

**ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE ENDOCORONAS  
ELABORADAS EN MATERIALES LIBRES DE METAL.**

**ENDOCROWNS FRACTURE RESISTANCE STUDY MADE OF METAL-  
FREE MATERIALS.**

**INVESTIGADORES**

**LAURA VANESA SANCHEZ BELTRAN**

**Odontóloga, Estudiante de Especialización en Prostodoncia**

**JULIO CÉSAR PÁEZ GONZALEZ**

**Odontólogo, Estudiante de Especialización en Prostodoncia**

**ASESOR CIENTIFICO**

**DR. EFRAIN LOPEZ**

**Odontólogo, Especialista en Rehabilitación oral**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**DRA.SONIA R. UNRIZA PUIN**

**Odontóloga, Magister en Ciencias Odontológicas**

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la resistencia a la fractura de tres materiales libres de metal para la elaboración de endocoronas en molares. **Materiales y Métodos:** Se evaluaron 3 grupos de acuerdo con el material evaluado Disilicato de litio, PMMA y Resina impresa 3D, cada uno con 18 especímenes, los cuales fueron sometidos a pruebas de resistencia a la fractura con un dispositivo universal de pruebas INSTRON® 3386, en el laboratorio de la Fundación Universitaria CIEO-UNICIEO en Bogotá. **Resultados:** El valor promedio más alto de la resistencia a la fractura fue obtenido por Disilicato de litio AMBER MILL® (1684,97 N). Seguido por la resina impresa 3D – Dental Resin Permanent, (1514,74 N). Por último, se encuentra el PMMA (1417,41 N). **Conclusiones:** En el universo de materiales existentes para la rehabilitación de molares con endocoronas, esta investigación encontró que, el Disilicato de litio AMBER MILL® puede ser recomendado como el material idóneo para este tipo de restauraciones, debido a que presentó la mayor resistencia a la fractura. Adicionalmente, se pudo determinar que, la resina impresa 3D puede ser usada también como material definitivo para estas endocoronas. Sin embargo, es necesario que se realicen estudios de tipo prospectivo que puedan soportar los resultados y determinar la efectividad de estos materiales a largo plazo.

**PALABRAS CLAVES:** *Endocrown, Litium Disilicate, Fracture Resistance, PMMA, Print Resin 3D, Endodontic Treatment.*

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the fracture resistance of three metal-free materials for the fabrication of molar endocrowns. **Materials and Methods:** Three groups formed by lithium disilicate, PMMA and 3D printed resin were evaluated, each one with 18 specimens, which were subjected to fracture resistance tests with a universal testing device INSTRON ® 3386, in the laboratory of the Fundación Universitaria CIEO-UNICIEO in Bogota. **Results:** The highest average value of fracture toughness was obtained by AMBER MILL® lithium disilicate (1684.97 N). Followed by 3D printed resin - Dental Resin Permanent, (1514.74 N). Lastly, there was PMMA (1417.41 N). **Conclusions:** In the universe of existing materials for the rehabilitation of molars with endocrowns, this research found that AMBER MILL® lithium disilicate can be recommended as the ideal material for this type of restoration, because it presented the highest resistance to fracture. Additionally, it was determined that the 3D printed resin can also be used as a definitive material for these endocrowns. However, prospective studies are needed to support the results and determine the long-term effectiveness of these materials.

**KEY WORDS:** *Endocrown, Litium Disilicate, Fracture Resistance, PMMA, Print Resin 3D, Endodontic Treatment.*

## INTRODUCCIÓN

La pérdida de sustancia dental no solamente surge de patología cariosa, trauma, desgaste, erosión, entre otras sino además como consecuencia de la cavidad de ingreso para el procedimiento endodóntico (1). Los dientes tratados endodónticamente conllevan un mayor riesgo de fracaso biomecánico que los dientes vitales, y constituyen un problema común en odontología restauradora relacionado con las fracturas que se producen en dichos dientes (2). La rehabilitación de dientes tratados endodónticamente con divergencia coronal masiva continúa siendo un desafío clínico, especialmente debido a la pérdida de propiedades de resistencia de la pulpa y el tejido dentinario circundante. La retención coronal a menudo se ve afectada, por lo que los pines intraradiculares que pueden o no ser necesarios en combinación con los materiales del núcleo (3).

Existe gran variedad de tratamientos para rehabilitar dientes tratados endodónticamente ya sean, coronas, núcleos e incrustaciones, para fines de este estudio se tuvo en cuenta la opción de una restauración poco utilizada y conservadora conocida como Endocorona. Este tipo de restauraciones de un solo componente fabricadas en cerámica, resina o en pmma, está indicada para molares tratados endodónticamente con gran destrucción y pérdida significativa de estructura coronal. Las endocoronas se realizan en laboratorio con un solo componente denominado monobloque, que corresponde a una porción equivalente a la parte cameral del conducto pulpar y en ocasiones puede involucrar una entrada de algún conducto radicular ofreciendo una retención macro mecánica

proporcionada por las paredes pulpares, y micromecánica mediante cementación adhesiva y la otra porción coronal (4-6). Para elaborar las endocoronas, en el mercado se cuenta con diferentes materiales de tipo provisional, a base de cerámicas, a base de resinas, etc. El clínico o especialista debe conocer y comprender qué tipo de materiales se debería utilizar en cada caso y cuál de esos materiales le va a proporcionar un buen rendimiento clínico (3-5).

Este estudio *In-Vitro* quiso Determinar la resistencia a la fractura de tres materiales libres de metal para la elaboración de endocoronas en molares tratados endodónticamente y de la misma manera proporcionar una opción que también sea rentable y asequible para los pacientes de manera económica y que brinde propiedades que conviertan dichas restauraciones en duraderas y con buena supervivencia.

## METODOLOGÍA

El presente estudio fue de tipo experimental *in-vitro*, de la línea de investigación biomateriales y tecnología para la restauración dental del Grupo de Ciencias Odontológicas UNICOC; realizado en el laboratorio de la Fundación Universitaria CIEO-UniCIEO, previa revisión y aprobación del Comité de Investigación de la Institución Universitaria colegios de Colombia UNICOC. En el cual se sometieron tres materiales a estudio (Disilicato de Litio, PMMA, Resina impresa 3D).

El tamaño de la muestra se determinó, por medio del software Real Statistics con un efecto de error Eta-sq de 0,4, una potencia de 80%, una confianza del 90% dando como resultado una muestra de 18 unidades por grupo es decir 54 endocoronas.

Las preparaciones en los molares fueron diseñadas manualmente por un operador, **(Figura 1)**, posteriormente scaneadas y llevadas al software digital e impresas en impresora 3D **(Figura 2)**. Las muestras de Disilicato de litio fueron fresadas, igualmente que las de PMMA **(Figura 3)**, por último, las endocoronas de resina fueron realizadas por una impresora 3D. **(Figura 4.)**

Las muestras de los dientes impresos se cubrieron con cera simuladora de ligamento**(Figura 5)**, luego fueron llevadas a cubos de lego con acrílico transparente y posicionadas correctamente por un paraleló metro, dejándose polimerizar por 4 minutos según temperatura ambiente, posteriormente se retiraron los excesos de

cera (**Figura 6**), para continuar con la eliminación de excesos de la cera con vapor caliente a presión (**Figura 7**), continuando con aplicación de silicona liviana Zhermarck (**Figura 8**), se retiraron los excesos con bisturí, luego se procede a marcar todas las muestras con los nombres de cada material (Disilicato, PMMA, resina impresa 3D)(**Figura 9**), se verificó la adaptación de las endocoronas en las preparaciones de los dientes impresos, para continuar con la cementación de todas las muestras con los materiales correspondientes para cada grupo con cemento dual Bisem (**Figura 10**), se retiraron los excesos, y por último se sometieron todas las muestras al dispositivo universal INSTRON® 3386.

Los resultados de pruebas de cada grupo de estudio fueron obtenidos a través del software del dispositivo universal INSTRON 3386 y tabuladas en Excel. **Tabla 1,2,3**

Se realizó un análisis descriptivo y comparativo (promedios, medianas, error estándar, máximo, mínimo y rango intercuartílico) de todas las variables. **Tabla 4.**

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar si las variables continuas presentaban una distribución normal o no normal. Posteriormente, se aplicó una prueba Anova para comparar las varianzas de las medias de los diferentes grupos, con posterior utilización de la prueba post-hoc de turkey para crear intervalos de confianza para todas las diferencias entre pares de grupos. **Tabla 5.**

## RESULTADOS

El mayor valor promedio de la resistencia a la fractura fue obtenido por el grupo de Disilicato de litio AMBER MILL® (1684,97 N). Seguido por el grupo de resina impresa 3D – Dental Resin Permanent, (1514,74 N). Por último, el grupo de PMMA (1417,41N).

Al aplicar la prueba post-hoc Tukey comparando los materiales de dos en dos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre Disilicato de Litio y PMMA ( $p=0,011$ ), con promedio de 267,57 N. Al comparar Disilicato de Litio con resina impresa 3D, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,146$ ), al igual que al comparar PMMA con resina impresa 3D ( $p=0,523$ ).

Gráficamente se observan diferencias estadísticamente significativas entre el Disilicato de Litio y el PMMA. Los rangos intercuartílicos del Disilicato de Litio y la Resina Impresa 3D se cruzan al igual que los de la Resina Impresa 3D y el PMMA, es decir, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre esos grupos. **Figura 11.**

## DISCUSIÓN

El presente estudio experimental *in-vitro* tenía como objetivo determinar la resistencia a la fractura de tres materiales libres de metal (Disilicato de litio, PMMA y Resina impresa 3D), para la elaboración de endocoronas en molares, mediante un dispositivo universal de pruebas Instron® 3386, utilizando un mismo protocolo de cementación; con el fin de determinar el material más indicado para la elaboración de este tipo de restauraciones.

Esta investigación logró determinar que la resistencia compresiva del Disilicato de Litio se encuentra en un rango de 1137,02 N y 2185,38 N. Esto concuerda con los resultados de Beji Vijayakumar J et al, en el 2021, en el que realizan una comparación de materiales sometiéndolos también a pruebas de fractura, encontrando una resistencia de 2065 N(7); Al igual que Doaa Taha et al; en el 2018, en su evaluación de adaptación marginal y resistencia a la fractura de endocoronas determinaron que el Disilicato de litio presentó una resistencia compresiva de: 1478.9 N(8), teniendo en cuenta que dicho estudio fue sometido a envejecimiento termomecánico el cual produjo un aumento estadísticamente significativo de los valores del espacio marginal. Los ciclos de carga térmica y mecánica podrían producir tensiones significativas en la interfase de las restauraciones causando el fallo de la interfase del cemento (8). La aplicación repetida de las fuerzas de masticación y las diferencias de expansión térmica entre el cemento y el diente o la restauración pueden contribuir al deterioro de la adaptación marginal, siendo este otro factor predisponente en el momento de la fractura, sin embargo, a pesar de

haber agregado otros factores a las muestras los valores de resistencia a la fractura se siguen encontrando en los mismos rangos mencionados (8).

Valentyn Skalskyi et al; en el 2018, en otro estudio invitro analizaron las características de la resistencia a la fractura del Disilicato de litio: 2726 N(9), dándonos a conocer también que la restauración de tipo endocorona es un sistema mecánico complejo. El inicio de la fractura en esta restauración depende de muchos factores físicos, en particular la variación en la geometría de los dientes bajo carga, su estado biológico, y otras características fisiológicas predisponentes (9). Wiam El Ghoul et al; en el 2019, indicaron la resistencia a la fractura y modos de falla en su investigación encontraron que el Disilicato de litio presentó una fuerza compresiva de 2914 N (10), indicando que la endocorona tiene una naturaleza monobloque que puede producir menos presiones internas que la corona completa retenida por perno y muñón, que tiene un gran número de interfaces adhesivas entre distintos materiales (corona cerámica, núcleo o perno, tejido dental (10). También puede explicarse por el diferente grosor oclusal entre las endocoronas y las coronas convencionales. Además, la preparación de la endocorona permite conservar el esmalte periférico, que es un éxito clave en la fuerte adhesión que conduce a una mejor distribución de la carga y a una alta resistencia a la fractura (10).

En cuanto a la resina impresa en 3D la cual arrojó unos valores de resistencia a la fractura entre 1031,97N y 1911,26N, y se presenta como una buena alternativa de material definitivo en este tipo de restauraciones, no existen investigaciones que

analicen la resistencia a la fractura de este tipo de material fabricado en una impresora 3D como se realizó en la presente investigación, pero en contraste, existe evidencia que compara este material en bloques o en discos. Doaa Taha et al en el 2018, realizó su estudio con una resina nano cerámica en bloque en el cual reportó una resistencia a la fractura de 1508,05 N (8). Valentyn Skalskyi et al; en el 2018 evidenciaron una resistencia a la fractura de resina nano hibrida de 1533N (9); así como el estudio de Wiam El Ghouli et al, 2019, indicó que, la resistencia a la fractura de la resina fue de 1347 N(10); por último el artículo de Mertsöz B en el 2023, en su estudio de resinas nano cerámicas híbridas, dando como resultado una resistencia a la fractura de estas de 1051 N(11). Por tal motivo, la evidencia muestra que los valores de la resistencia a la fractura de este tipo de materiales se encuentran entre el mismo rango de este estudio *In Vitro*, convirtiéndose en materiales accequibles que pueden utilizarse en las restauraciones de molares con tratamiento endodóntico.

Para dar respuesta al tercer objetivo de este estudio el cual fue determinar cuál de los materiales estudiados tiene la mayor resistencia a la fractura después de ser sometidos a una fuerza compresiva en una máquina de prueba universal, el Disilicato de litio mostró la mayor resistencia a la fractura (1684,97N), concordando con la evidencia encontrada en los estudios de Gresnit et al; (1892 N) (12), Doaa Taha en el 2018 (1478 N) (8) y Wiam El Ghouli et al; 2019 (2914 N) (9,10).

Finalmente, los resultados del presente estudio permitieron establecer que los diferentes protocolos de manejo utilizados en la evidencia científica con relación a la restauración de dientes tratados endodónticamente con endocoronas de Disilicato de Litio no afecta la resistencia a la fractura de éstas restauraciones.

## CONCLUSIONES

Dentro de la variedad de materiales existentes para la rehabilitación de molares con endocoronas, esta investigación encontró que, el Disilicato de litio AMBER MILL<sup>®</sup>, puede ser recomendado como el material idóneo para este tipo de restauraciones, debido a que presentó la mayor resistencia a la fractura.

Adicionalmente, se pudo determinar que, la resina impresa 3D puede ser usada también como material definitivo para estas endocoronas. Sin embargo, es necesario que se realicen estudios de tipo prospectivo que puedan soportar los resultados y determinar la efectividad de estos materiales a largo plazo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Papalexopoulos D, Kalliopi S, Sarafianou A, A Thorough Analysis of the Endocrown Restoration: A Literature Review. The journal of contemporary dental practice 2021; 22:422-6
2. Sevimli G, Cengiz S, Oruc MS. Endocrowns: review. Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry 2015; 49:57–63
3. Sedrez-Porto JA, Rosa WL de O da, da Silva AF, Münchow EA, Pereira-Cenci T. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. Journal of dentistry 2016; 52:8–14
4. Thomas RM, Kelly A, Tagiyeva N, Kanagasingam S. Comparing endocrown restorations on permanent molars and premolars: a systematic review and meta-analysis. British dental journal 2020
5. Lin J, Lin Z, Zheng Z. Effect of different restorative crown design and materials on stress distribution in endodontically treated molars: a finite element analysis study. BMC oral health 2020; 20:226
6. Bindl A, Mormann W, Clinical Evaluation of Adhesively Placed Cerec Endo-Crowns after 2 Years - Preliminary Results, Journal of adhesive dentistry 1999
7. Beji Vijayakumar J, Varadan P, Balaji L, Rajan M, Kalaiselvam R, Saeralaathan S, et al. Fracture resistance of resin based and lithium disilicate endocrowns. Which is better? - A systematic review of in-vitro studies. Biomaterial investigations in dentistry 2021; 8(1):104–11

**8.** Taha D, Spintzyk S, Sabet A, Wahsh M, Salah T. Assessment of marginal adaptation and fracture resistance of endocrown restorations utilizing different machinable blocks subjected to thermomechanical aging. *Journal of esthetic and restorative dentistry: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry* 2018;30(4):319–28

**9.** Skalskyi V, Makeev V, Stankevych O, Pavlychko R. Features of fracture of prosthetic tooth-endocrown constructions by means of acoustic emission analysis. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials* 2018 Mar ;34(3):46–55

**10.** El Ghouli W, Özcan M, Silwadi M, Salameh Z. Fracture resistance and failure modes of endocrowns manufactured with different CAD/CAM materials under axial and lateral loading. *Journal of esthetic and restorative dentistry: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry* 2019;31(4):378–87

**11.** Mertsöz B, Ongun S, Ulusoy M. In-Vitro Investigation of Marginal Adaptation and Fracture Resistance of Resin Matrix Ceramic Endo-Crown Restorations. *Materials* 2023;16(5)

**12.** Gresnigt MMM, Özcan M, van den Houten MLA, Schipper L, Cune MS. Fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithium disilicate and multiphase resin composite endocrowns under axial and lateral forces. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials* 2016;32(5):607

## ANEXOS

**Tabla 1. Disilicato**

	Máximo Carga [N]
1	1801,66541
2	2073,02344
3	2185,38159
4	1825,86108
5	1488,04797
6	1211,90674
7	1184,19556
8	1573,10913
9	1627,59558
10	2024,15796
11	1831,19421
12	1975,72888
13	2079,57495
14	1399,67432
15	1137,02026
16	1586,28748
17	1546,15442
18	1778,91101
Media	1684,97167
Mediana	1703,25330
Máximo	2185,38159
Mínimo	1137,02026
Desviación estándar	321,73897
Coficiente de variación	19,09462

**Tabla 2. Resina**

	Máximo Carga [N]
1	1766,47107
2	1190,83936
3	1300,19714
4	1276,61401
5	1595,59143
6	1031,96802
7	1430,64490
8	1665,03381
9	1658,82239
10	1471,07739
11	1426,03320
12	1674,74927
13	1911,26416
14	1079,62109
15	1877,87537
16	1778,76611
17	1421,50366
18	1708,20996
Media	1514,73791
Mediana	1533,33441
Máximo	1911,26416
Mínimo	1031,96802
Desviación estándar	264,65042
Coficiente de variación	17,47170

**Tabla 3. PMMA**

	Máximo Carga [N]
1	1287,44482
2	1442,21423
3	1729,62292
4	1784,25330
5	1653,04919
6	1364,97925
7	1508,82751
8	1252,57617
9	1504,28040
10	1429,43481
11	1421,81580
12	1048,72388
13	1073,12378
14	1276,55505
15	1363,92041
16	1531,63550
17	1573,40466
18	1267,42969
Media	1417,40508
Mediana	1425,62531
Máximo	1784,25330
Mínimo	1048,72388
Desviación estándar	201,18902
Coficiente de variación	14,19418

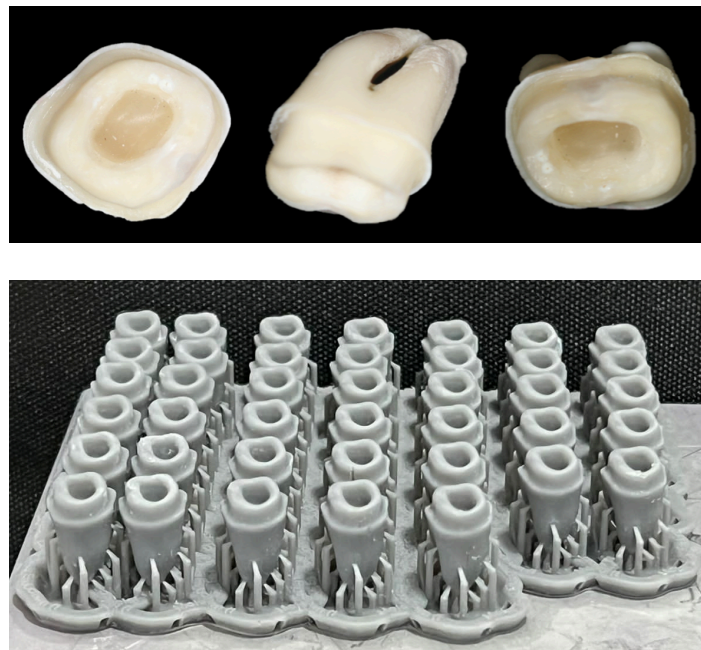
**Table 4. Resultados mínimo, máximo y promedio de resistencia a la fractura**

	n	Valor (N)	Error Estándar	Media	Máximo	Mínimo	IQR	Valor $p$	ANOVA:
DISILICATO	18	1684,97	75,83	1703,25	2185,38	1137,02	437,02	0,529	<b>0,0142</b>
PMMA	18	1417,41	47,42	1425,63	1784,25	1048,72	246,66	0,997	
RESINA	18	1514,74	62,38	1533,33	1911,26	1031,97	369,32	0,531	

**Tabla 5. Prueba Post-Hoc Turkey**

<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Media</i>	<i>Valor p</i>
DISILICATO	PMMA	267,57	0,011
DISILICATO	RESINA	170,23	0,146
PMMA	RESINA	97,33	0,523

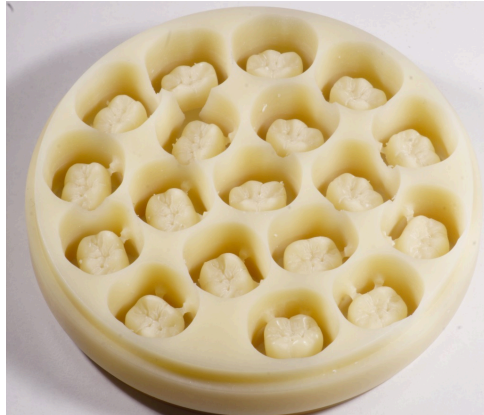
**Figura 1. Preparación e impresión de Muestras de Molares**



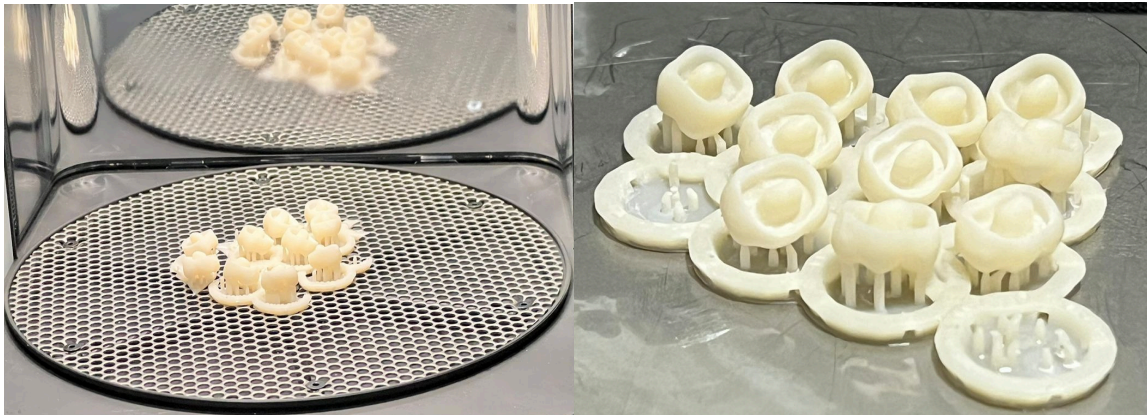
**Figura 2. Diseño Digital de Endocoronas**



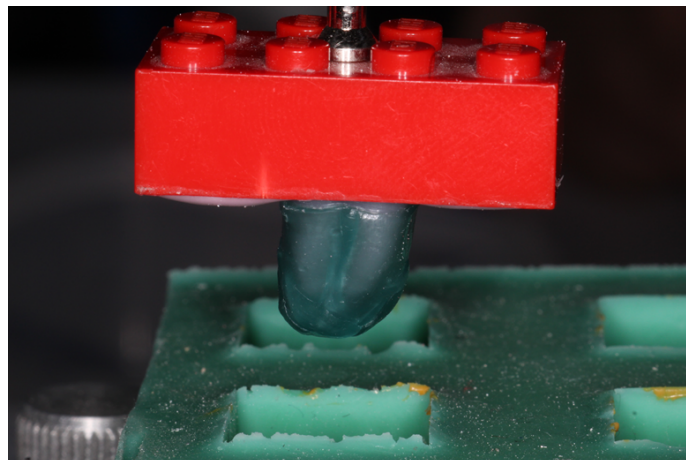
**Figura 3. Fresado de Endocoronas en PMMA y Disilicato de Litio**



**Figura 4. Impresión de Endocoronas en Resina impresa 3D**



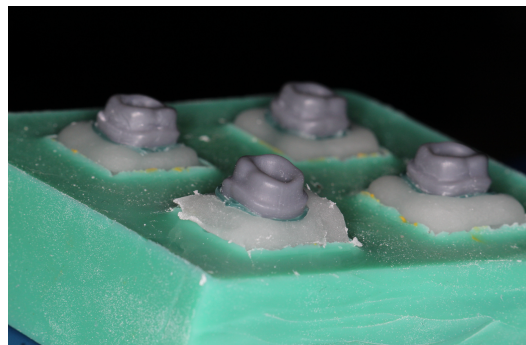
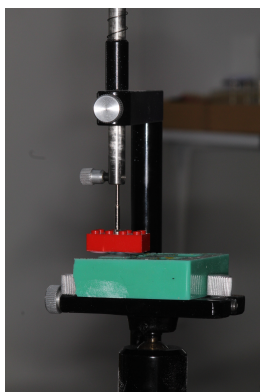
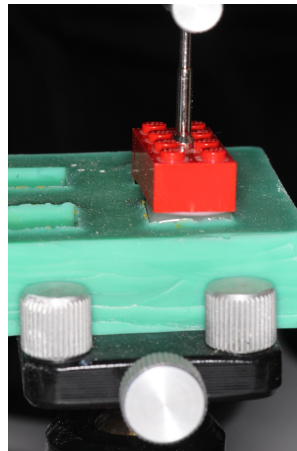
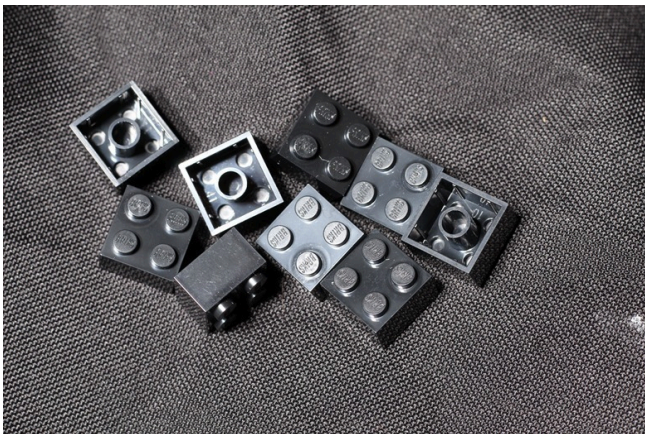
**Figura 5. Cera Simuladora de Ligamento**



**Figura 6. Retiro de cera con vapor caliente**



**Figura 7. Posicionamiento de Muestras en cubos de lego con acrílico**



**Figura 8. Silicona Liviana**



**Figura 9. Identificación de las Muestras**





Figura 10. Cementación de las Muestras

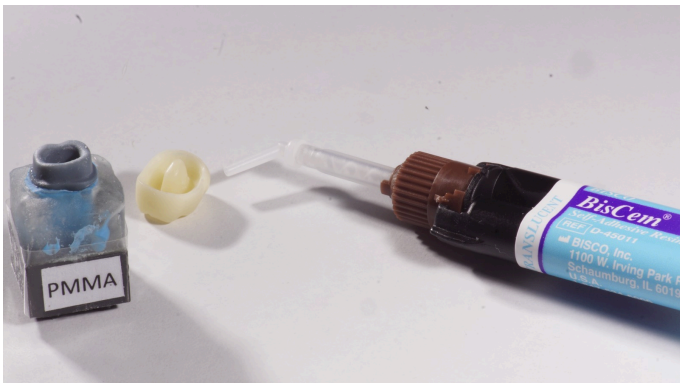




Figura 11. Estudio de box plot de material vs. Resistencia.

