



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

**“COMPARACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE  
RESINAS PARA RECONSTRUCCIÓN DE MUÑONES. ESTUDIO IN  
VITRO”**

Tesis para optar el Título de:

**SEGUNDA ESPECIALIDAD EN REHABILITACIÓN ORAL**

Presentado por:

Jesus Alfredo Revollar Cardenas (0000-0001-5064-3598)

Asesor:

Ana Isabel López Flores (0000-0002-1104-2439)

Lima – Perú

2019

	Reglamento de Grados y Títulos	Código: SG-RE-001-V2	Emisión: junio 2015	Vigencia 25/06/15
---	--------------------------------	-------------------------	---------------------------	----------------------

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, a los **20** días del mes de **ABRIL** del **2020**, siendo las.....**12.00**.....horas, con la asistencia del Jurado de Tesis, Presidido por el **MG. RUBÉN ÁNGELES LÓPEZ**, los miembros del Jurado **MG. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLÓN** y **MG. GUSTAVO WATANABE OSHIRO**. La Asesora de la Tesis **MG. ANA LÓPEZ FLORES**; el C.D. **JESUS REVOLLAR CÁRDENAS**, autor de la tesis Titulada: "**COMPARACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS PARA CONSTRUCCIÓN DE MUÑONES. ESTUDIO IN VITRO**" con el fin de optar el Título de Segunda Especialidad en **REHABILITACIÓN ORAL**.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación y deliberación por parte del Jurado correspondiente, habiendo sido aprobado con el calificativo de dieciséis (16)

Se extiende la presente acta en tres originales y siendo las 13:00 horas, se da por concluido el Acto Académico de Sustentación.



\_\_\_\_\_  
**Presidente**  
**DRA. RUBÉN ÁNGELES LÓPEZ**  
**DNI: 10151320**



\_\_\_\_\_  
**Miembro**  
**MG. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLÓN**  
**DNI: 42279064**



\_\_\_\_\_  
**Miembro**  
**MG. GUSTAVO WATANABE OSHIRO**  
**DNI: 09679387**



\_\_\_\_\_  
**Asesor**  
**MG. ANA LÓPEZ FLORES**  
**DNI: 10140964**

El presente trabajo lo dedico a Dios, por ser el inspirador, a mis padres y familia por el apoyo incondicional y a mi amada esposa por acompañarme en el camino  
todos estos años.

## RESUMEN

Objetivo: Comparar a las 48 horas la microdureza superficial de las resinas para reconstrucción de muñones Z350 XT 3M, Luxacore DMG America y Absolute Dentin PARKELL

Materiales y Método: El grupo de estudio estuvo conformado por 33 discos de resina, distribuidos en tres sub grupos (n=11), uno control y dos experimentales, siendo el primer grupo una resina de foto activación (G1= Z 350 3M ESPE) y los dos últimos grupos resinas de activación dual (G2= Luxa Core DMG, G3= Absolute Dentin PARKELL), los cuales fueron medidos mediante un microdurometro Vickers (LG). Se alcanza la indentación mediante una carga de 200 gramos/fuerza por un periodo de 10 segundos. El análisis estadístico se realizó con ayuda del programa SPSS Statistics V24 y se compararon las variables mediante la prueba de Anova de un factor para muestras independientes y la prueba de comparaciones múltiples de tukey.

Resultados: Luego del ensayo de microdureza Vickers (VHN) los resultados promedio fueron: para G1 se obtuvo  $75.66 \pm 4.4$  VHN, G2 arrojó un valor promedio de  $55.24 \pm 1.7$  VHN. Mientras que el promedio de microdureza para G3 fue de  $54.34 \pm 3.82$  VHN.

Conclusiones: Las resina compuesta foto activada como material de reconstrucción de muñones sometido a la prueba de microdureza superficial, presento valores de microdureza superficial mayores que las resinas duales evaluadas. Sin embargo los valores de las otras 2 resinas presentaron valores dentro del promedio permitido.

Palabras clave: dureza, cementos de resina, polimerización

## ABSTRACT

Objective: To compare the surface microhardness of the resins for stump reconstruction at Z350 XT 3M, Luxacore DMG America and Absolute Dentin PARKELL at 48 hours

Materials and Method: The study group consisted of 33 resin discs, distributed in three sub groups (n = 11), one control and two experimental, the first group being a photo activation resin (G1 = Z 350 3M ESPE) and the last two groups of dual activation resins (G2 = Luxa Core DMG, G3 = Absolute Dentin PARKELL), which were subjected to the Vickers - LG Mark Microdurometer instrument in the mechanical testing laboratory. A load of 200 grams of force was applied for 10 seconds for each indentation. The statistical analysis was performed with the help of the SPSS Statistics V24 program and the variables were compared using the Anova test of a factor for independent samples and the multiple comparison test of tukey.

Results: After the Vickers microhardness test (VHN) the average results were: for G1  $75.66 \pm 4.4$  VHN was obtained, G2 showed an average value of  $55.24 \pm 1.7$  VHN. While the average microhardness for G3 was  $54.34 \pm 3.82$  VHN.

Conclusions: The composite resin photo activated as a stump reconstruction material submitted to the surface microhardness test, presented higher surface microhardness values than the dual resins evaluated. However, the values of the other 2 resins presented values within the allowed average.

Keywords: hardness, resin cements, polymerization

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de resinas compuestas en los últimos años se incrementó, sobre todo por el gran requerimiento de materiales estéticos y por la facilidad en el manejo y manipulación.<sup>1</sup> Las resinas compuestas se pueden utilizar en diferentes situaciones clínicas tales como una restauración directa, indirecta o en la reconstrucción de muñones.<sup>2</sup> Por otro lado existen resinas indicadas específicamente para la reconstrucción de muñones que en la actualidad son utilizadas con mayor frecuencia para reparar los dientes dañados gravemente, antes de ser preparados para su posterior rehabilitación con restauraciones indirectas cementadas.<sup>1,2,4,6,8,10,13</sup>

Las resinas compuestas están disponibles en sus presentaciones de auto activación, foto activación y los de activación dual. Los materiales de auto activación tienen la desventaja de requerir un tiempo de polimerización prolongado que no está bajo el control del profesional.<sup>4,10</sup> Por otro lado, la colocación de resinas compuestas foto activadas no permite la reconstrucción de muñones en cavidades profundas, ya que no se puede asegurar una polimerización adecuada en las partes menos accesibles de las cavidades profundas donde la luz de polimerización tiene un acceso limitado. Cuando la luz pasa a través de la resina compuesta, se produce una combinación de fenómenos de dispersión, reflexión y absorción en función de la profundidad que reduce la energía de irradiación resultante. Estos efectos dan como resultado un bajo grado de conversión de monómeros.<sup>10, 13</sup> lo que indica una polimerización inadecuada, que está asociado con propiedades mecánicas inferiores, sensibilidad postoperatoria, microfiltración, caries recurrente e irritación de la pulpa causada por monómeros residual.<sup>10</sup>

Una restauración ideal es el objetivo final, pero existen limitaciones al reconstruir los muñones, cuando utilizamos la técnica en base a incrementos existe la desventaja del tiempo que

demanda este procedimiento o la inseguridad de tener los incrementos de resina polimerizados a pesar de la profundidad de la cavidad.<sup>2,8</sup> Por lo tanto, se desarrollaron resinas compuestas duales para casos que presenten cavidades profundas y así poder realizar este procedimiento de reconstrucción.<sup>1,2</sup> El uso de estos materiales resinosos duales permite a los clínicos reconstruir el diente dañado usando capas gruesas de resina, debido a los componentes de auto activación pueden asegurar la polimerización adecuada incluso cuando la luz de foto polimerización es severamente atenuada por la sombra de resina y de la cavidad.<sup>2,3,5,8,13,23,24</sup>

Estos materiales han sido diseñados para permitir al clínico reconstruir restauraciones amplias rápidamente en una única capa<sup>11,12,24,25,40,41</sup>. La activación del mecanismo de foto polimerización conforma rápidamente un contorno rígido de la restauración, mientras que el mecanismo de auto activación inicia la polimerización en regiones distales a la luz de activación, donde la luz es atenuada e insuficiente como para no lograr una polimerización adecuada. Además, se ha afirmado que la velocidad de reacción de polimerización más lenta del mecanismo de auto activación produce menos tensiones de contracción que el mecanismo de foto activación en áreas críticas, como interfaces del material resinoso con tejidos duros dentales y elementos retentivos (por ejemplo, postes de conductos radiculares prefabricados).<sup>8,25,38</sup>

Las propiedades físicas, mecánicas y estéticas determinan el comportamiento clínico de los biomateriales y en el caso de las resinas compuestas está íntimamente ligado a su composición química.<sup>15,23,37,38</sup> La composición del relleno inorgánico es del que dependen fundamentalmente estas propiedades. En este sentido la dureza es considerada una propiedad mecánica asociada con otras propiedades como la resistencia del material al desgaste, resistencia compresiva, resistencia a la tracción, grado conversión, que da una indicación general del comportamiento clínico del material.<sup>15,16,26,28,33,35,42</sup> cuya evaluación involucra una técnica fácil de realizar que se puede aplicar en el campo de los metales, cerámicas y en

polímeros. Sirve para relacionar dichos valores con características estructurales de los materiales a ser utilizados.<sup>9,15,29,31,34,36</sup>

Según Tauböck y col. la microdureza de la dentina oscila entre valores de 50 a 70 KHN en base a la distancia de la unión amelodentinaria, por tanto es importante utilizar un material con valores similares a los que presenta la dentina para un buen funcionamiento mecánico. Asimismo, para elevar la microdureza es necesaria una alta concentración de fotoiniciadores como la canforoquinona y un tiempo elevado de exposición a la luz mayor de 30 segundos. La microdureza está directamente relacionada con el grado de conversión de los polímeros. Aseveran que mientras el valor de microdureza de una resina sea mayor, también será mayor el grado de conversión de monómeros y por lo tanto el material tendrá un mejor comportamiento físico mecánico y biológico.<sup>10,17,18,31,38, 39</sup>

Por lo expuesto el presente estudio tuvo como objetivo comparar a las 48 horas la microdureza superficial de las resinas para reconstrucción de muñones Z350 3M ESPE, Luxacore DMG America, Absolute Dentin PARKELL.



## II. JUSTIFICACION

Las resinas compuestas se utilizan para diferentes tratamientos odontológicos por su rápida activación y fácil manipulación, por estas ventajas, son aplicadas en la reconstrucción de muñones para proporcionar una morfología para aquellos dientes que fueron gravemente dañados, antes de recibir una restauración indirecta definitiva.

Con frecuencia se estudia diferentes resinas compuestas para reconstrucción de muñones, desde los sistemas resinosos duales o sistemas foto activados, por las propiedades mecánicas que tienen para la reconstrucción de muñones, sin embargo no se han encontrado estudios que comparen el comportamiento de la microdureza de resinas compuestas Z350 3M, Luxacore Dmg y Absolute Dentin Parkell. Siendo importante saber cuál de estas dos resinas tiene un mejor comportamiento a la microdureza, para la posterior utilización clínica en dientes que necesitan la reconstrucción de un muñón.

Se han encontrado estudios que evalúan la microdureza superficial de la resina de foto activación Z 350 3M ESPE, que refieren resultados altos por lo que se tiene a esta resina como grupo control. Sin embargo, no hay muchos estudios referentes a la resina de activación dual Luxa Core DMG o de la resina de activación dual Absolute Dentin Parkell, por lo que se ha considerado evaluar en la presente investigación.

Por tanto, esta investigación tuvo importancia teórica debido al aporte de conocimientos científicos en esta área y proporciona datos sobre la microdureza superficial de estas resinas, que puedan servir de antecedentes para futuros estudios, ya que los datos sobre la microdureza superficial obtenidos podrán indicar cuál de ellos tiene mejores propiedades mecánicas. Se sabrá que resina compuesta tendrá mejor comportamiento para la reconstrucción de muñones.

### **III. OBJETIVOS E HIPOTESIS**

#### **1. OBJETIVO GENERAL**

Comparar la microdureza superficial de las resinas para reconstrucción de muñones Z 350 3M ESPE, Luxacore DMG America y Absolute Dentin PARKELL evaluadas a las 48 horas.

#### **2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la estadística descriptiva de la variable microdureza superficial de la resina para reconstrucción de muñones Z 350 3M ESPE, Luxacore DMG y Absolute Dentin PARKELL.
- Comparar a las 48 horas la microdureza superficial de la resina para reconstrucción de muñones Z 350 3M ESPE, Luxacore DMG y Absolute Dentin PARKELL.

#### **3. HIPOTESIS**

La microdureza superficial a las 48 horas de las resinas para reconstrucción de muñones Z350 3M ESPE, Absolute Dentin PARKELL y Luxacore DMG es diferente.

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **1. DISEÑO DE ESTUDIO**

El tipo de estudio de esta investigación será experimental, un ensayo en laboratorio in vitro.

### **2. GRUPOS DE ESTUDIO**

Se realizó una prueba piloto para la determinación de los grupos de estudio, utilizando de referencia un artículo base, del resultado se resolvió el número de grupos definitivo. Se tuvieron tres grupos de acuerdo al tipo de resina. Cada grupo estuvo conformado por 11 discos de resina (n=11) Siendo el primer grupo una resina de foto activación (G1- Z 350 3M ESPE) y los dos últimos grupos resinas de activación dual (G2- Luxa Core DMG, G3- Absolute Dentin PARKELL), El tamaño de muestra fue calculado mediante la formula para comparacion de medidas (promedio de microdureza) con un nivel de confianza = 95%, poder de la prueba = 80%, media 1= 47.57, media 2 = 42.83, desviación estándar 1=0.57, desviación estándar 2 = 0.50, total por grupo n= 11.

### **3. CRITERIOS DE SELECCIÓN**

#### **3.1. Criterios de inclusión**

- Discos de resina de las marcas Z350 3M ESPE, Luxacore DMG y Dentin Parkell.
- Discos de resina con la siguientes medidas: 5 mm de diámetro y 2 mm de espesor.
- Discos bien pulidos.
- Discos de resina fotoactivadas por 20 segundos.

### 3.2 Criterios de exclusión

- Discos con fracturas o fisuras.
- Discos que no cumplan con los criterios de selección

### 4. VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	TIPO	ESCALA	VALORES
Microdureza superficial		Es la resistencia en VHN de los discos de resina.	Valor registrado por el microdurometro	Cuantitativa Continua	Razón	Vickers (VHN)
Tipos de resina		Es la marca comercial de resinas a utilizar en el experimento.	Marca comercial	Cualitativo Politómica	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Z350 3M</li> <li>• Luxa core</li> <li>• Absolut dentin</li> </ul>

### 5. MÉTODO Y TÉCNICAS

Se evaluó 33 discos fabricados de resina compuesta, distribuidos en tres grupos (n=11), Siendo el primer grupo una resina de foto activación (G1- Z 350 3M ESPE) y los dos últimos grupos resinas de activación dual (G2- Luxa Core DMG, G3- Absolute Dentin PARKELL), los cuales medidos con el Microdurómetro Vickers (LG) en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate de ensayos mecánicos. Por cada indentación se aplicó una carga de 200 gramos-fuerza, durante 10 segundos. Indentando en tres zonas del disco. Los resultados obtenidos se compilaron en la hoja recolectora de datos (ANEXO 1)

a. Permiso para medición de las muestras

Se realizó las mediciones con el laboratorio High Technology Laboratory Certificate, laboratorio de ensayos mecánicos

b. Capacitación:

Se realizó la capacitación por un especialista en rehabilitación oral (A. L.) para la fabricación de los especímenes de resina de las marcas Z350, LUXACORE y ABSOLUT DENTIN. La capacitación consistió en obtener discos de las resinas compuestas con las siguientes medidas (5mm de diámetro por 2mm de espesor). Luego se procedió con la foto activación de los discos, para este paso se utilizó la lámpara Led Elipar MR de 3M ESPE, activando cada disco por 20 segundos con una intensidad de 1.400 mW/cm<sup>2</sup>. Mediante el uso de una matriz preformada para fines específicos de la investigación.

c. Prueba piloto:

Se realizó una prueba piloto para evaluar la variable microdureza superficial mediante el indentador Vickers realizándose tres indentaciones en cada disco fabricado con resina compuesta foto activada y de activación dual de las marcas Z350 3M ESPE, LUXACORE DMG y ABSOLUT DENTIN PARKELL. El número de especímenes que formo parte del estudio piloto correspondió al 10% del total de los especímenes utilizados en los estudios bases, El estudio base utilizo 10 especímenes por grupo, se decidió tomar 5 muestras por grupo, dando un total de 15 muestras. Por último se realizaron los cálculos necesarios, para poder resolver la muestra total que se requirió para realizar el estudio oficial de la presente investigación.

d. Materiales:

Las resinas para reconstrucción de muñones usados en esta investigación fueron obtenidas mediante distribuidores autorizados para cada marca, con fecha de vencimiento mayor a noviembre del 2017 (ANEXO 2).

e. Fabricación de los especímenes:

Se obtuvo una matriz de la marca comercial 3M ESPE con las dimensiones de 5 mm de diámetro por 2 mm de espesor (FIGURA 1), se aisló la matriz con vaselina líquida y se procedió a insertar la resina en bloques de 5 mm de diámetro por 2 mm de espesor uniformes siguiendo las instrucciones del fabricante (FIGURA 2), se ubicó una cinta celuloide sobre la resina, luego una lámina porta objeto de 1 mm de grosor a través de la cual se realizó la foto activación del bloque de resina. Se corroboró la potencia de la lámpara led a utilizar con un Radiómetro de la marca Kerr, luego se procedió con la foto activación por 20 segundos de los especímenes (FIGURA 3).

f. Tratamiento de los Especímenes antes de la indentación

Luego de su fabricación, los especímenes fueron pulidos en los bordes y revisados en base a los criterios de selección, previamente se retiraron de la matriz en la cual fueron fabricados (FIGURA 4). Posteriormente se realizó la codificación de cada espécimen y fueron conservados individualmente a temperatura de ambiente durante 48 horas, en envases plásticos sellados, antes de proceder con las indentaciones (FIGURA 5).

g. Codificación, distribución del orden y prueba de Microdureza:

La codificación de los especímenes de prueba fueron en base a grupos y realizados por el investigador, el correlacion de orden para las indentaciones en cada espécimen fue asignado aleatoriamente por el programa Microsoft Excel 2010.

El operador ejecutante de las mediciones con el microdurometro no conoció a que grupo pertenece el cuerpo de prueba. Fueron 3 indentaciones que se realizaron en la superficie de cada cuerpo de prueba con el instrumento Microdurómetro Vickers ( $H_{MV} = 1.845 \cdot F$

/d<sup>2</sup>) – Marca LG en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate. La carga aplicada fue de 200 gramos fuerza por cada indentación durante 10 segundos (FIGURA 6). Los datos obtenidos se apuntaron en la ficha de recolección de datos elaborada para la investigación (ANEXO 3).

## **6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico fue realizado mediante el programa SPSS v. 24. Los resultados fueron resumidos con medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar). La normalidad se corroboró mediante la prueba de Shapiro Wilk. La comparación entre grupos se hizo mediante la prueba de ANOVA de un factor para muestras independientes y de comparaciones múltiples de Tukey. En todas las pruebas se usó un nivel de significancia de 0,05.

## **7. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Esta investigación fue aprobado por el Comité de Investigación de la carrera de Estomatología de la Universidad Científica del Sur (código 00493). Por su naturaleza experimental, esta investigación tiene un riesgo bajo.



## V. RESULTADOS

Al término del ensayo se hallaron diferentes valores para cada grupo (dependiendo del tipo de resina compuesta, ANEXO 2). El valor promedio de microdureza en el grupo 1 fue de 75,66  $\pm$  4,4, de 55,22  $\pm$  1,7 para el grupo 2 y de 54,34  $\pm$  3,82 para el grupo 3 (Tabla 1).

Respecto a los valores máximos y mínimos de VHN, el grupo 1 fue de 86,6 y 71,3; el grupo 2 de 57,1 y 52,8; el grupo 3 de 59,7 y 51,5, respectivamente (Tabla 1).

La prueba de Shapiro Wilk demostró la normalidad de la muestra ( $p > 0,05$ ; valores para G1: 0,168; G2: 0,326 y G3: 0,15). La diferencia entre grupos (mediante prueba de ANOVA de un factor) fue estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Luego, en la prueba post-hoc (Tukey) se encontró diferencias significativas entre G1 y G2, y entre G1 y G3 ( $p < 0,001$ ); no obstante, aunque había diferencia entre G2 y G3, esta no era estadísticamente significativa (Tabla 2). El mayor valor de microdureza fue encontrado en G1.

**Tabla 1. Evaluación de la estadística descriptiva de la variable microdureza superficial**

<b>GRUPO</b>	<b>n<sup>o</sup></b>	<b>Media</b>	<b>D.E</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>p</b>
<b>G1</b>	<b>11</b>	<b>75.66</b>	<b>4.4</b>	<b>71.3</b>	<b>86.6</b>	
<b>G2</b>	<b>11</b>	<b>55.24</b>	<b>1.7</b>	<b>52.8</b>	<b>57.1</b>	<b>&lt; 0.001</b>
<b>G3</b>	<b>11</b>	<b>54.34</b>	<b>3.82</b>	<b>51.5</b>	<b>59.7</b>	

**p = Test Anova de un factor**

**Tabla 2. Comparación de la significancia estadística de la microdureza entre las 3 resinas evaluadas**

Grupo	Luxa Core			Absolute Dentin				
	Dif. Medias	95% Intervalo de Confianza		Dif. Medias	95% Intervalo de Confianza			
		LI	LS	P	LI	LS	P	
Z-350	25.17	20.9	29.36	<0.001	23.9	19.67	28.12	<0.001
Luxa Core					-1.23	-5.46	2.99	0.753

P= Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey

## VI. DISCUSIÓN

Las propiedades mecánicas de las resinas para reconstrucción de muñones coadyuvan en el comportamiento clínico, debido a este motivo se realizan diferentes estudios, sin embargo, los biomateriales requeridos en esta investigación no fueron estudiados en relación a su dureza; por esto, nuestra investigación tuvo la por objetivo comparar la microdureza de tres marcas de resinas para la reconstrucción de muñones y observar si los valores diferían unos de otros. Al respecto, un estudio<sup>1</sup> mostró un resultado diferente al nuestro; encontró que los valores de microdureza de la resina Z350 de 3M ESPE eran altos; otro estudio<sup>2</sup> utilizó la misma resina compuesta para reconstrucción de muñón; por eso, nuestro estudio la consideró para el grupo control. Las otras dos resinas para reconstrucción de muñones forman parte de variados estudios comparativos a excepción de Absolute Dentin PARKELL que es un material relativamente nuevo.<sup>3,4</sup>

Se siguió las indicaciones del fabricante para habilitar los especímenes que son parte de la investigación,<sup>2,3,4</sup> capacitando al operador previamente y respetando los criterios de inclusión, Los especímenes fueron evaluados por el operador con un microscopio digital anexo a la computadora para observar que presente un pulido ideal para su posterior indentación, luego el ingeniero realizó la indentación en una zona libre de microburbujas, evaluado previamente con un microscopio. En nuestro caso, las resinas fueron almacenadas a temperatura ambiente (aproximadamente, 24 ° C), a diferencia de otros estudios<sup>5,6,7</sup>, que lo hicieron a temperatura corporal (37 ° C); no obstante, otros estudios usaron el mismo criterio que nosotros.<sup>7,8</sup> El ensayo de microdureza fue efectuado por un ingeniero mecánico capacitado para el manejo del Microdurómetro Vickers ( LG) en el laboratorio de ensayos de la Universidad Científica del Sur.

Existe una relación estrecha entre los valores obtenidos de microdureza superficial de una resina compuesta con el grado de conversión.<sup>5,9</sup> Es por esta relación que se podría aseverar que mientras el valor de microdureza sea mayor de un resina compuesta para reconstrucción de muñones, el comportamiento del material es destacado en diversos aspectos. En el aspecto clínico, hay una mejor compatibilidad biológica con el complejo dentinopulpar ya que hay una mayor cantidad de monómeros convertidos y un mejor sellado marginal, lo que disminuye el riesgo de nano y microfiltración.<sup>10,11,24</sup> Por otro lado, las resinas compuestas para la reconstrucción de muñones a menudo se requieren para reconstruir y proporcionar una morfología para los dientes dañados gravemente, antes de la preparación para restauraciones indirectas cementadas. Y si bien es cierto la reconstrucción estará cubierta por la restauración indirecta, pero deberá presentar la dureza suficiente para evitar una falla en el sellado con lo que resta del muñon y también evitar la deformación plástica que comprometa la permanencia de ésta en la cavidad oral. En esta investigación los resultados conseguidos manifiestan que existen diferencias entre cada uno de las resinas para reconstrucción de muñones estudiadas, sin embargo, no son estadísticamente significativas al ser comparadas las resinas de activación dual, mientras que al ser comparadas con la resina de foto activación se observó una diferencia estadísticamente significativa.

Los valores del grupo control (G1) fueron mayores que los otros (G2 y G3). Esta diferencia podría deberse a la forma de fotoactivación; mientras que el grupo control es de foto activación los grupos restantes tienen una activación dual. También es importante indicar que la composición de la matriz orgánica 1 es diferente, la resina Z350 XT ESPE contiene monomeros bis-GMA, UDMA, TEGDMA,<sup>2</sup> mientras que de G2 y G3, Bis-GMA, resina acrílica, dimetacrilato de uretano, dimetacrilato alifático, dimetacrilato aromático,<sup>3,4,14</sup> lo que podría influir en el grado de conversión. Los valores destacados por G1 tienen una estrecha relación que se asocia a una menor dureza con el material de relleno que presenta Z350 XT ESPE, este

biomaterial contiene en su composición inorgánica relleno de síliceno de 20 nanómetros (nm); relleno de zirconia no de 4 a 11 nm; y un relleno de zirconia/sílice (partículas de sílice de 20 nm y de zirconia de 4 a 11 nm). Esta matriz inorgánica promueve de estabilidad dimensional a la matriz resinosa influyendo sobre las propiedades mecánicas de los materiales, mejorando la resistencia a la compresión, tracción, microdureza superficial, abrasión. El G2 como material de relleno presenta vidrio de bario silanizado, sílice (72 %, 0.02-4  $\mu\text{m}$ ) y G3 presenta en su composición rellenos de vidrio tratados con silano (5 $\mu\text{m}$ )

Asimismo, los iniciadores químicos también son diferentes. Mientras que G1 contiene canforoquinona, G2 y G3 inicia su reacción de autopolimerización a través de una reacción redox, que como iniciador tiene al peróxido de benzoilo (PB), y una amina aromática como activador, por ejemplo N-dimetil-p-toluidina<sup>12,13</sup>

Las diferencias encontradas entre G2 y G3, no fueron estadísticamente significativas, esto puede ser por la similitud en el modo de activación de estos biomateriales, otro motivo por el cual los grupos G2 y G3 no tuvieron diferencias estadísticamente significativas fue que la matriz de resina de estos biomateriales está basada en metacrilato, esto nos indicaría que el comportamiento mecánico sería similar.<sup>2,3,4,14,15,22,31,33</sup>

Por otro lado, si existió diferencias estadísticamente significativas entre G1 y G2. Dentro de las causas, se evidencia el contenido y tipo de relleno inorgánico. La resina G1 posee un porcentaje de relleno mayor que G2 y G3<sup>12,13,16,29,31</sup> también presenta partículas de zirconio,<sup>2,4,7</sup> lo que podría explicar su mayor dureza, ya que G1 y G2 contienen polvo de vidrio y sílice.<sup>4,14</sup> Otra de los motivos puede ser que la matriz presenta bis-GMA, monómero principal de G1, que contiene mayor peso molecular y una molécula voluminosa, por este motivo se produce un polímero con propiedades físicas y mecánicas superiores<sup>17</sup> comparado con los metacrilatos, monómero principal de G2 y G3, que tiene una estructura molecular menos

compleja que el bis-GMA y un peso molecular inferior <sup>18</sup> por tanto se traduce en propiedades mecánicas inferiores de estos polímeros, lo que indicaría, además, que valores menores de dureza divergen estadísticamente de los grupos estudiados. Sería mejor comparar la resina Z350 XT (G1) con otras resinas duales que tienen menor grado de dureza, lo que significaría un menor grado de conversión que, como se ha mencionado, optimiza las propiedades mecánicas del biomaterial (biodisponibilidad y sellado marginal).<sup>10,7</sup> No obstante, la microdureza de las otras resinas (G2 y G3) estuvo dentro de los valores aceptados <sup>3,4,18</sup>.

Los valores más altos de microdureza pertenecieron a los cuerpos de prueba de G1, comparados con G2 y G3. Por lo contrario, los cuerpos de prueba de G3 tuvieron los valores menores, aunque las diferencias con G2 no fueron estadísticamente significativas. Estos resultados se explicarían por la matriz resinosa, el porcentaje y tipo de relleno inorgánico y al grado de conversión.

Estudios sobre microdureza comparan biomateriales exclusivamente de restauración. Son menores los estudios que se hallaron sobre microdureza de resinas compuestas para reconstrucción de muñones. Sin embargo, se procuró que exista similitud metodológica para la fabricación de especímenes con investigaciones previas. Es así que Augusto Galvão y col.<sup>2</sup>

Para evaluar la microdureza de resinas compuestas duales (LuxaCore-Dual, DMG y FluoroCore2, Dentsply Caulk) y un cemento resinoso dual (Rely X ARC, 3M ESPE) utilizó metodología y tamaño muestral similar a nuestra investigación, y la diferencia es que nuestro estudio utilizó resinas compuestas duales Luxa Core DFGM y Absolut Dentin PARKELL y una resina de foto activación Resina Z350 XT de 3M ESPE. Sin embargo los resultados de microdureza fueron muy similares en las resinas compuestas duales a los encontrados en el presente estudio a pesar de que la carga aplicada y fuente de luz fue diferente.

Otra investigación,<sup>10</sup> comparó la efectividad de la auto activación y foto activación en la polimerización de materiales para reconstrucción de muñones duales, de las marcas Clearfil DC Core Automix (Kuraray, Tbkyo), flujo Core'X (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemania), LuxaCore Z-Dual (DMG, Hamburgo, Alemania) y MultiCore Flow (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). En esta investigación, el tamaño de la muestra y la confección de los especímenes de prueba fueron semejantes con nuestro estudio. De la misma manera, la temperatura de almacenamiento fue la misma (a 24 ° C, es decir, ambiental). No obstante, si hubo diferencia respecto a la medición en dureza en Knoop (KHN): la conversión de 100 KHN es 86 VH. Nuestros resultados muestran que todos los otros materiales exhibieron una disminución significativa en KHN a profundidades mayores en solo uno de los seis grupos foto activados, resultados que determinan que a pesar de la activación a diferentes profundidades se tiene la seguridad que las resinas duales se activaran y mantendrán sus propiedades mecánicas ideales, sin embargo, también muestra que al ser una resina exclusivamente de foto activación podría presentar falta de polimerización en las zonas más profundas de la cavidad por presentarse atenuada la foto activación, tomando como protocolo la colocación por incrementos no mayores a 2mm como se indican en diferentes investigaciones.<sup>21,22</sup>

Otros autores<sup>13</sup> compararon la influencia de los métodos de exposición de luz a diferentes profundidades para hallar la microdureza superficial de las resinas compuestas duales para reconstrucción de muñones, (Clearfil DC Core Plus [DCP] y Unifil Core EM [UCE]), este estudio evaluó la microdureza Knoop (KHN) de resinas compuestas duales para reconstrucción de muñones a 6 diferentes profundidades en 3 tiempos diferentes de foto activación, mediante 4 métodos de exposición a la luz. Dando resultados de microdureza superficial similares a los obtenidos en la presente investigación, cuando los especímenes fueron evaluados a una profundidad de 2 mm por 20 segundos de foto activación, parámetros similares que se utilizaron en este estudio. Los valores de microdureza para cada grupo fueron diferentes,



siendo los valores más altos los obtenidos en el grupo con mayor tiempo de foto activación. Por otro lado, los autores indican que las propiedades físicas superiores son importantes para una restauración exitosa y que los valores de microdureza superficial dependen de muchos factores como el tipo, tamaño de carga de relleno, el tipo de matriz de resina. Factores que en nuestra investigación también consideramos relevantes para la obtención de diferentes valores de microdureza superficial.

Otros autores <sup>4</sup> en la investigación efecto de la auto activación y activación dual sobre el grado de conversión y la densidad de reticulación de materiales resinosos duales para reconstrucción de muñones, evaluaron el valor de microdureza Vickers (VHN) de Clearfil Dc Core Automix (CLF) y Grandio Core Dc (GR) con las muestras almacenadas en etanol durante 24 h. La metodología empleada en este estudio fue diferente, sin embargo el tamaño muestral y la elaboración de especímenes fueron muy similares a los utilizados en la presente investigación.

Se concluye, que debido a los resultados de la presente investigación, la resina para reconstrucción de muñones Z350 XT 3M ESPE presentaría un comportamiento mecánico superior comparado con otras resinas para reconstrucción estudiadas, por presentar mayores valores de dureza. En cuanto a, las resinas duales para reconstrucción de muñones Luxa Core DFGM y Absolute Dentin PARKELL, presentarían comportamientos mecánicos menores (tuvieron los valores de microdureza más bajos), comparados con las otras resinas. Sin embargo las resinas duales para reconstrucción de muñones Luxa Core DFGM y Absolute Dentin PARKELL al tener una activación dual tienen ventajas al ser utilizados en cavidades amplias y profundas. Importante resaltar que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los valores permitidos <sup>5,6</sup>

Concluimos indicando que a pesar de las limitaciones que pueden existir en el estudio, los resultados alcanzados rechazan la hipótesis nula, puesto que las resinas duales para reconstrucción de muñones utilizadas tuvieron diferencias entre sus valores, sin embargo no fueron estadísticamente significativas en todos los casos.

## VII. CONCLUSIONES

1. La resina compuesta foto activada como material de reconstrucción de muñones, tiene un mayor valor promedio de microdureza superficial. Sin embargo los valores de las otras 2 resinas presentaron valores dentro del promedio permitido.
2. La resina compuesta de foto activación al ser comparada con las resinas de activación dual, presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto a las resinas duales, mientras que entre estas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Hofmann N, Papshart G, Hugo B, Klaiber B. Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength modulus and surface hardness. *J Oral Rehabil.* 2001;28:1022-8.
2. Galvão CA, De Cerqueira A. Effect of curing mode on the hardness of dual-cured composite resin core build-up materials. *Braz Oral Res.* 2010;24(2):245-9
3. D’Arcangelo C, Cinelli M, De Angelis F, D’Amario M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent.* 2007;98(3):193- 8.
4. Karakis D, Zeynep A, Dogan A. Effect of self and dual-curing on degree of conversion and crosslink density of dual-cure core build-up materials. *J Prosthodont Res.* 2017;210-16
5. Sónia G, Fulgêncio R, Teresa G, Toledano M, Osorio R, Carvalho R. Effect of curing protocol on the polymerization of dual-cured resin cements. *Dental materials.* 2010; 710–18
6. Tauböck TT, Bortolotto T, Buchalla W, Attin T, Krejci I. Influence of light-curing protocols on polymerization shrinkage and shrinkage force of a dual-cured core build-up resin composite. *Eur J Oral Sci* 2010;118:423-29.
7. Silva T, Coutinho M, Cardozo P, Silva L, Zorzatto J. Conventional dual-cure versus self-adhesive resin cements in dentin bond integrity. *J Appl Oral Sci.* 2011;19(4):355-62
8. Kournetas N, Tzoutzas I, Eliades G. Monomer Conversion in Dual-cured Core Buildup Materials. *Operative Dentistry*, 2011, 36-1, 92-97

9. Ruiz JM, Ceballos L, Fuentes M, Osario R, Toledano M, García-Godoy F. Propiedades mecánicas de resinas compuestas modificadas o no con poliácidos. *Avances en Odontoestomatología*. 2003; 19(6): 291-7.
10. Tauböck TT, Bortolotto T, Buchalla W, Attin T, Krejci I. Comparing the effectiveness of self-curing and light curing in polymerization of dual-cured core buildup materials. *JADA* 2011;142(8):950-956.
11. Bitter K, Schubert A, Neumann K, Blunck E, Sterzenbach G, Rüttermann S. Are self-adhesive resin cements suitable as core build-up materials? Analyses of maximum load capability, margin integrity, and physical properties. *Clin Oral Invest*. 2016;20:1337–45
12. Migliau G, Piccoli L, Di Carlo S. Comparison between three glass fiber post cementation techniques. *Annali di Stomatologia* 2017;8 (1):29-33
13. Keiichi Y, Xiangfeng M. Influence of light-exposure methods and depths of cavity on the microhardness of dual-cured core build-up resin composites. *J Appl Oral Sci*.2014;22(1):44-51
14. Kurzer M. Estudio Comparativo de Dureza en Dientes Artificiales Fabricados con Diferentes Tipos de Resinas Acrílicas. *Revista Eia*. 2006: 122.
15. Phillips. *Ciencia de los Materiales Dentales*. 11ª ed. España: Elsevier; 2004. p. 96-97.
16. Macchi R. *Materiales Dentales*. 4ª ed. Argentina: Médica Panamericana; 2007. p. 34-36.
17. Menezes MA, Muench A. Dureza Knoop de Resinas Compostas em Funcao do Numero relativo de Radicais Libres. *Revista Odontológica da Universidade de Sao Paulo* 2006;12: 281-5.

18. Santerre JP, Shalii L, Leung BW. Relation of Dental Composite Formulations to their Degradation and the Release of hydrolyzed Polymeric-resin-derived products. *Rev Oral Biol Med.* 2001;136-9
19. Ramirez E, Codargo I, Vaz CR. Caracterización Metalográfica de Aleaciones Metálicas Utilizadas como Biomateriales en Implantes Quirúrgicos. Universidad Estatal Paulista Sp. Brasil. 2002; 21-4.
20. Spinell T, Schedle A, Watts DC, Polymerization shrinkage kinetics of dimethacrylate resin-cements. *Dent Mater J.* 2009;25(8):1058-1066,
21. Cekic-Nagas I, Ergun G, Vallittu PK, Lassila LV. Influence of polymerization mode on degree of conversion and micropush-out bond strength of resin core systems using different adhesive systems. *Dent Mater J.* 2008;27(3):376-385,
22. Hervás J, Martínez M, Cabanes J, Barjau A, Galve P. Resinas Compuestas. Revisión de los Materiales e Indicaciones Clínicas. *Med Oral Patol Oral Cir. Bucal.* 2006. 216-217.
23. Camargo E, Moreschi E, Baseggio W, Cury JA, Pascotto RC. Composite depth of cure using four polymerization techniques. *JAppl Oral Sci.* 2009;17:446-50.
24. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004;30(5):289-301.
25. Milleding P, Ortengren U, Karlsson S. Ceramic inlay systems: some clinical aspects. *J Oral Rehabil.* 1995;22(8):571-80.
26. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A, Ferrari M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *JAdhes Dent.* 2005;7(3):235-40.
27. Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *JProsthet Dent.* 2005;94(4):321-9.

28. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Mechanical properties and bond strength of dual-cure resin composites to root canal dentin. *Dent Mater.* 2007;23(2):226-34.
29. Oooka S, Miyazaki M, Takamizawa T, Tsubota K, Kurokawa H, Rikuta A. Influence of adhesive polymerization mode on dentin bond strength of direct core foundation systems. *J Oral Sci.* 2004;46(3):185-9.
30. Cavalcanti SC, de Oliveira MT, Arrais CA, Giannini M. The effect of the presence and presentation mode of co-initiators on the microtensile bond strength of dual-cured adhesive systems used in indirect restorations. *Oper Dent.* 2008;33(6):682-9.
31. Hagge MS, Lindemuth JS. Shear bond strength of an autopolymerizing core buildup composite bonded to dentin with 9 dentin adhesive systems. *J Prosthet Dent.* 2001;86(6):620-3.
32. Sigemori RM, Reis AF, Giannini M, Paulillo LA. Curing depth of a resin-modified glass ionomer and two resin-based luting agents. *Oper Dent.* 2005;30(2):185-9.
33. Fonseca RG, Cruz CA, Adabo GL. The influence of chemical activation on hardness of dual-curing resin cements. *Braz Oral Res.* 2004;18(3):228-32.
34. Patil SM, Kamble VB, Desai RG, Arabbi KC, Prakash V. Comparative evaluation of shear bond strength of luting cements to different core buildup materials in lactic acid buffer solution. *J Clin Diagn Res* 2015;9:ZC84-7.
35. Kumar G, Shivrayan A. Comparative study of mechanical properties of direct core build-up materials. *Contemp Clin Dent* 2015;6:16-20
36. Kournetas N, Tzoutzas I, Eliades G. Monomer conversion in dual-cured core buildup materials. *Oper Dent* 2011;36:92-7.

37. Fonseca AS, Gerhardt KM, Pereira GD, Sinhoreti MA, Schneider LF. Do new matrix formulations improve resin composite resistance to degradation processes? *Braz Oral Res* 2013;27:410–6.
38. Dieckmann P.; Mohn D.; Zehnder M.; Attin T.;Tauböck T.T. Light Transmittance and Polymerization of Bulk-Fill Composite Materials Doped with Bioactive Micro-Fillers. *Materials* 2019, 12, 4087.
39. Lima R.B.W.; Troconis C.C.M.; Pereira M. B.; Murillo-Gómez F.;De Goes M.F. Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. *J Esthet Restor Dent.* 2018,30,492–501.
40. Abdulmajeed A.A.; Donovan T.E.; Cook R.; Sulaiman T.A. Effect of Preheating and Fatiguing on Mechanical Properties of Bulk-fill and Conventional Composite Resin. *Operative Dentistry*, 2019, 10, 23-41
41. Shibasaki S.; Takamizawa T.; Nojiri K.; Imai A.; Tsujimoto A.; Endo H.; Suzuki S.; Suda S.; Barkmeier W.W.; Latta M.A.; Miyazaki M. Polymerization Behavior and Mechanical Properties of High- Viscosity Bulk Fill and Low Shrinkage Resin Composites. *Operative Dentistry*, 2017,16, 385.
42. Al-Zain A.O.; Eckert G. J.; Lukic H.; Megremis S.; Platt J.A. Polymerization pattern characterization within a resin-based composite cured using different curing units at two distances. *Clinical Oral Investigations.* *Clinical Oral Investigations* 2019,19, 2831.



**IX. ANEXOS****ANEXO 1****INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

<b>NUMERO DE ESPECIMEN</b>	<b>Z350</b>	<b>LUXA CORE</b>	<b>ABSOLUT DENTIM</b>
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

## ANEXO 2

### CUADRO DE COMPOSICIÓN, MANIPULACIÓN Y LOTE DE LOS BIOMATERIALES

Marca de Cemento	Composición	Manipulación	Nro. De Lote
3M™ Filtek™ Z350 XT	La resina contiene resinas bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA En cuanto a los rellenos, los materiales utilizados son una combinación de relleno de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nanómetros (nm); relleno de zirconia no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm; y un relleno <i>cluster</i> agregado de zirconia/sílice (partículas de sílice de 20 nm y de zirconia de 4 a 11 nm).	<b>Manual</b>	<b>863908 EXP. 2019-10</b>
LUXA CORE DMG	Vidrio de bario, ácido silícico pirógeno, nanofiller y dióxido de zirconio en una matriz basada en bis 'gma de resinas dentales. contenido de relleno: 71% en peso, 50% en vol (0.002 - 2.4)	<b>Automix</b>	<b>NA203116 EXP. 2018-05</b>
Parkell's ABSOLUTE DENTIN™	Es un material de resina composite dual que está relleno de vidrio de aluminio/bario fluoridatado para proporcionar radiopacidad.	<b>Automix</b>	<b>E7401 EXP. 2018-03</b>

### ANEXO 3

#### EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN VHN (Kg-f/mm<sup>2</sup>) DE LAS RESINAS PARA RECONSTRUCCION DE MUÑONES

NUMERO DE ESPECIMEN	Z350	LUXA CORE	ABSOLUT DENTIM
1	78.0	57.1	51.9
2	82.2	55.1	57.1
3	73.4	54.6	51.5
4	71.3	52.8	51.5
5	73.4	56.6	59.7
6	84.8	55.6	57.5
7	83.0	53.2	57.0
8	86.6	50.3	55.6
9	76.1	51.5	54.3
10	86.6	50.2	52.0
11	74.1	55.9	58.5

## ANEXO 4

**Tabla de Evaluación de la normalidad de los datos en los grupos evaluados**

Marca de Resina	nº	P
Luxa Core	11	0.326
Absolute Dentim	11	0.15
Z- 350	11	0.168

### Prueba de Shapiro Wilk

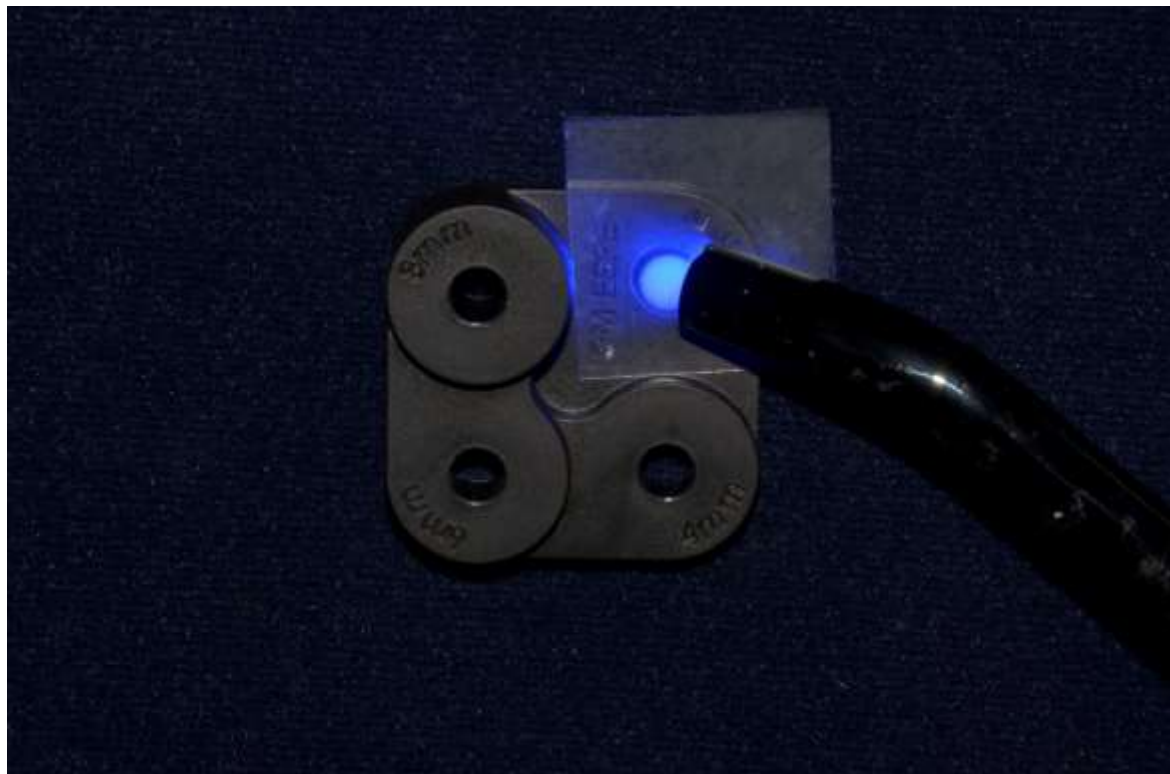
**FIGURA 1: MATRIZ PREFORMADA PARA LA CONFECCIÓN DE LOS ESPECIMENES**



**FIGURA 2: COLOCACION DE LOS BIOMATERIALES PARA LA CONFECCIÓN DE ESPECIMENES**



**FIGURA 3: FOTOACTIVACIÓN DE LOS ESPECIMENES**



**FIGURA 4: PULIDO DE LOS ESPECIMENES**



**FIGURA 5: ALMACENAMIENTO DE LOS ESPECIMENES**





**FIGURA 6: MICRODURÓMETRO**



**FIGURA 7: VISTA MICROSCÓPICA DE LA INDENTACIÓN**

