



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE ESTOMATOLOGÍA

“COMPARACION DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DISCOS  
DE RESINA ACRILICA DE TERMOCURADO Y AUTOCURADO EN  
DISTINTOS PERIODOS DE TIEMPO.”

Tesis para optar el título de: SEGUNDA ESPECIALIDAD EN  
REHABILITACIÓN ORAL

Presentado por:  
C.D. Sarahí Paola Carbajal Córdova (0000-0002-0426-5343)

Asesor:  
Mg. Gustavo Augusto Huertas Mogollón (0000-0001-5220-3588)

LIMA – PERÚ  
2019

	<p>Reglamento de Grados y Títulos</p>
---	---------------------------------------

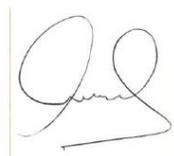
**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En la ciudad de Lima, a los **25** días del mes de **JUNIO** del **2020**, siendo las.....21:00.....horas, con la asistencia del Jurado de Tesis, Presidido por el **MG. RUBEN ANGELES LÓPEZ**, los miembros del Jurado **MG. GUSTAVO WATANABE OSHIRO** y **MG. ARTURO GÁRATE ARIAS**. El Asesor de la Tesis **MG. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLÓN**; la C.D. **SARAHÍ PAOLA CARBAJAL CÓRDOVA**, autora de la tesis Titulada: **“COMPARACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DISCOS DE RESINA ACRÍLICA DE TERMOCURADO Y AUTOCURADO EN DISTINTOS PERIODOS DE TIEMPO”** 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...**APROBADA** . con el calificativo de...**MUY BUENA** ( 17 diecisiete) Se extiende la presente acta en tres originales y siendo las...**22:00**... horas, se da por concluido el Acto Académico de Sustentación.



\_\_\_\_\_  
**Presidente**  
**MG. RUBEN ANGELES LÓPEZ**  
**DNI: 10151320**



\_\_\_\_\_  
**Miembro**  
**MG. ARTURO GÁRATE ARIAS**  
**DNI: 10808312**



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



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

## **Dedicatoria**

*A Dios, a mis padres Javier y Sarahí, mis hermanos Mauricio y Diego por el apoyo incondicional brindado a lo largo de estos años, a Ramiro por ser quien no me dejó decaer, y a Claudia por haber estado presente y ayudándome estos años.*

## **Agradecimientos**

Al Dr. Gustavo Huertas por su valiosa asesoría y paciencia, a mis docentes de la especialidad por estar siempre presentes hasta el día de hoy, a mis compañeros y amigos de la especialidad, y a la Universidad Científica del Sur por permitirme conocer grandes profesionales y amigos.

## CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>6</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
II.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
II.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	9
<b>III. HIPÓTESIS .....</b>	<b>10</b>
<b>IV. METODOLOGÍA.....</b>	<b>11</b>
IV.1 DISEÑO DE ESTUDIO .....	11
IV.2 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	11
IV.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	11
IV.4 VARIABLES .....	12
IV.5 MÉTODO Y TÉCNICAS .....	13
IV.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	17
IV.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	17
<b>V. RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
<b>VI. DISCUSIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>19</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>20</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>22</b>

## RESUMEN

**Objetivo:** Comparar la microdureza superficial de discos de acrílico de autocurado y termocurado en distintos periodos de tiempo.

**Metodología:** Este estudio experimental, un ensayo en laboratorio *in vitro*, estuvo conformado por 80 discos de acrílico (Vitalloy), 40 de Autocurado (A) y 40 de Termocurado (T) divididos en 8 subgrupos: grupo control de autocurado GA<sub>0</sub> (n=10), grupo control de termocurado GT<sub>0</sub> (n=10), grupo de autocurado almacenado 1 día GA<sub>1</sub> (n=10), grupo de termocurado almacenado 1 día GT<sub>1</sub> (n=10), grupo de autocurado almacenado 7 días GA<sub>7</sub> (n=10), grupo de termocurado almacenado 7 días GT<sub>7</sub> (n=10), grupo de autocurado almacenado 21 días GA<sub>21</sub> (n=10), grupo de termocurado almacenado 21 días GT<sub>21</sub> (n=10); luego se evaluó la microdureza superficial vickers de los discos de resina acrílica previamente almacenados en suero fisiológico en los distintos periodos de tiempo. Posteriormente los datos fueron analizados estadísticamente mediante Test de ANOVA y TUKEY. El nivel de significancia estadística se tomó como P<0.05.

**Resultados:** Los valores encontrados fueron en el GT<sub>0</sub> (20.45±0.93 VHN); GA<sub>0</sub> (16.25±0.79 VHN); GT<sub>1</sub> (20.08±0.66 VHN); GA<sub>1</sub> (15.97±0.78 VHN); GT<sub>7</sub> (19.57±1.54 VHN); GA<sub>7</sub> (14.33±0.48 VHN); GT<sub>21</sub> (19.17±1.26 VHN); GA<sub>21</sub> (14.64±0.52 VHN), presentando diferencias estadísticamente significativas ambos grupos autocurado y termocurado (P<0.001).

**Conclusión:** Los grupos de resinas acrílicas de termocurado presentaron mejores valores de microdureza que los grupos de resinas acrílicas de autocurado en los distintos periodos de tiempo evaluados.

**Palabras Clave:** microdureza, superficial, acrílico, discos, resina, termocurado, autocurado.

## ABSTRACT

**Objective:** To compare the surface microhardness of self curing and heat curing acrylic discs in different periods of time.

**Methodology:** This experimental study, an *in vitro* laboratory test, consisted of 80 acrylic discs (Vitalloy), 40 Self Cured (A) and 40 Heat-cure (T) divided into 8 subgroups: self cure control group GA<sub>0</sub> (n=10), heat cure control group GT<sub>0</sub> (n=10), self cure group stored 1 day GA<sub>1</sub> (n=10), heat cure group stored 1 day GT<sub>1</sub> (n=10), self cure group stored 7 days GA<sub>7</sub> (n=10), group of heat cure stored 7 days GT<sub>7</sub> (n=10), self cure group stored 21 days GA<sub>21</sub> (n=10), heat cure group stored 21 days GT<sub>21</sub> (n=10); the vickers surface microhardness of the acrylic resin discs previously stored in physiological serum was then evaluated at the different time periods.. Subsequently, the data was statistically analyzed using ANOVA and TUKEY tests. The level of statistical significance was taken as P <0.05.

**Results:** The values found were in GT<sub>0</sub> (20.45±0.93 VHN); GA<sub>0</sub> (16.25±0.79 VHN); GT<sub>1</sub> (20.08±0.66 VHN); GA<sub>1</sub> (15.97±0.78 VHN); GT<sub>7</sub> (19.57±1.54 VHN); GA<sub>7</sub> (14.33±0.48 VHN); GT<sub>21</sub> (19.17±1.26 VHN); GA<sub>21</sub> (14.64±0.52 VHN), presenting statistically significant differences between the Self Cure and Heat cure groups (P<0.001).

**Conclusion:** The groups of head curing acrylic resins presented better microhardness values than the groups of self curing acrylic resins in the different periods of time evaluated.

**Key Words:** microhardness, surface, acrylic, discs, resin, heat cure, self cure.

## I. INTRODUCCIÓN

Los provisionales son de suma importancia para el uso clínico, lo que conlleva a evaluar distintos criterios en su selección, debiendo tomar en cuenta un material que ofrezca las mejores propiedades físicas, mecánicas, biológicas<sup>1</sup>.

Los materiales más comunes utilizados para restauraciones provisionales son varios tipos de resinas acrílicas como la que se utilizará para el presente estudio (1) resina de polimetil metacrilato (PMMA), otros tipos que también podrían utilizarse como (2) resina de polietil metacrilato (PEMA), (3) resina de polivinil metacrilato, (4) resina bis acrílica y (5) dimetacrilatos de uretano curados por luz<sup>6</sup>.

El material para un provisional debe satisfacer distintos factores, incluyendo resistencia a la fractura, ajuste marginal, estabilidad del color, resistencia al desgaste, compatibilidad tisular, facilidad de manipulación, el costo, debe proporcionar un tiempo de trabajo adecuado y no debe ser tóxico, a la vez se deben considerar complicaciones del tratamiento como lesión química por presencia de residuo de monómero, lesión térmica por una reacción de polimerización exotérmica y la lesión mecánica causada por la polimerización<sup>7,25</sup>.

El uso como provisional se debe tener en cuenta: la estética, comodidad, el habla, salud periodontal, oclusión y la estabilidad en el tiempo que requiera el plan de tratamiento<sup>4</sup> para identificar un resultado óptimo antes de la finalización del tratamiento<sup>5</sup> evaluando posibles consecuencias de una alteración de la dimensión vertical y hasta conformación de tejido blando<sup>4</sup>. Una restauración provisional óptima debe proteger la preparación subyacente, la pulpa<sup>26</sup>. Los provisionales más utilizados están hechos de resinas poliméricas que consisten en resinas acrílicas (PMMA); sus cualidades de biocompatibilidad, confiabilidad, relativa facilidad de manipulación y baja toxicidad pronto se incorporaron por muchas especialidades

médicas y a la vez se convirtieron en el material de elección para el uso de prótesis provisionales en odontología<sup>25</sup>.

Desde su introducción en la odontología, las resinas acrílicas de PMMA, se han utilizado también con éxito no sólo para restauraciones provisionales, sino también para bases de prótesis removibles parciales y totales debido a su facilidad de procesamiento, bajo costo, peso ligero y capacidad de igualación de colores<sup>2,3</sup>.

La resina acrílica PMMA de termocurado es activada por calor, que activa la reacción química entre el monómero y el polímero, produciendo una polimerización mas completa y, por lo tanto, una mayor contracción dimensional lo que lleva a una mayor discrepancia marginal<sup>17</sup>

Otra alternativa al PMMA podría ser el bysacril, que al tener monómeros multifuncionales y de alto peso molecular aumentan su resistencia a la flexión, mejor dureza superficial, por lo tanto mayor resistencia la desgaste, mejor adaptación marginal y menor contraccion,<sup>4,14</sup>, pero al tener un núcleo rígido, evita la rotación por lo que dificulta la polimerización completa, y para restauraciones provisionales como puentes largos son demasiado susceptibles a fracturas y la vez llegan a ser poco estables en el color<sup>8, 14</sup>.

Los compuestos dentales todavía se polimerizan a través del enlace de vinilo de los monómeros de metacrilato; una desventaja es la conversión incompleta y la sorción/solubilidad en agua que disminuyen la estabilidad de la matriz polimérica y pueden, como algunos sugieren, contribuir a una vida clínica menos óptima, y/o la degradación de estos<sup>23</sup>. Estudios sugirieron que dicha degradación surge de la degradación química de polímeros de metacrilato debido a la reacción de hidrólisis catalizada por enzimas del enlace éster, lo que produciría un déficit en la resistencia superficial y propiedades en general<sup>24</sup>. La humedad también juega un papel importante junto con el efecto de las esterasas salivales que

puede reducir la longitud de las cadenas de polímeros, lo que lleva a la fatiga de la resina acrílica<sup>25</sup>. La reducción de la dureza superficial puede ocurrir debido al fenómeno de sorción de agua por materiales poliméricos. El exceso de agua puede causar una desunión de la matriz de relleno<sup>28</sup>.

Mencionando las propiedades de las resinas acrílicas (PMMA), estas cuentan con poco relleno, por lo que vendrían a ser mas propensas al desgaste superficial, sin embargo, la ausencia de rellenos y la polaridad debido a su naturaleza monofuncional de las moléculas las hace mas estables en cuanto al color, y a la vez responden mejor a las técnicas de pulido tradicionales<sup>9</sup>. Una superficie lisa puede aumentar la estabilidad del color, y absorber mucha agua puede reducirla,<sup>15</sup> por lo tanto el absorber mucha agua ocasionará menor estabilidad dimensional<sup>18</sup>

La adaptación marginal es de suma importancia en restauraciones provisionales porque determina si la restauración puede proteger el diente de ataques térmicos, bacterianos y químicos<sup>16</sup>.

En las resinas acrílicas PMMA, las propiedades físicas dependen del grado de conversión de sus compuestos<sup>10</sup>; en cuanto a las resinas acrílicas de autocurado, son activadas químicamente por aminas terciarias, lo que conlleva a un mayor nivel de monómeros residuales, generando mayor porosidad; las resinas acrílicas de termocurado son activadas por un agente físico para reducir estos monómeros residuales al ser polimerizadas a altas temperaturas<sup>11</sup>, notando la presencia de BPO (peróxido de benzoilo) como iniciador del sistema de resina, este se descompone durante el inicio de la polimerización de MMA y proporciona radicales libres para una mayor propagación del polímero, con mayor temperatura se puede acelerar este proceso, ya que así hay una mayor movilidad de los

monómeros de MMA y los radicales poliméricos, por lo que habría mayor conversión de del material<sup>12,13</sup>

Al cambiar los entornos de polimerización de las resinas acrílicas sumergiéndolas en agua a 50 grados centígrados, se puede mejorar su dureza superficial y reducir la cantidad de monómeros residuales de MMA en un 80% y obtener a la vez un aumento significativo en la microdureza en comparación con las muestras de autocurado<sup>11</sup>.

Un aspecto importante a considerar es la toxicidad, que se manifiesta generalmente por la liberación de varios componentes químicos del material, en el caso del PMMA es el monómero residual sin reaccionar (que pueden ser MMA, hidroquinonas), llegando a provocar alergias a personas susceptibles<sup>19,20</sup>. También se ha demostrado que la manipulación general que al vaporarse el MMA, se inhalen este y pueda causar irritación en los tejidos pulmonares y también pueda afectar el sistema nervioso central<sup>20</sup>.

La dureza de un material sólido se puede definir como una medida de su resistencia a un cambio de forma permanente cuando se aplica una fuerza de compresión constante<sup>21</sup>, se usa como un indicador de densidad y se puede hipotetizar que un material más denso sería más resistente al desgaste y al deterioro de la superficie<sup>39</sup>. En este estudio, se determinó el VHN (prueba de microdureza) que se basa en la capacidad de la superficie de cualquier material para resistir la penetración de una punta específica con una carga determinada durante un tiempo específico<sup>38</sup>.

En estudios donde se analizaba la dureza superficial de materiales sometidos a cargas oclusales funcionales como parafuncionales, llegando a tolerar alrededor de 785 N., encontraron que las resinas acrílicas tienen mejores valores en dureza superficial que otros materiales<sup>22</sup>. El término dureza está relacionado con la resistencia del material a la penetración<sup>27</sup>; por lo tanto, la dureza del material se determina mediante pruebas

estandarizadas que promueven la penetración de una punta en este material con el uso de un instrumento específico conocido como durómetro<sup>28</sup>.

Actualmente todavía existe una gran incertidumbre en torno a qué tipo de material provisional se debe usar, dependiendo del tiempo de uso previamente planificado.<sup>11</sup> A la fecha aun no hay un consenso que evidencie estudios de microdureza de resinas acrílicas comparadas en el tiempo, sobretodo que es un material cotidianamente utilizado.

Por lo que el propósito del presente estudio es comparar la microdureza superficial de discos de acrílico de termocurado y autocurado en distintos periodos de tiempo.

## II. OBJETIVOS

### 1. Objetivo general

Comparar la microdureza superficial de discos de resina acrílica de autocurado y termocurado en distintos periodos de tiempo.

### 2. Objetivos específicos

2.1. Determinar la microdureza superficial de discos de resina acrílica de autocurado en distintos periodos de tiempo.

2.2 Determinar la microdureza superficial de discos de resina acrílica de termocurado en distintos periodos de tiempo.

### **III. HIPÓTESIS**

La microdureza superficial de discos de resina acrílica de autocurado y termocurado disminuye en el tiempo.

## IV. METODOLOGIA

### 1. Diseño de estudio

El tipo de estudio de esta investigación es experimental, un ensayo de laboratorio *in vitro*.

### 2. Población y muestra

El grupo de estudio estuvo conformado por 80 discos de resina acrílica PMMA de la marca Vitalloy (Vitalloy, Tarrillo Barba, Lima, Perú), distribuidos en ocho sub grupos, grupo control de autocurado GA<sub>0</sub> (n=10), grupo control de termocurado GT<sub>0</sub> (n=10), grupo autocurado almacenado 1 día en suero fisiológico GA<sub>1</sub> (n=10), grupo termocurado almacenado 1 día en suero fisiológico GT<sub>1</sub> (n=10), grupo autocurado almacenado 7 días en suero fisiológico GA<sub>7</sub> (n=10), grupo termocurado almacenado 7 días es suero fisiológico GT<sub>7</sub> (n=10), grupo autocurado almacenado 21 días en suero fisiológico GA<sub>21</sub>(n=10), grupo termocurado almacenado 21 días en suero fisiológico GT<sub>21</sub> (n=10) al 9%. El tamaño de muestra ha sido determinado mediante una fórmula de tamaño muestral para comparar dos promedios (el promedio de microdureza en todos grupos) consignando los siguientes datos según el artículo base: nivel de confianza = 99%, poder de la prueba = 95%, media 1= 18.00, media 2 = 15.00, desviación estándar del grupo control = 1, total por grupo n=4,<sup>12</sup> pero se decidió trabajar con 10 discos tomando como referencia distintos trabajos de investigación.<sup>13</sup>

### 3. Criterios de selección

#### 3.1. Criterio de inclusión

- a. Discos de resina acrílica de termocurado de la marca VITALLOY, con las medidas 13 mm de diámetro por 4 mm de espesor.
- b. Discos de resina acrílica de autocurado de la marca VITALLOY, con las medidas 13 mm de diámetro por 4 mm de espesor.
- c. Discos con superficie lisa.

#### 3.2. Criterio de exclusión

- a. Discos con burbujas.
- b. Discos con fracturas o fisuras.
- c. Discos con superficie rugosa.

### 4. Variables

**4.1. Microdureza superficial:** variable cuantitativa continua, medida por valores registrados en un microdurómetro, valorizando en HV (kilogramos por milímetros cuadrado).

**4.2. Tipos de acrílico:** variable cualitativa dicotómica, medida visualmente según la presentación comercial, valorizada como termocurado y autocurado.

**4.3. Tiempo:** variable cualitativa ordinal, medida por un temporizador, valorizando a la 0 horas, 1 día, 7 días y 21 días.

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	TIPO	ESCALA	VALORES
Microdureza Superficial	Es la resistencia en VHN de los discos de acrílico.	Valos registrado por el microdurómetro	Cuantitativa continua	Razón	Vickers (HV)
Tipos de Acrílico	Es la forma de curado de los discos de acrílico	Presentación comercial	Cualitativa dicotomica	Nominal	.Autocurado .Termocurado
Tiempo	Es el tiempo en los que son almacenados los discos	Temporizador	Cualitativa		.0 horas .1 día .7 dias .21 dias

## 5. Método y técnicas

**5.1.Método:** Observación Estructurada.

**5.2.Técnicas:**

### a. **Confección de Discos de resina acrílica de Termocurado:**

Para la fabricación de los discos de resina acrílica de termocurado se utilizó polvo de acrílico de termocurado color 59 (Vitalloy, Tarrillo Barba, Lima, Perú) y líquido (Vitalloy, Tarrillo Barba, Lima, Perú), utilizando las proporciones 1:2 líquido y polvo respectivamente, aproximadamente 6 mililitros de líquido por 12 gramos de polvo para 5 discos, siendo un total de 96 gr. de polvo y 48 ml. de líquido.

El proceso para su elaboración consistió en fabricar anillos de aluminio de 14 mm. de diámetro por 5 mm. de espesor, para utilizarlos como moldes en la elaboración de los discos de cera, los cuales se realizaron por medio de goteo de cera base rosada, previamente calentada. Al obtener los discos de cera, estos fueron sumergidos en yeso tipo III (Pentadur, Penta Industrias S.A.C., Lima, Perú), que lo contenía una mufla para microondas, luego que el yeso fraguó se aplicó vaselina tanto al yeso como a la mufla para bloquear cualquier burbuja que se haya formado y evitar que al colocar la contramufla se cree mayor retención, seguidamente se colocó la contramufla y se ajustó lo mejor posible, para verter yeso piedra tipo III y se esperó a que este fragüe para luego retirar la contramufla y echar agua caliente para sacar los discos de cera en el yeso ya fraguado, luego de retirarlos, se limpió la superficie con detergente para eliminar cualquier rastro de cera. Previo a colocar la mezcla de polvo liquido sobre la

mufla, se aplicó aislante para acrílico (Vitalloy, Tarrillo Barba, Lima, Perú) y se esperó a que este se solidifique.

La mezcla del polvo y líquido consistió en verter primero el líquido y luego el polvo en un recipiente de vidrio, y con una espátula se homogenizó la mezcla hasta llegar a la fase arenosa, seguidamente se cubrió con una bolsa plástica transparente para que su polimerización no se vea afectada por el ambiente; en la etapa plástica fue cuando se manipuló y se llevó a la mufla por medio de un plástico previamente lavado, para así no contaminar la mezcla, al tener llenos los espacios generados por los discos de cera con resina acrílica, se colocó una lámina de plástico encima y se engranó con la contramufla, ejerciendo 2 prensados para una mayor precisión, al retirar la contramufla, se retiró el plástico y se eliminaron los excesos con un bisturí de hoja #15, se volvió a colocar la contramufla y se llevó a una olla con agua a 70 grados centígrados por 1 hora y media, luego se aumentó la temperatura a 100 grados centígrados por un lapso de media hora más<sup>37</sup>. Para retirar la mufla de la olla con agua, se esperó a que esta enfriara, y se retiró, se desajustaron los tornillos de la mufla para sacar la contramufla y llevar los discos de resina acrílica de termocurado ya polimerizados al proceso de pulido, que constó primero en retirar excesos con una fresa de carburo de doble corte, luego con una piedra rosada cilíndrica se eliminaron irregularidades y un caucho verde para acrílico se terminó de eliminar las irregularidades más pequeñas; como segundo procedimiento de pulido se llevaron los discos a una máquina de pulido con felpas, donde la primera felpa se le aplicaba piedra pómez para pulido y con la segunda se aplicaba el rush para sacar brillo, y que el disco quede completamente pulido y con unas medidas de 13 mm de diámetro por 4 de espesor.

### **b. Confección de discos de resina acrílica de Autocurado**

Se utilizaron de la misma manera que para los discos de termocurado anillos de 14 mm de diámetro y 5 mm de espesor, para seguidamente aplicar vaselina en la cara interna del anillo.

La mezcla para la resina acrílica de autocurado se tomó como proporción 5:3 polvo y líquido respectivamente, utilizando un total de 72 gramos de polvo color 59 (Vitalloy, Tarrillo Barba, Lima, Perú) y 48 mililitros de líquido (Vitalloy, Tarrillo Barba, Lima, Perú).

Se realizó la mezcla sobre un recipiente de vidrio, vertiendo primero el líquido y luego el polvo y con una espátula se homogenizó la mezcla y se cubrió con un plástico transparente hasta la etapa plástica, para seguidamente colocarla dentro de los anillos de aluminio que se encontraban sobre una platina de vidrio con vaselina, el otro extremo fue cubierto con una lámina portaobjetos, ejerciendo presión para que los excesos escurran. Luego de 5 minutos, los discos se encontraban polimerizados y se procedió a realizar el pulido, de igual manera que en los discos de termocurado, para así conseguir una superficie lisa y brillante.

### **c. Almacenamiento de discos**

Luego de obtener los 80 discos de resina acrílica PMMA de termocurado y de autocurado, estos fueron divididos de manera aleatoria en 8 grupos ya mencionados anteriormente, los contenedores de cada grupo fueron de plástico sellados y etiquetados según el grupo que contenía.

La solución que se utilizó para el almacenamiento de los grupos GA<sub>1</sub>, GT<sub>1</sub>, GA<sub>7</sub>, GT<sub>7</sub>, GA<sub>21</sub>, GT<sub>21</sub>, fue suero fisiológico al 9%, esta solución tenía que cubrir los discos. Los grupos GA<sub>1</sub> y GT<sub>1</sub> estuvieron 1 día sumergidos en suero fisiológico a 37° aproximadamente antes de la prueba de microdureza Vickers, los grupos GA<sub>7</sub> y GT<sub>7</sub> estuvieron sumergidos por 7 días en suero a 37° previo a la prueba de microdureza, y los grupos GA<sub>21</sub> y GT<sub>21</sub> estuvieron 21 días sumergidos en suero a 37° antes de la prueba de microdureza.

#### **d. Prueba de microdureza Vickers**

La prueba de microdureza Vickers se realizó en el laboratorio “High Technology Laboratory Certificate” con un Microdurómetro Vickers CV400AAT – Marca LG (torreta motorizada con microscopio de medición analógico, control de carga automática, con dos recorridos ópticos y sistema de cálculo de dureza integrado). Cada disco fue sometido a dos indentaciones con una carga de 50 gramos durante 10 segundos cada una, para luego sacar un promedio entre las dos indentaciones por disco, donde la fórmula nos indica que VHN se expresa en MPa, si  $P$  la carga aplicada esta en N y  $d$  es la diagonal de la sangría en mm.  $A_{TAC}$  representa la verdadera área de contacto<sup>35</sup>. (Figura 10)

## 6. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con la ayuda del programa SPSS Statistics V24. Este comenzó mediante la estadística descriptiva que consistió en la presentación de las medidas de tendencia central (media y mediana) y las medidas de dispersión (desviación estándar, mínimo, máximo, rango y varianza) de la variable microdureza en cada grupo de estudio. Luego se evaluó la normalidad en los grupos de estudio mediante la prueba de SHAPIRO WILK. Finalmente se realizó las comparaciones entre grupos mediante el Test de ANOVA de un factor y la prueba de comparaciones múltiples de TUKEY, todo se trabajó con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

CODIGO DE REGISTRO N° 149-2020.POS8

## 7. Consideraciones éticas

Se envió al comité de ética de la Universidad Científica del Sur y exonerado por no presentar vulnerabilidad ética.

## V. RESULTADOS

Luego de realizar el ensayo de microdureza Vickers (VHN) superficial en discos de resina acrílica, se encontraron diversos valores para cada grupo de acrílicos de autocurado y termocurado (ANEXO 2, 3, 4, 5). Los resultados promedio de las indentaciones se muestran en la tabla 1 en valores de VHN; para el GT<sub>0</sub> el valor promedio para la variable microdureza fue  $20.45 \pm 0.93$  VHN; el GA<sub>0</sub> arrojó un valor promedio de  $16.25 \pm 0.79$  VHN; para el GT<sub>1</sub> dio un valor promedio de  $20.08 \pm 0.66$  VHN; en el GA<sub>1</sub> mostró un valor promedio de  $15.97 \pm 0.78$  VHN; seguidamente el GT<sub>7</sub> dio un valor promedio de  $19.57 \pm 1.54$  VHN; el GA<sub>7</sub> arrojó un valor promedio de  $14.33 \pm 0.48$  VHN; el valor promedio de GT<sub>21</sub> fue de  $19.17 \pm 1.26$  VHN; finalmente el valor promedio de GA<sub>21</sub> fue de  $14.64 \pm 0.52$  VHN.

Mientras que el valor máximo para GT<sub>0</sub> fue de 21.7 VHN y el valor mínimo fue 19.2 VHN; para GA<sub>0</sub> el valor máximo fue de 17.5 VHN y el valor mínimo fue de 15.1 VHN; el GT<sub>1</sub> mostro como valor máximo 21.2 HVN y valor mínimo 18.9 HVN; para el GA<sub>1</sub> el valor máximo fue de 17.7 HVN y valor mínimo 15.1 HVN; en el GT<sub>7</sub> el valor máximo fue 21.9 HVN y el valor mínimo de 16.7 HVN; mientras que para el GA<sub>7</sub> el valor máximo fue 15.2 HVN y valor mínimo 13.7 HVN; para el GT<sub>21</sub> el valor máximo fue 20.7 HVN y valor mino 16.8 HVN, por último el GA<sub>21</sub> mostro valor máximo de 15.5 HVN y valor mínimo de 13.7 HVN.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre todos los grupos estudiados ( $p < 0.001$ ).

**Tabla N° 1**  
**Evaluación de la microdureza Vickers superficial de resinas acrílicas de termocurado y autocurado**

TIEMPO	MODO	Microdureza Vickers superficial de resinas acrílicas de termocurado y autocurado						P
		n	Media	D.E.	Min	Max	Varianza	
Control	T	10	20.45	0.93	19.2	21.7	0.87	<0.001
	A	10	16.25	0.79	15.1	17.5	0.64	
1 día	T	10	20.08	0.66	18.9	21.2	0.44	
	A	10	15.97	0.78	15.1	17.7	0.62	
7 días	T	10	19.57	1.54	16.7	21.9	2.38	
	A	10	14.33	0.48	13.7	15.2	0.23	
21 días	T	10	19.17	1.26	16.8	20.7	1.59	
	A	10	14.64	0.52	13.7	15.5	0.27	

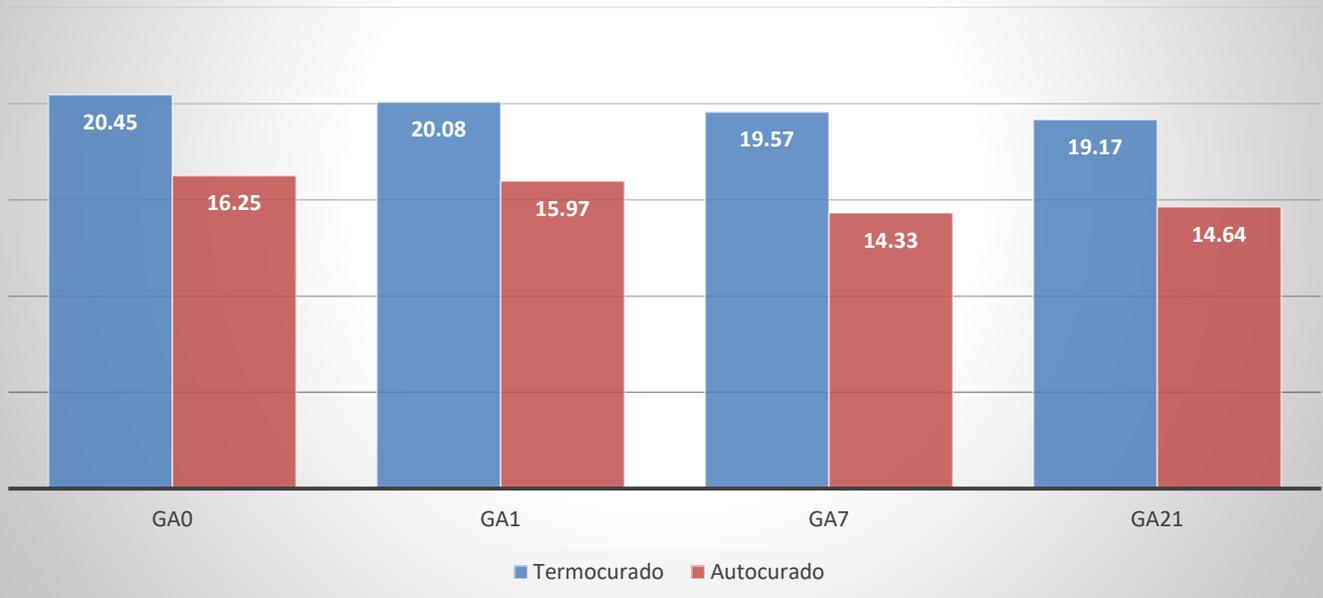
\*T: Termocurado

\*A: Autocurado

\*D.E.: Desviación Estándar

\*P: Test de Anova de un factor

**Gráfico N°1**  
**Evaluación de la microdureza Vickers superficial de resinas acrílicas de termocurado y autocurado**



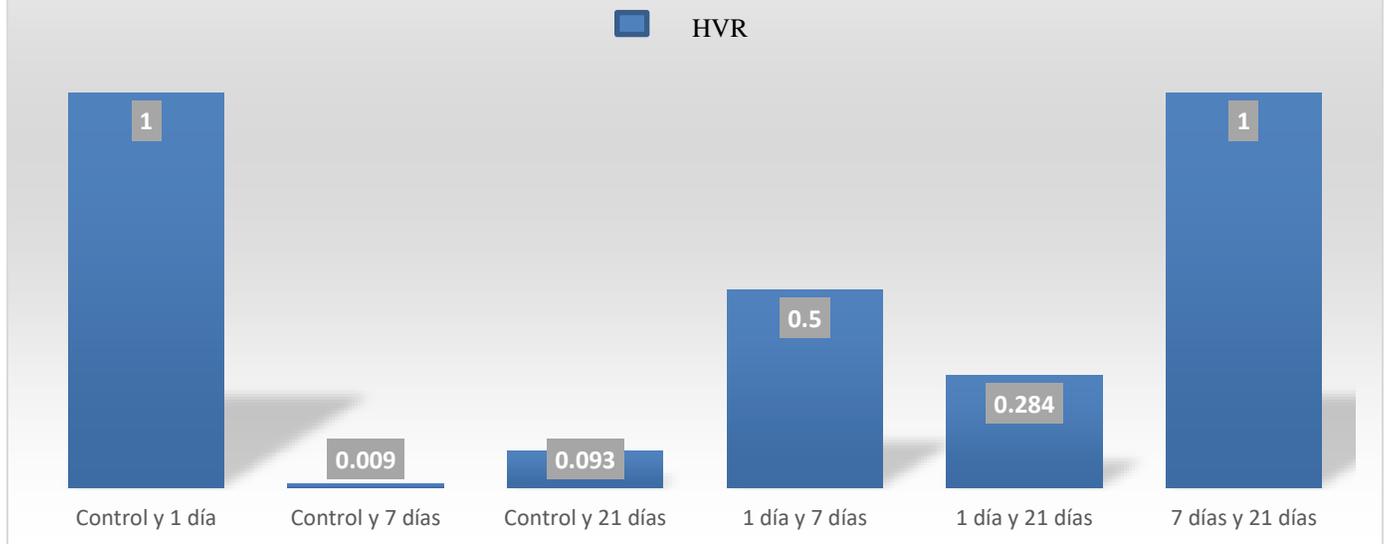
Se realizó el test de comparaciones múltiples de Tukey (TABLA 2), donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre  $GT_0$  y  $GT_0$  ( $p < 0.000$ ); se encontró que en  $GT_0$  y  $GA_1$  ( $p < 0.000$ ) hubo diferencia estadísticamente significativa; también se encontró diferencias estadísticamente significativas entre  $GT_0$  y  $GA_7$  ( $p < 0.000$ ); entre  $GT_0$  y  $GA_{21}$  ( $p < 0.000$ ) también se encontraron diferencias estadísticamente significativas; hubo diferencia estadísticamente significativa entre  $GA_0$  y  $GT_1$  ( $p < 0.000$ ), al igual que entre  $GA_0$  y  $GT_7$  ( $p < 0.000$ ) diferencia estadísticamente significativa; entre  $GA_0$  y  $GA_7$  ( $p < 0.009$ ) también hubo diferencia estadísticamente significativa; al igual entre  $GA_0$  y  $GT_{21}$  ( $p < 0.000$ ); se encontró también diferencia estadísticamente significativa entre  $GT^1$  y  $GA_1$  ( $p < 0.000$ ); en  $GT_1$  y  $GA_7$  ( $p < 0.000$ ) también se encontró diferencia estadísticamente significativa; hubo diferencia estadísticamente significativa entre  $GT_1$  y  $GA_{21}$  ( $p < 0.000$ ); entre  $GA_1$  y  $GT_7$  ( $p < 0.000$ ) hubo diferencia significativa; entre  $GA_1$  y  $GT_{21}$  ( $p < 0.000$ ) también hubo diferencia estadísticamente significativa;  $GT_7$  y  $GA_7$  ( $p < 0.000$ ) hay diferencia estadísticamente significativa; se encontró diferencia estadísticamente significativa entre  $GT_7$  y  $GA_{21}$  ( $p < 0.000$ ); al igual que  $GA_7$  y  $GT_{21}$  ( $p < 0.000$ ) que se encontró diferencia estadísticamente significativa; por último se encontró diferencia estadísticamente significativa entre  $GT_{21}$  y  $GA_{21}$ .

**Tabla 2**  
**Comparaciones múltiples de Tukey de los grupos evaluados en los distintos periodos de tiempos**

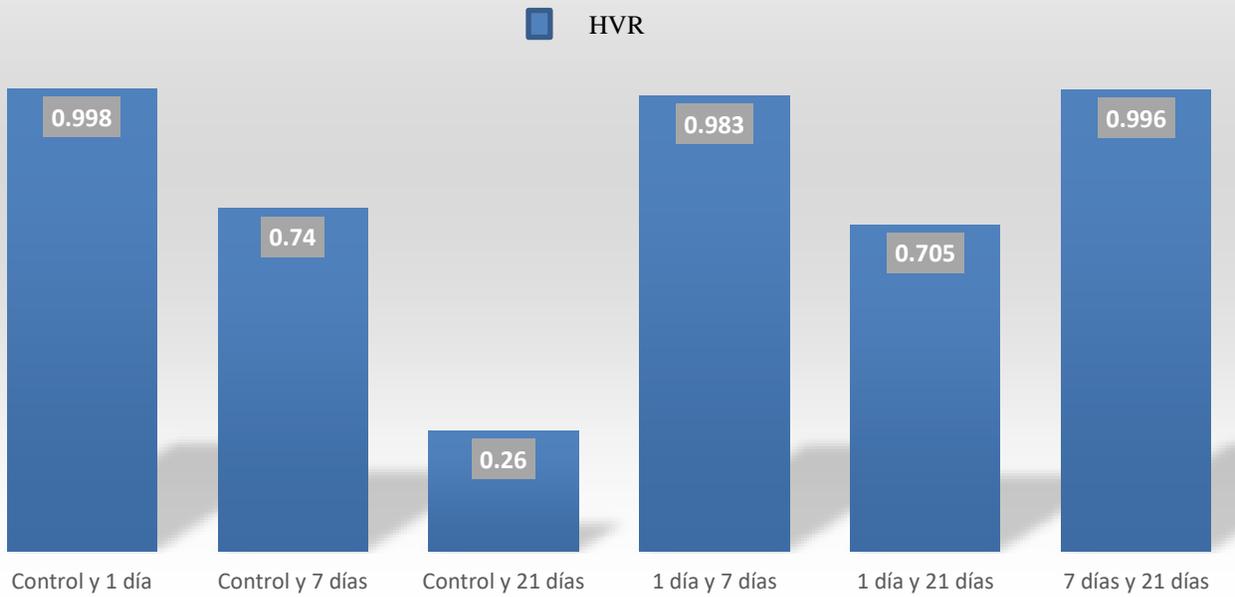
GRUPO	GRUPO	P	95% de intervalo deconfianza	
			Limite Inferior	Limite Superior
Control Termocurado	Control Autocurado	0.000	2.56	5.84
	1d Termocurado	0.998	-1.27	2
	1d Autocurado	0.000	2.84	6.12
	7d Termocurado	0.740	-0.76	2.52
	7d Autocurado	0.000	4.48	7.76
	21d Termocurado	0.260	-0.36	2.92
	21d Autocurado	0.000	4.07	7.55
Control Autocurado	1d Termocurado	0.000	-5.47	-2.19
	1d Autocurado	1.000	-1.36	1.92
	7d Termocurado	0.000	-4.96	-1.68
	7d Autocurado	0.009	0.28	3.56
	21d Termocurado	0.000	-4.56	-1.28
1d Termocurado	21d Autocurado	0.093	-0.13	3.35
	1d Autocurado	0.000	2.47	5.75
	7d Termocurado	0.983	-1.13	2.15
	7d Autocurado	0.000	4.11	7.39
	21d Termocurado	0.705	-0.73	2.55
1d Autocurado	21d Autocurado	0.000	3.7	7.18
	7d Termocurado	0.000	-5.24	-1.96
	7d Autocurado	0.500	0.0001	3.28
	21d Termocurado	0.000	-4.84	-1.56
7d Termocurado	21d Autocurado	0.284	-0.41	3.07
	7d Autocurado	0.000	3.6	6.88
	21d Termocurado	0.996	-1.24	2.04
7d Autocurado	21d Autocurado	0.000	3.19	6.67
	21d Termocurado	0.000	-6.48	-3.2
	21d Autocurado	1.000	-2.05	1.43
21d Termocurado	21d Autocurado	0.000	2.79	6.26

\*P: Test de comparaciones múltiples de Tukey

Gráfico N°2  
Comparaciones múltiples de Tukey de los grupos evaluados de Autocurado en los distintos periodos de tiempos



**Gráfico N°3**  
Comparaciones múltiples de Tukey de los grupos evaluados de Termocurado en los distintos periodos de tiempos



## VI. DISCUSIÓN

Se han realizado diversos estudios con respecto a materiales de restauración provisional, con el fin de analizar sus propiedades físicas, y así poder decidir por el material más adecuado de acuerdo al plan de tratamiento.

Los datos que resultaron, muestran diferentes valores de microdureza superficial entre todos los grupos analizados, evidenciando una disminución de microdureza superficial con respecto a los valores de los grupos control de acrílicos de autocurado y termocurado, en estudios que anteceden a este<sup>28,30,32,33</sup>, la reducción de la microdureza superficial puede ocurrir debido al fenómeno de sorción de agua por materiales poliméricos, por lo que el exceso de agua puede causar una desunión de la matriz de relleno<sup>29</sup>; quizás sea por este fenómeno que la microdureza superficial de los discos de resina acrílica de PMMA haya ido disminuyendo con el pasar de los días, respecto a las muestras de los grupos control.

Un factor importante a tener en cuenta entre los acrílicos de autocurado y termocurado es que existen diferencias en cuanto a sus propiedades de microdureza y resistencia a la abrasión, debiéndose a los radicales libres que pueden quedar inactivos en los acrílicos de autocurado y constatando a su vez, que el proceso térmico de las resinas acrílicas de termocurado, es el factor dominante para mejorar la microdureza superficial de las resinas acrílicas<sup>11</sup>. Es por eso que se observan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de autocurado y termocurado debido al factor físico por la que son activadas, siendo en este caso las resinas

acrílicas de termocurado, polimerizadas a altas temperaturas, las que presentan valores más altos de dureza superficial.

Un estudio sobre materiales para prótesis removibles, con muestras de resina acrílica de autocurado y termocurado, sugieren utilizar resinas acrílicas de termocurado para prótesis removibles, de acuerdo a los valores encontrados de microdureza superficial que estaría relacionado con la presencia de monómero residual, considerando que a mayor cantidad de monómeros residuales menor será la microdureza superficial<sup>18,36</sup>.

Otro factor que puede haber influido en la reducción de la dureza de las resinas acrílicas es la presencia de monómero residual que afecta negativamente a las propiedades mecánicas debido al efecto plastificante que disminuye las fuerzas entre cadenas y permite que la deformación se produzca fácilmente bajo carga<sup>30</sup>.

La adaptación marginal de coronas de autocurado mencionada en un estudio, refiere que existe una disminución de la adaptación marginal por la contracción de la polimerización, la reacción de polimerización exotérmica y la irritación asociada con el monómero dejando niveles relativamente bajos de acabado y adaptación marginal<sup>31</sup>.

Quizás sea ésta otra de las razones por las cuales los discos de resina acrílica de autocurado presentan valores inferiores de dureza que los discos de resina acrílica de termocurado.

En un estudio previo donde analizaron la microdureza de muestras de acrílico de autocurado a temperatura ambiente almacenadas 90 días y en inmersión de agua, demostraron que las pruebas a temperatura ambiente, la dureza aumentó de 23.2 VHN a 27.1 VHN con el tiempo,

mientras que las muestras en inmersión en agua resultó en la disminución de la dureza de 25 VHN a 16 VHN , debido al ablandamiento de muestras. Cuando las resinas acrílicas se sumergen en agua, los monómeros residuales se liberan y la absorción de agua ocurre simultáneamente. Estos procesos son controlados por difusión y dependen del tiempo . Se ha demostrado que tanto el agua como el monómero residual actúan como plastificantes, afectando así la resistencia de las resinas polimerizadas<sup>32</sup>.

Un estudio donde se sometió a las muestras a sustancias que simulaban los alimentos, demostró que el mayor cambio en la dureza de los compuestos de resina se presentaron después del acondicionamiento con estas soluciones en los primeros 7 días, debido a que las soluciones a las que fueron expuestas las muestras pueden quedar atrapadas alrededor de los márgenes y en porosidades del material provisional.<sup>40</sup>

Quizas sea esta la razón por la que se presentó diferencia significativa en los discos de resina acrílica de autocurado almacenados 7 días.

Otro estudio evaluó la microdureza Knoop de las resinas acrílicas de prótesis removibles polimerizadas convencionalmente y obtuvieron valores medios en el rango de 16.9–19.66 KHN<sup>33</sup>.

Este estudio se evaluó la microdureza Vickers, haciendo la comparación con las resinas acrílicas de autocurado, los valores medios fueron entre 14.64 – 16.25 HVN.

El análisis de microdureza Vickers revela que a mayor carga, mayor serán los valores de microdureza (HV), mientras que en el análisis Knoop, es inverso, a menor carga, mayor serán los valores de microdureza (HK)<sup>34</sup>; lo que nos llevaría a no realizar una comparación entre estudios de microdureza Vickers y Knoop porque son pruebas distintas.

## VII. CONCLUSIONES

1. Los discos de resina acrílica de Autocurado, el grupo que presentó mayor valor de microdureza superficial fué el grupo control (GA<sub>0</sub>), mientras que el grupo que presentó el menor valor de microdureza fué el grupo de discos de resina acrílica almacenados 7 días (GA<sub>7</sub>), por lo tanto, sólo se evidencio diferencia significativa entre el grupo control GA<sub>0</sub> y el grupo de discos almacenados 7 días GA<sub>7</sub> ( $p < 0.009$ ).
2. Mientras que los discos de resina acrílica de Termocurado, el grupo que presentó mayor valor de microdureza superficial fue el grupo control (GT<sub>0</sub>), y el grupo con menor valor de microdureza fue el grupo con discos de acrílico almacenados 21 días (GT<sub>21</sub>), no evidenciando diferencia significativa entre los grupos de discos de resina acrílica de termocurado.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Felix P. Estudio comparativo in vitro de resinas acrílicas de uso en prótesis fija provisional. [Tesis de especialidad]. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás; 2015.
2. Pentapati L, Srinivas K, Ravi Shankar Y, Swetha V, Hari Krishna M. Effects of Addition of Aluminum Oxide on Flexural Strength and Hardness of Acrylic Resins. IOSR-JDMS. 2017; 16 (3): 01-06.
3. Ahmed M, El-Shennawy M, Althomali Y, Omar A. Effect of Titanium Dioxide Nano Particles Incorporation on Mechanical and Physical Properties on Two Different Types of Acrylic Resin Denture Base. WJNSE. 2016; 6: 111-119.
4. Burns D, Beck D, Nelson S. A Review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: Report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontic of the Academy of Fixed Prosthodontics. J Prosthet Dent. 2003; 90: 474-97.
5. Lowe R. Ther art and science of provicionalization. Int J. Periodontics Restorative Dent. 1987; 7: 64-73.
6. Patras M, Naka O, Doukoudakis S, Pissiotis A. Management of Provisional Restorations' Deficiencies: A Literature Review. J. Esthet. Restor. Dent. 2011; 24(1): 26–38.
7. Trushkowky R. Fabrication of a fixed provisional restoration utilizing a light-curing acrylic resin. Quintessence Int. 1992; 23: 415-9.
8. Guijari A, Bhatnagar V, Basavaraju R. Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and

- bridge auto-polymerizing resins exposed to beverage and food dye: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2013; 24(2): 172-7.
9. Digholkar S, Madhav V, Palaskar J. Evaluation of the flexural strength and microhardness of provisional crown and bridge material fabricated by different methods. *J Indian Prosthodont.* 2016; 16: 328-34.
  10. Knobloch L, Kerby R, Seghi R, Van Putten M. Two-body wear resistance and degree of conversion of laboratory processed composite materials. *Int J Prosthodont.* 1999; 12: 432–438.
  11. Lee S, Lai Y, Hsu T. Influence of polymerization conditions on monomer elution and microhardness of autopolymerized polymethyl methacrylate resin. *Eur J Oral Sci.* 2002; 110: 179–183.
  12. Ogawa T, Tanaka M, Koyano K. Effect of water temperature during polymerization on strength of autopolymerizing resin. *J Prosthet Dent.* 2000; 84: 222–224.
  13. Kildal K, Ruyter I. How different curing methods affect the degree of conversion of resin-based inlay/onlay materials. *Acta Odontol Scand.* 1994; 52: 315–322.
  14. May L, Sam Y, Hao L, Chun-Hung C. Effect of Heat Treatment on the Physical Properties of Provisional Crowns during Polymerization: An in Vitro Study. *Materials.* 2015, 8, 1766-1777.
  15. Cengiz S, Sarac S, Ozcan M. Effects of simulated gastric juice on colour stability, surface roughness and microhardness of laboratory-processed composites. *Dent Mater J.* 2014; 33: 343–348.
  16. Burns D, Beck D, Nelson S. Committee on research in fixed prosthodontics of the academy of fixed prosthodontics. 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. *J. Prosthet. Dent.* 2003; 90: 474–497.
17. Ogawa T, Aizawa S, Tanaka M, Matsuya S, Hasegawa A, Koyano, K. Effect of water temperature on the fit of provisional crown margins during polymerization. *J. Prosthet. Dent.* 1999; 82: 658–661.
  18. Yesil Duymus Z, Ozdogan A, Ulu H, Ozbayram O. Evaluation the Vickers Hardness of Denture Base Materials. *Open Journal of Stomatology.* 2016; 6: 114-119.
  19. Bhola R, Bhola SM, Liang H, Mishra B. Biocompatible Denture Polymer: A Review. *Trends Biomater Artif Organs.* 2010; 23(3): 129-136.
  20. Rashid H, Sheikh Z, Vohra F, Allergic effects of the residual monomer used in denture base acrylic resins. *Eur. J Dent.* 2015; 9: 614-9.
  21. Broitman E. Indentation Hardness Measurements at Macro-, Micro-, and Nanoscale: A Critical Overview. *Tribol Lett.* 2017; 65: 1-23.
  22. Prpic V, Slacanin I, Schauerl Z, Catic A, Dulcic N, Cimic S. A study of the flexural strength and surface hardness of different materials and technologies for occlusal device fabrication. *J Prosthet Dent.* 2018; 121(6): 955-959.
  23. Fugolin A, Pfeifer C. New Resins for Dental Composites. *J Dent Res.* 2017; 96(10): 1085-1091.
  24. Hagio M , Kawaguchi M , Motokawa W, Miyazaki K. Degradation of Methacrylate Monomers in Human Saliva. *Dent. Mater. J.* 2006; 25(2): 241-246.
  25. Rakhshan V. Marginal integrity of provisional resin restoration materials: A review of the literature. *Saudi J. Oral Dent.* 2015; 6: 33-40.

26. Robinson F, Hovijitra S. Marginal fit of direct temporary crowns. *J Prosthet Dent.* 1982; 47: 390-392
27. Anusavice K. 2005. Phillip's Science of Dental Materials. XI ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
28. Sanlorenzi C, Edwards C, Moretti-Neto R, Rubo J. Micro-hardness of acrylic resin utilized for provisional crowns: Effect of different polymerization techniques and pH-Cycling. *Braz Dent Sci.* 2013; 16(2).
29. Akova T, Ozkomur A, Uysal H. Effect of food-simulating liquids on the mechanical properties of provisional restorative materials. *Dental Materials.* 2006; 22(12):1130–1134.
30. Consani X, Vieira M, Mesquita M, Sinhoreti M, Guiraldo R, Nóbilo M. Effect of polymerization cycles on the linear dimensional change, hardness and impact strength of denture base acrylic resins. *Minerva Stomatol.* 2012; 61(6): 272-81.
31. Young H, Smith C, Morton D. Comparative in vitro evaluation of two provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2001; 85(2): 129–132.
32. Acevedo A, Machado A, Vergant C, Giampaolo E, Pavarina A. Hardness of denture base and hard chair-side reline acrylic resins. *J Appl Oral Sci.* 2005; 13(3): 291-5
33. Goiato M, Dos Santos D, Andreotti A, Nobrega A. Effect of Beverages and Mouthwashes on the Hardness of Polymers Used in Intraoral Prosthesis. *J Prosthodont.* 2014; 23: 559-564.
34. Güderer H , Şahina E , Şahina O, Göçmezb H, Duranc C, Ali Çetinkaraa H. Vickers and Knoop Indentation Microhardness Study of  $\beta$ -SiAlON Ceramic. *Acta Physica Polonica A.* 2011; 120(6): 1026-1033.

35. Chicot D, Mercier D, Roudet F, Silva K, Staia M, Lesage J. Comparison of instrumented Knoop and Vickers hardness measurements on various soft materials and hard ceramics. *J. Eur Ceram Soc.* 2007; 27(4): 1905–1911.
36. Kedjarune U, Charoenworraluk N, Koontongkaew S. Release of methyl methacrylate from heat-curved and autopolymerized resin: Cytotoxicity testing related to residual monomer. *Aust. Dent. J.* 1999; 44(1): 25-30.
37. De Clerck J. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. *J Prosthet Dent.* 1987; 57(5): 650-658.
38. Pereddy S, Brajesh G, Venu M. Comparative evaluation of hardness of four provisional restorative materials: An *in vitro* study. *European Journal of Prosthodontics.* 2016; 4(3): 51-55.
39. Diaz-Arnold A, Dunne J, Jones A. Microhardness of provisional fixed prosthodontic materials. *J Prosthet Dent.* 1999; 82: 525-8.
40. Kao E. Influence of food-simulating solvents on resin composites and glass-ionomer restorative cement. *Dent Mater.* 1989; 5(3): 201–8.

**IX. ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**Tabla 1**  
**TABLA DE COMPOSICION QUIMICA, COLOR Y LOTE DE LOS ACRILICOS**  
**DE AUTOCURADO Y TERMOCURADO**

	<b>TERMOCURADO</b>	<b>AUTOCURADO</b>
<b>COMPOSICION QUIMICA</b>	<p>Polvo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microesferas de polímero polimetilmetacrilato pigmentadas</li> <li>• peróxido dibenzoico 0.5%</li> <li>• Copolímeros</li> <li>• Metilmetacrilato de cloruro de vinilo y acetato de vinilo.</li> </ul> <p>Líquido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monómero metilmetacrilato volátil transparente</li> <li>• Hidroquinona como estabilizador 0.01%</li> <li>• Agente entrecruzador 6% EGDMA</li> </ul>	<p>Polvo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microesferas pigmentadas de polímero de polimetilmetacrilato (más finas que termocurado)</li> <li>• Peróxido dibenzoico 0.5%</li> </ul> <p>Líquido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monómero de metilmetacrilato volátil transparente.</li> <li>• Hidroquinona como estabilizador 0.01%</li> <li>• Amina terciaria como activador químico (dimetil-p-toluidina o dihidroxi-ptoluidina) 2%</li> </ul>
<b>COLOR</b>	52	52
<b>LOTE</b>	D-102317B	D-102317B

**ANEXO 2**

**INSTRUMENTO PARA CALCULAR NUMERO DE MUESTRAS**

**COMPARACION DE DOS MEDIAS**  
(Se pretende comparar si las medias son diferentes)

Indique número del tipo de test

<b>Tipo de test</b> (unilateral o bilateral)	1 UNILATERAL
<b>Nivel de confianza o seguridad</b> (1- $\alpha$ )	99%
<b>Poder estadístico</b>	95%
<b>Precisión</b> (d) (Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar, datos cuantitativos)	3.00
<b>Varianza</b> ( $S^2$ ) (De la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia)	1.00
<b>TAMAÑO MUESTRAL</b> (n)	<b>4</b>

### ANEXO 3

## RESULTADOS DE LA EVALUACION DE MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DISCOS DE ACRILICO DE LOS GRUPOS CONTROL DE AUTOCURADO (GA<sub>0</sub>) Y TERMOCURADO (GT<sub>0</sub>).

INFORME DE ENSAYO N°	IE-020-2018	EDICION N° 1	Página 1 de 4
<b>ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN RESINA ACRILICA</b>			
TESIS	"MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DISCOS DE RESINA ACRILICA DE THERMOCURADO Y AUTOCURADO ALMACENADOS EN DISTINTOS TIEMPOS, UNA PRUEBA IN VITRO"		
INSTRUMENTO	Microdurómetro Vickers – Marca LG		
APROXIMACIÓN	1 µm - 40X		
RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	15	Febrero	2018
LUGAR DE ENSAYO	Jr. Las Sensitivas Mz D Lt 7 Urb. Los jardines SJL		
CANTIDAD	4 Grupo		
DESCRIPCIÓN	Muestras cilíndricas de resina		
IDENTIFICACION	Grupo 1	Control-discos de resina acrílica vitalloy de termocurado	
	Grupo 2	Control-discos de resina acrílica vitalloy de autocurado	
Grupo 1	Control-discos de resina acrílica vitalloy de termocurado		

Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Promedio Hv Kg/mm <sup>2</sup>
1	50 (0.490)	21.7
2		19.2
3		21.2
4		20.4
5		19.6
6		19.2
7		21.7
8		20.1
9		20.6
10		20.8

Grupo 2	Control-discos de resina acrílica vitalloy de autocurado
---------	--

Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Promedio Hv Kg/mm <sup>2</sup>
1	50 (0.490)	16.5
2		17.5
3		16.4
4		16.4
5		15.1
6		15.2
7		17.4
8		16.1
9		16.2
10		15.7

Observaciones: tiempo 10 Segundos	
CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA : 26 °C HUMEDAD RELATIVA : 57 %
VALIDEZ DE INFORME	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN	 <b>HTL</b> <small>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</small>
ING. MECANICO	
LABORATORIO HTL CERTIFICATE	

**ANEXO 4**  
**RESULTADOS DE LA EVALUCION DE MICRODUREZA SUPERFICIAL DE**  
**DISCOS DE ACRILICO DE LOS GRUPOS ALMACENADOS 24 HORAS DE**  
**AUTOCURADO (GA<sub>24</sub>) Y TERMOCURADO (GT<sub>24</sub>).**

INFORME DE ENSAYO N°	IE-020-2018	EDICION N° 1	Página 1 de 4
<b>ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN RESINA ACRILICA</b>			
TESIS	"MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DISCOS DE RESINA ACRILICA DE THERMOCURADO Y AUTOCURADO ALMACENADOS EN DISTINTOS TIEMPOS, UNA PRUEBA IN VITRO"		
INSTRUMENTO	Microdurómetro Vickers – Marca LG		
APROXIMACIÓN	1 µm - 40X		
RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	15	Febrero	2018
LUGAR DE ENSAYO	Jr. Las Sensitivas Mz D Lt 7 Urb. Los jardines SJL		
CANTIDAD	4 Grupo		
DESCRIPCIÓN	Muestras cilíndricas de resina		
IDENTIFICACION	Grupo 3	discos de resina acrílica vitalloy de termocurado almacenados en suero fisiológico 24 horas	
	Grupo 4	discos de resina acrílica vitalloy de autocurado almacenados en suero fisiológico 24 horas	
Grupo 3	discos de resina acrílica vitalloy de termocurado almacenados en suero fisiológico 24 horas		

Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Promedio Hv Kg/mm²
1	50 (0.490)	19.7
2		20.1
3		22.0
4		19.9
5		20.0
6		18.9
7		19.8
8		21.1
9		21.2
10		20.1

Grupo 4	discos de resina acrílica vitalloy de autocurado almacenados en suero fisiológico 24 horas
---------	--

Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Promedio Hv Kg/mm²
1	50 (0.490)	17.7
2		15.1
3		15.8
4		16.1
5		16.5
6		16.1
7		15.2
8		15.5
9		16.4
10		15.3

Observaciones: tiempo 10 Segundos	
CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA : 26 °C HUMEDAD RELATIVA : 57 %
VALIDEZ DE INFORME	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME
 <b>HTL</b> HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE	
<b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b> ING. MECANICO LABORATORIO HTL CERTIFICATE	

## ANEXO 5

### RESULTADOS DE LA EVALUACION DE MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DISCOS DE ACRILICO DE LOS GRUPOS ALMACENADOS 7 DIAS DE AUTOCURADO (GA<sub>7</sub>) Y TERMOCURADO (GT<sub>7</sub>).

INFORME DE ENSAYO N°	IE-025-2018	EDICION N° 1	Página 1 de 3
<b>ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN RESINA ACRILICA</b>			
TESIS	"MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DISCOS DE RESINA ACRILICA DE TERMOCURADO Y AUTOCURADO ALMACENADOS EN DISTINTOS TIEMPOS, UNA PRUEBA IN VITRO"		
INSTRUMENTO	Microdurómetro Vickers – Marca LG		
APROXIMACIÓN	1 µm - 40X		
RECEPCION DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	22	Febrero	2018
LUGAR DE ENSAYO	Jr. Las Sensitivas Mz D Lt 7 Urb. Los jardines SJL		
CANTIDAD	2 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras cilíndricas de resina		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	discos de resina acrílica vitalloy de termocurado almacenados en suero fisiológico 7 días	
	Grupo 2	discos de resina acrílica vitalloy de autocurado almacenados en suero fisiológico 7 días	
Grupo 1	discos de resina acrílica vitalloy de termocurado almacenados en suero fisiológico 7 días		

Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Promedio Hv Kg/mm <sup>2</sup>
1	50 (0.490)	16.7
2		18.4
3		21.9
4		19.0
5		20.8
6		21.0
7		19.6
8		18.7
9		20.7
10		18.9

Grupo 2	discos de resina acrílica vitalloy de autocurado almacenados en suero fisiológico 7 días
---------	--

Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Promedio Hv Kg/mm <sup>2</sup>
1	50 (0.490)	13.9
2		14.6
3		13.7
4		14.4
5		14.6
6		14.3
7		14.8
8		15.2
9		13.9
10		13.9

Observaciones: tiempo 10 Segundos	
CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA : 25.2 °C    HUMEDAD RELATIVA : 70 %
VALIDEZ DE INFORME	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN	 <b>HTL</b> <small>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</small>
ING. MECANICO	
LABORATORIO HTL CERTIFICATE	

**ANEXO 6**  
**RESULTADOS DE LA EVALUCION DE MICRODUREZA SUPERFICIAL VICKERS DE DISCOS DE ACRILICO DE LOS GRUPOS ALMACENADOS 21 DIAS DE AUTOCURADO (GA<sub>21</sub>) Y TERMOCURADO (GT<sub>21</sub>)**

INFORME DE ENSAYO N°	IE-030-2018	EDICION N° 1	Página 1 de 3
<b>ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN RESINA ACRILICA</b>			
TESIS	"MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DISCOS DE RESINA ACRILICA DE THERMOCURADO Y AUTOCURADO ALMACENADOS EN DISTINTOS TIEMPOS, UNA PRUEBA IN VITRO"		
INSTRUMENTO	Microdurómetro Vickers - marca LG		
APROXIMACIÓN	1 µm - 40X		
RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	08	Marzo	2018
LUGAR DE ENSAYO	Jr. Las Sensitivas Mz D Lt 7 Urb. Los Jardines SJL		
CANTIDAD	2 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras cilíndricas de resina		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	discos de resina acrílica vitalloy de termocurado almacenados en suero fisiológico 21 días	
	Grupo 2	discos de resina acrílica vitalloy de autocurado almacenados en suero fisiológico 21 días	
Grupo 1	discos de resina acrílica vitalloy de termocurado almacenados en suero fisiológico 21 días		

Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Promedio Hv Kg/mm²
1	50 (0.490)	19.3
2		20.7
3		18.9
4		19.3
5		20.1
6		16.8
7		17.4
8		20.5
9		18.9
10		19.8

Grupo 2	discos de resina acrílica vitalloy de autocurado almacenados en suero fisiológico 21 días
---------	---

Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Promedio Hv Kg/mm²
1	50 (0.490)	18.9
2		19.7
3		15.5
4		14.5
5		15.1
6		14.5
7		13.7
8		14.5
9		14.6
10		14.7

Observaciones: tiempo 10 Segundos	
CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA : 24°C HUMEDAD RELATIVA : 71 %
VALIDEZ DE INFORME	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME
ROBERT NICK EUSBIO TEHERAN ING. MECANICO LABORATORIO HTL CERTIFICATE	 <b>HTL</b> <small>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</small>

**ANEXO 7**
**Tabla 2**
**Evaluación de la normalidad en los tres grupos evaluados.**

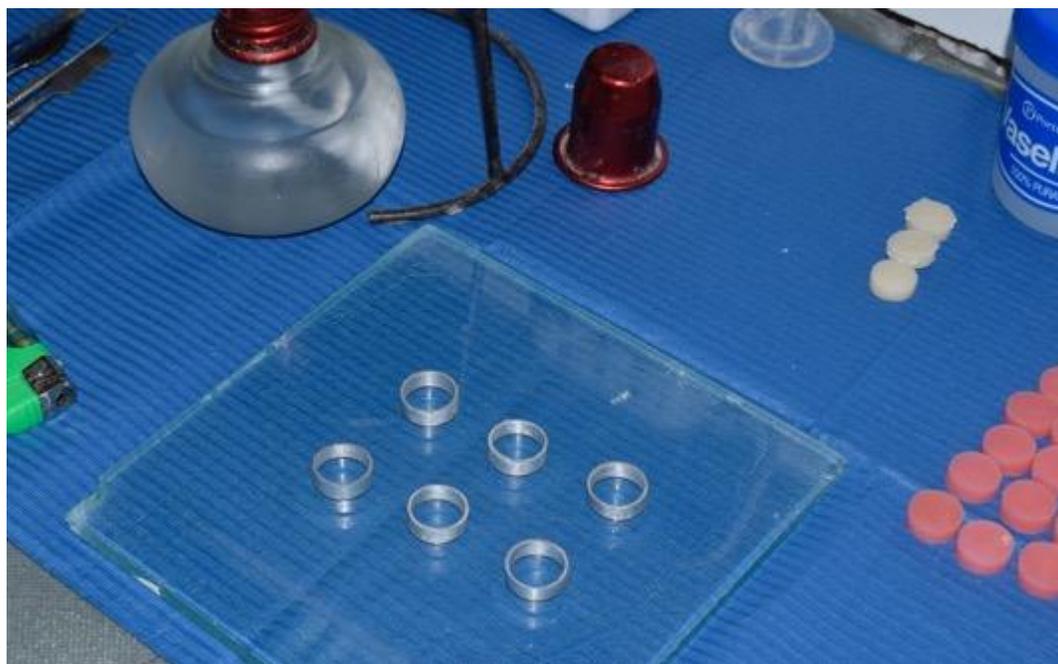
TIEMPO	MODO	Normalidad	
		n	p
Control	T	10	0.444
	A	10	0.493
24h	T	10	0.141
	A	10	0.256
7d	T	10	0.792
	A	10	0.524
21d	T	10	0.348
	A	10	0.406

\*Test de Shapiro Wilk

\*T: Termocurado

\*A: Autocurado

**FIGURA 1**  
**MOLDES DE ALUMINIO PARA LA ELABORACION DE DISCOS DE**  
**ACRILICO DE AUTOCURADO Y TERMOCURADO**



**FIGURA 2  
INSTRUMENTOS PARA REALIZAR LAS MEZCLAS DE LOS  
ACRILICOS.**



**FIGURA 3**  
**PESO EN BALANZA DIGITAL DEL MONOMERO Y MEDICION EN ML**  
**DEL POLIMERO**



**FIGURA 4**  
**ELIMINACION DE EXCESOS E IRREGULARIDADES Y PULIDO DE LOS**  
**DISCOS DE ACRILICO DE AUTOCURADO Y TERMOCURADO**



**FIGURA 5**  
**DISCOS DE ACRILICO DE TERMOCURADO (40) Y DISCOS DE**  
**ACRILICO DE AUTOCURADO (40)**



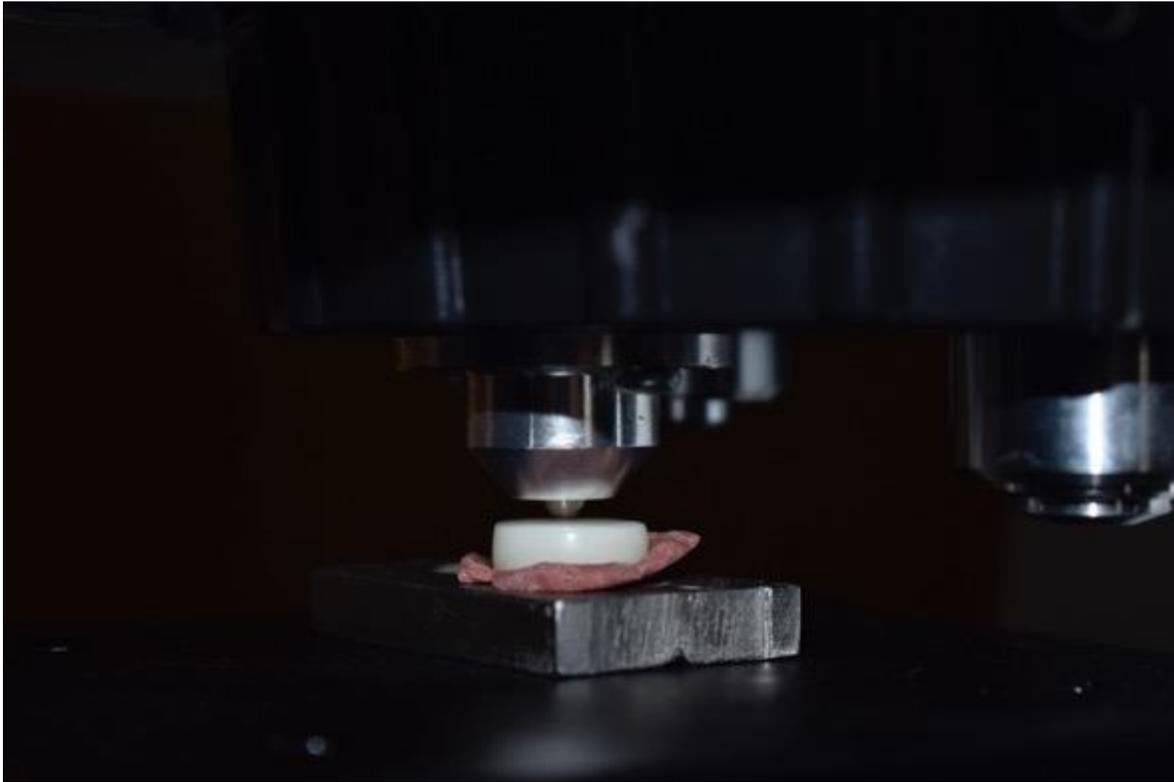
**FIGURA 6**  
**ALMACENAMIENTO EN GRUPOS DE LOS DISCOS DE ACRILICO (8**  
**GRUPOS TOTAL)**



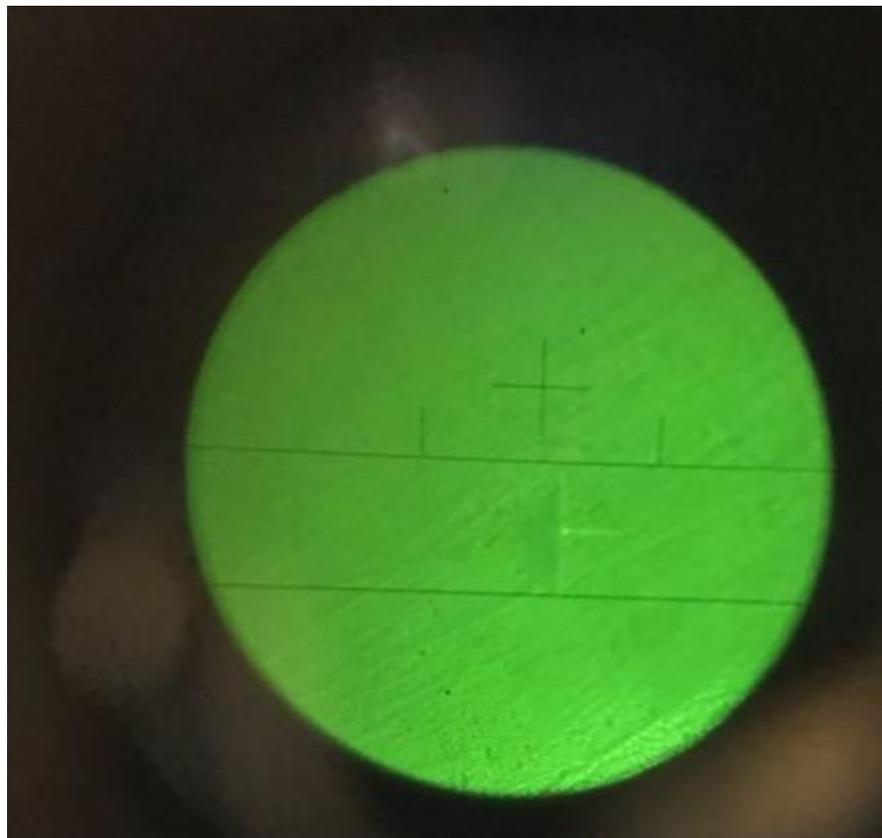
**FIGURA 7**  
**MICRODUROMETRO VICKERS**



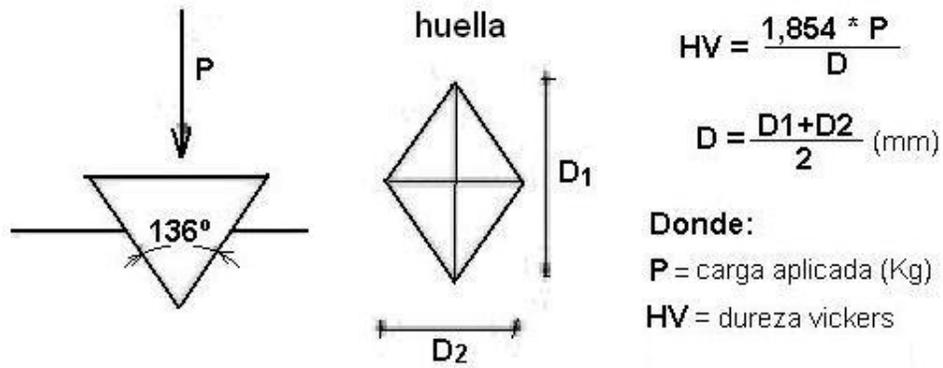
**FIGURA 8**  
**MICRODUROMETRO VICKERS**



**FIGURA 9**  
**VISTA MICROSCOPICA DE LA IDENTACION**



**FIGURA 10**  
**GRAFICO DE FORMULA DE DUREZA VICKERS**



**Donde:**  
**P** = carga aplicada (Kg)  
**HV** = dureza vickers

**ENSAYO DE DUREZA VICKERS**