAYO N°	IE-009-2022	EDICION N° 2	Página 3 de 3
Observaciones:			
<ul style="list-style-type: none"> Velocidad de ensayo 1 mm/min 			
7. CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA: 22 °C HUMEDAD RELATIVA: 59 %		
8. VALIDÉZ DE INFORME	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME		
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN		 <p>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</p>	
ING. MECANICO			
LABORATORIO HTL CERTIFICATE			

ANEXO 4: FOTOGRAFÍAS



Figura 1. Muestras de los troqueles de molares utilizando el software Chitubox para proceder a imprimir en resina calcinable, vista oclusal.

Fuente: Fotografiado por el investigador

Autor: Johnny León



Figura 2. Muestra de los troqueles metálicos colocados en los tubos de PVC con resina acrílica, vista frontal

Fuente: Fotografiado por el investigador

Autor: Johnny León

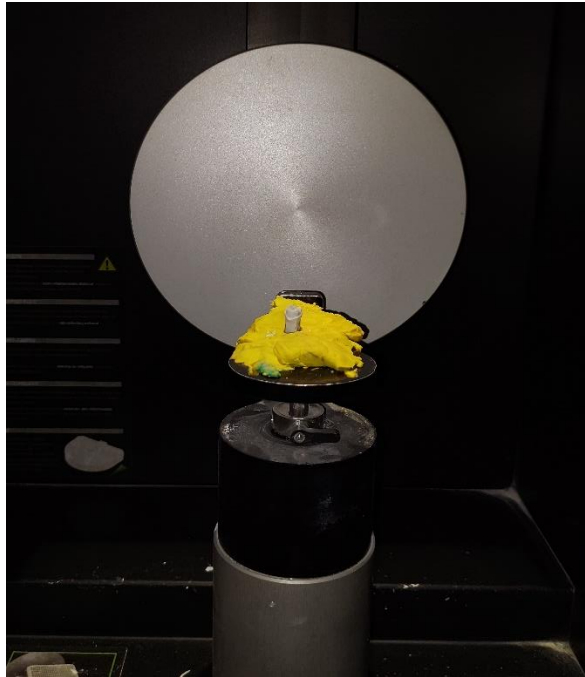


Figura 3. Escáner extra oral de laboratorio
Fuente: Fotografiado por el investigador
Autor: Johnny León

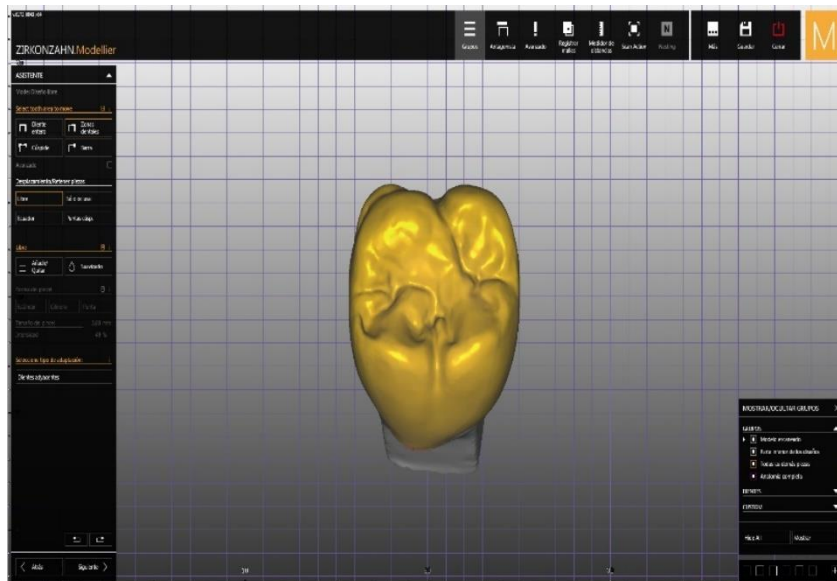


Figura 4. Diseño digital de las coronas provisionales
Fuente: Fotografiado por el investigador
Autor: Johnny León

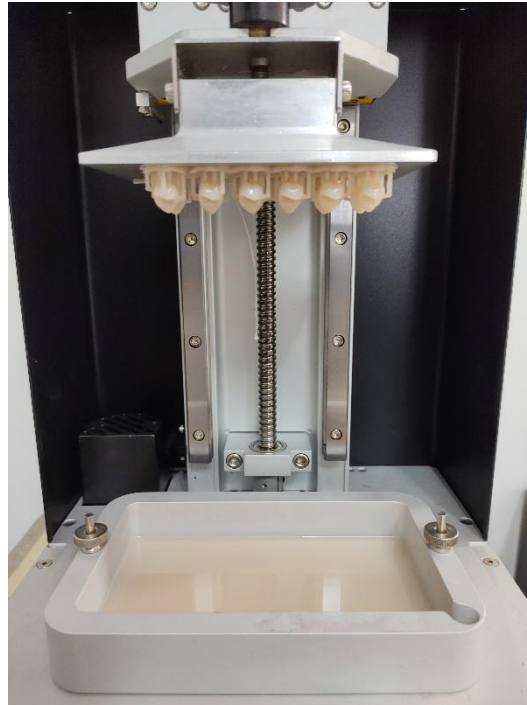


Figura 5. Muestra de la impresión de las coronas provisionales

Fuente: Fotografiado por el investigador

Autor: Johnny León



Figura 6. Muestra del mecanizado de las coronas provisionales

Fuente: Fotografiado por el investigador

Autor: Johnny León

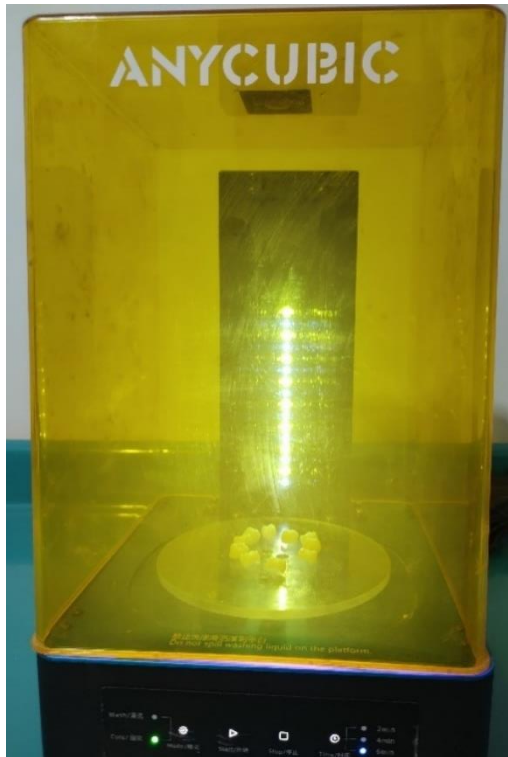


Figura 7. Muestras de resina biocompatible 3D en el fotopolimerizado post impresión Fuente: Fotografiado por el investigador
Autor: Johnny León

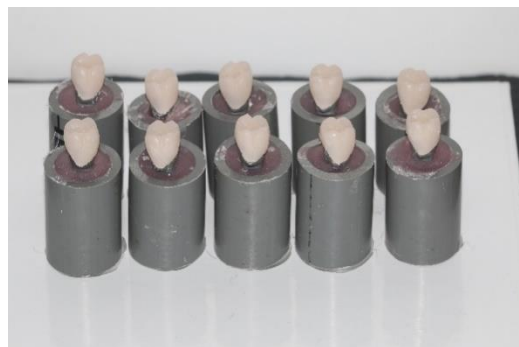


Figura 8. Muestras de coronas provisionales cementadas con poliacarboxilato de zinc Fuente: Fotografiado por el investigador
Autor: Johnny León

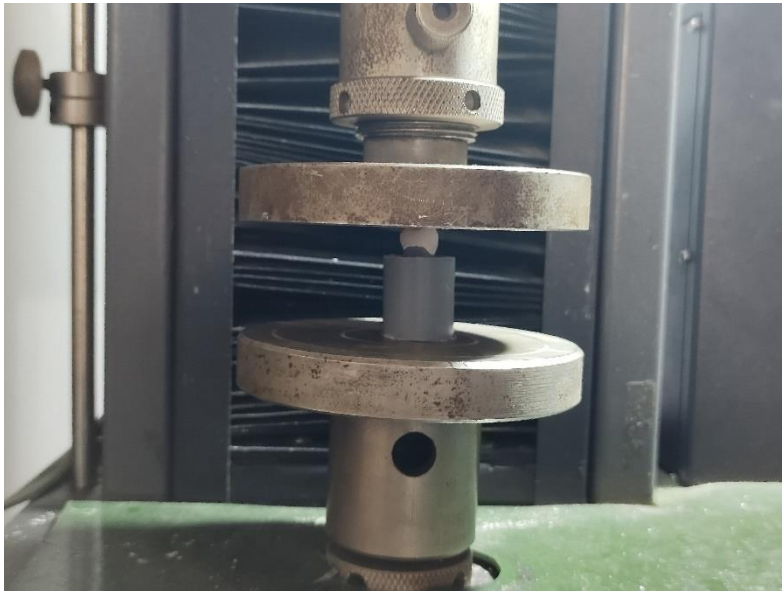


Figura 9. Muestras de las coronas provisionales en pruebas de resistencia compresiva

Fuente: Fotografiado por el investigador

Autor: Johnny León