



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

Microdureza superficial de las resinas nanohíbrida y  
microhíbrida fotocuradas con diferente longitud de onda

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Cirujano Dentista**

**AUTORA:**

Zuloeta Navarro, Luz Clarita (orcid.org/0000-0002-2632-0323)

**ASESOR:**

Mg. Orrego Ferreyros, Luis Alexander (orcid.org/0000-0003-3502-2384)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Promoción de la salud y desarrollo sostenible

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y UNIVERSITARIA:**

Promoción de la salud, nutrición y salud alimentaria

**PIURA – PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo se lo dedico muy especialmente a Dios, por ser mi guía en cada paso que di en mi profesión, así también quiero dedicarle mi trabajo a mi mami, aunque ya no se encuentra presente sé que guía mis pasos; y a mi esposo y mi familia por estar siempre cerca de mí en todo momento y cada vez que quería tirar la toalla ellos estaban para ser mi apoyo y mi sostén y lograr concluir con este trabajo.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, debo de agradecer a todas las personas que fueron participe del término de este trabajo de investigación.

Agradecer a mis profesores que me formaron en esta linda y sacrificada profesión, los momentos interminables de clases, así como las amanecidas para los trabajos finales, y por supuesto este trabajo.

Debo agradecer muy especialmente a mi asesor que constantemente me guio para el buen término de este estudio y trabajo de investigación, el cual se encuentra reflejado en este documento.

Debo agradecer a mis familiares muy cercanos como mi esposo, mis padres y sobre todo a mi mamita que está en el cielo apoyando mi camino, así como agradecer la paciencia que me tuvieron en cada momento del trabajo de investigación; soportando a veces los momentos de estrés y en algunos casos frustración por los detalles que no salían, como esperaba.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Resumen .....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población y muestra .....	14
3.3.1. Población:.....	14
3.3.2. Muestra.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos .....	17
IV. RESULTADOS .....	18
V. DISCUSIÓN .....	28
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS .....	33
ANEXOS.....	40

## Índice de tablas

Tabla 1. Mediciones en P1, P2 y P3 de microdureza de Vickers de las resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®) fotocuradas en dos longitudes de onda, 420 nm y 480nm.....	19
Tabla 2. Mediciones en P1, P2 y P3 de microdureza de Vickers de las resinas fotocurables microhíbridas (Z250 3M®) fotocuradas en dos longitudes de onda, 420 nm y 480 nm.....	20
Tabla 3. Microdureza de Vickers promedio de las resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®) y microhíbridas (Z250) 3M® fotocuradas en dos longitudes de onda, 420 nm y 480 nm. ....	21
Tabla 4. Comparación de microdureza de Vickers de las resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®) fotocuradas en dos longitudes de onda.....	23
Tabla 5. Comparación de microdureza de Vickers de las resinas fotocurables microhíbrida (Z250 3M®) fotocuradas en dos longitudes de onda. ....	24
Tabla 6. Comparación de microdureza de Vickers entre la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) y microhíbrida (Z250 3M®) fotocuradas a una longitud de onda de 420 nm .....	25
Tabla 7. Comparación de microdureza de Vickers entre la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) y microhíbrida (Z250 3M®) fotocuradas a una longitud de onda de 480 nm .....	26
Tabla 8. Análisis multivariado de microdureza de Vickers promedio basado en un modelo lineal generalizado.....	27

## Resumen

**Introducción:** Las resinas compuestas se utilizan cada vez más en odontología debido a su estética y dureza, existen varias marcas de resinas utilizadas para dientes anteriores y posteriores. El objetivo de este estudio fue comparar la microdureza superficial entre una resina nanohíbridas y una resina microhíbrida fotocurada en dos longitudes de ondas diferentes.

**Metodología:** El presente estudio fue experimental in vitro, comparativo y trasversal; el estudio se realizó con 40 muestras de resina, las cuales fueron distribuidas primero en 2 grupos 20 de resina compuesta nano-hibrida (P60) y 20 de resina compuesta microhíbrida (Z250); luego estas fueron divididas cada una en dos grupos por la longitud de onda con la cual fueron fotocuradas, dentro del grupo de 20, 10 fotocuradas a una longitud de onda de 420 nm y 10 fotocuradas a una longitud de onda de 480 nm. Así la muestra de resinas compuestas nanohíbridas y microhíbridas fotocuradas a diferentes longitudes de onda fueron sometidas a fuerzas para medir su microdureza superficial. La hipótesis fue evaluada estadísticamente con la prueba t de student, prueba de rangos de Wilcoxon y un análisis multivariado con un modelo lineal generalizado.

**Resultados:** Los resultados mostraron que la diferencia en el valor medio de dureza de Vickers entre el grupo de resinas fotocurables microhíbridas (Z250 3M®) es - 2.42 Hv comparado con el grupo de resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®), con un intervalo de confianza al 95% que va desde -4.31 a -0.53, ajustado por longitud de onda de fotocurado. Esta diferencia es estadísticamente significativa ( $p=0.007$ ).

**Conclusiones:** La resina que tiene mayor resistencia a la microdureza superficial es la resina fotocurable nanohíbrida P60.

**Palabras Clave:** Resinas compuestas nanohíbrida, resina compuesta microhíbrida, microdureza de Vickers, longitud de onda.

## **Abstract**

**Introduction:** Composite resins are used more and more in dentistry due to their aesthetics and hardness, there are several brands of resins used for anterior and posterior teeth. The objective of this study was to compare the surface microhardness between a nanohybrid resin and a light-cured microhybrid resin at two different wavelengths.

**Methodology:** The present study was experimental in vitro, comparative and prospective; The study was carried out on 40 resin samples, which were first distributed into 2 groups: 20 nano-hybrid composite resin (P60) and 20 microhybrid composite resin (Z250); then these were each divided into two groups by the wavelength with which they were light-cured: within the group of 20, 10 light-cured at a wavelength of 420 nm and 10 light-cured at a wavelength of 480 nm. Thus, the sample of nanohybrid and microhybrid composite resins light-cured at different wavelengths were subjected to forces to measure their surface microhardness. The hypothesis was statistically evaluated with the student's t test, the Wilcoxon rank test, and a multivariate analysis with a generalized linear model.

**Results:** The results showed that the difference in the mean value of Vickers hardness between the group of microhybrid photocurable resins (3M ® Z250) is - 2.42 Hv compared to the group of nanohybrid photocurable resins (3M ® P60), with an interval of 95% confidence ranging from -4.31 to -0.53, adjusted for light-curing wavelength. This difference is statistically significant ( $p=0.007$ ).

**Conclusions:** The resin with the highest resistance to superficial microhardness is the P60 nanohybrid photocurable resin.

**Keywords:** nanohybrid composite resins, microhybrid composite resin, Vickers microhardness.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad es indispensable conocer los materiales de restauración y sus componentes por las exigencias de los pacientes y las propiedades primordiales de los materiales y los aditamentos de las mismas, con la finalidad de cumplir los requerimientos de la odontología restauradora actual, por tal motivo es indispensable conocer las características de biodisponibilidad y durabilidad en cuanto a las resinas compuestas tienen un mejor acabado en la restauración debido a sus múltiples propiedades y representa una opción óptima para muchos profesionales de la salud bucal.<sup>1</sup> Estas son utilizadas cada vez más en odontología a causa de su estética y dureza, existen varias marcas de resinas utilizadas en dientes anteriores y posteriores <sup>2</sup>. Los rellenos utilizados en la resina compuesta afectan directamente a su característica física, por lo tanto una forma de clasificar compuestos se basa en su contenido de relleno. El compuesto híbrido es un tipo de resina que puede subdividirse en microhíbridas debido a que poseen partículas que van de 1-3 micras y nanohíbridas por qué contienen partículas submicrónicas equivalentes a 0,02-0,04 micras. La combinación de diferentes tamaños de partículas les otorga propiedades físicas como mayor resistencia al desgaste<sup>3</sup>, además, mejora sus propiedades estéticas debido a que son más pulibles y logran una mejor presentación del color mediante la incorporación de microrelleno en capas uniformes entre partículas más grandes.<sup>4</sup>

La polimerización es el proceso por el cual las resinas endurecen, es así que obtienen sus propiedades físicas,<sup>5</sup> una polimerización inadecuada puede ocasionar absorción excesiva de agua, disminución de la microdureza y presencia de monómeros libres con posibles efectos tóxicos.<sup>6</sup> Esto predispondrá a la formación de espacios entre sustrato dentario y el compuesto restaurador, lo que ocasiona microfiltración, sensibilidad postoperatoria, caries recurrente, deficientes propiedades mecánicas y posible fractura dental.<sup>7</sup>

La canforquinona es el fotoiniciador presente en las resinas encargada de la polimerización, esta sustancia tiene un pico de sensibilidad ante las longitudes de onda cercanas a los 470 nm,<sup>8</sup> pero no es el único, ya que en la actualidad hay otros



fotoiniciadores como la fenilpropanodina, óxido de acilfosfina, lucirina e Ivocerina. Estos tienen picos de sensibilidad que pueden variar entre los 370 nm y 420 nm,<sup>9</sup> por lo que será necesario tener una lámpara capaz de generar distintos tipos de longitudes de onda que podrán activar los diversos fotoiniciadores que contienen las resinas o por el contrario conocer si la resina a utilizar se fotoactivará con un solo tipo de longitud de onda.

Ante esta situación, se propone el siguiente problema de investigación ¿Cuál es la diferencia de microdureza superficial de las resinas nanohíbridas y microhíbridas fotocuradas con distinta longitud de onda?

Este estudio permitirá conocer cuál de las dos resinas presentan mayor dureza microscópica, ya que al exponerlas a distintas longitudes de onda se evidenciará a través de la prueba de microdureza si es que alguna de las dos opciones tiene tendencia a mostrar mejores propiedades mecánicas tras una longitud de onda específica. La presente investigación es importante porque desde el punto de vista experimental permite conocer los niveles de microdureza y estabilidad superficial en dos tipos de resinas compuestas nanohíbrida y microhíbridas. El estudio tiene implicancia social porque beneficia a los usuarios que utilizan este tipo de biomaterial dental. El valor teórico beneficia en tener un adecuado conocimiento a profundidad para los tipos de restauración dental ya conocidos; así mismo, el valor práctico es utilitario para recomendar el mejor procedimiento posible en el proceso de restauración. Finalmente, la utilidad metodológica es determinante porque los procesos experimentales se pueden aplicar en otros estudios de similar propósito.

El objetivo general del estudio es comparar la microdureza superficial entre una resina nanohíbrida y una resina microhíbrida fotocurada en dos longitudes de ondas diferentes. Los objetivos específicos son: a) determinar la microdureza de Vickers de las resinas nanohíbridas y microhíbridas fotocuradas en dos longitudes de onda, 420 nm y 480 nm; b) comparar la microdureza de Vickers de las resinas nanohíbridas fotocuradas en dos longitudes de onda, 420 nm y 480 nm; c) comparar la microdureza de Vickers de las resinas microhíbridas fotocuradas en dos longitudes de onda, 420 nm y 480 nm; d) comparar la microdureza de Vickers entre las resinas fotocurables nanohíbridas y microhíbridas fotocuradas a una longitud de

onda 420 nm; e) comparar la microdureza de Vickers de las resinas fotocurables nanohíbridas y microhíbridas fotocuradas a una longitud de onda 480 nm; f) calcular la diferencia en el valor medio de dureza de Vickers entre el grupo de resinas fotocurables microhíbridas comparado con el grupo de resinas fotocurables nanohíbridas, considerando la longitud de onda de fotocurado.

La hipótesis general del estudio es que existen diferencias en el valor medio de dureza de Vickers entre el grupo de resinas fotocurables microhíbridas comparado con el grupo de resinas fotocurables nanohíbridas.

## II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a los antecedentes nacionales e internacionales podemos mencionar los siguientes:

Saati K, et al.<sup>10</sup> 2022. Iran. Tuvieron como propósito comparar la microdureza de la superficie de dos resinas compuestas de relleno en bloques diferentes y una resina compuesta convencional utilizando la prueba de microdureza Vickers. Así mismo se prepararon 108 muestras de la resina Tetric N Ceram y la Xtrafil las cuales son resinas compuestas de relleno en bloque diferentes, una resina compuesta convencional (Filtek Z250) en moldes metálicos (2x4x10 mm) (n=36 para cada resina compuesta). Seis muestras de cada resina compuesta (n=6) se sometieron a una prueba de medición de dureza a profundidades específicas (0,1, 1, 2, 3, 4 y 5 mm). El resultado fue que, en todas las muestras de resina compuesta, la microdureza disminuyó con el aumento de la profundidad. La mayor microdureza se registró en Filtek Z250, seguido de Xtrafil, sin diferencia estadística significativa. La microdureza más baja se registró en el relleno masivo Tetric N Ceram. Finalmente, se concluyó que ambas resinas compuestas de relleno en bloque en todas las profundidades exhibieron una microdureza estándar de profundidad a superficie (>80 %).

Araújo J, et al.<sup>11</sup> 2021. Brasil. Compararon la nanodureza y microdureza de una resina compuesta nanohíbrida (Tetric N Ceram) de diferentes espesores (1, 2 y 3 mm) en colores A2 y Bleach-M, utilizando unidades de fotopolimerización (LCUs) con diferentes longitudes de onda: LED azul (monoonda) y LED azul/violeta (polionda). Realizaron 120 especímenes con la resina compuesta, los cuales fueron divididos en 2 grupos principales, uno en el que se utilizó Elipar FreeLigth 2 (3M), LED Azul, el cual tiene una longitud de onda de 430 a 480 nm y otro en el que se utilizó Bluephase (Ivoclar) LED Azul/violeta, con una longitud de onda de 380 a 515 nm. Se analizaron tres espesores (1, 2 y 3mm). Como resultados obtuvieron que la microdureza generada por la fuente monoonda Elipar promovió valores más altos que la fuente polionda Bluephase 30 segundos y polionda Bluephase 15 segundos, específicamente en especímenes de 1 mm de espesor en color A2. Por lo que concluyeron que la unidad monoonda Elipar

FreeLigth (430 a 480 nm) mostró mejor efectividad en el curado de resinas nanohíbridadas en comparación con la Bluephase.

Anoop et al.<sup>12</sup> 2020. India. Tuvieron como objetivo evaluar la dureza de la superficie de un compuesto reforzado con fibra y compuestos de relleno masivo recientemente desarrollados. Así mismo, se utilizaron composites reforzados con fibra y otros composites de relleno masivo disponibles comercialmente. Se fabricaron 15 especímenes cilíndricos (5 mm × 5 mm) de cada material en plantilla de metal. Los moldes se llenaron en un incremento tanto para composites de relleno en bloque como para composites reforzados con fibra y se fotocuraron con una unidad de fotocurado de fase azul Ivoclar con 850 mW/cm<sup>2</sup> como longitud de onda. No encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prueba de dureza Vickers. El valor medio de VHN en las superficies superior e inferior mostró una diferencia significativa entre sí. El compuesto reforzado con fibra mostró el VHN más alto en comparación con otros materiales. Concluyendo que el compuesto reforzado con fibra tiene la mayor relación de dureza Vickers, lo que indica el mayor grado de conversión y un mejor rendimiento clínico.

Coello J.<sup>13</sup> 2018. Ecuador. Evaluó la textura y dureza de un composite nanoparticulado con aditamentos de cerámica y otro con aditamentos de zirconio en cubo. Así mismo, las muestras fabricadas fueron 15 por cada tipo de resina, usando un molde metálico cuyas dimensiones fueron de 5,0 mm de diámetro y 5,0 mm de profundidad. Tras aplicar los análisis estadísticos de varianza ANOVA y la PRUEBA TUKEY, presentaron como resultado una similitud en la textura entre ambas resinas (Ceram X duo) y (Vittra APS). Se determinó que la resina que contiene cerámica en forma de partículas presenta un nivel de dureza aceptable a diferencia de la resina que contenía zirconio, pues esta última mostro una micro dureza baja, aun así si se realizaba el pulido, los valores medios más altos los presento el composite nanoparticulado con aditamento de cerámicas (Ceram X duo) (sin pulido 82,27 HV y pulidas 96,80 HV) mientras que los valores medios más bajos lo encontró en el composite nanoparticulado con aditamentos de zirconio (Vittra APS) (sin pulido 74,87 HV y pulidas 65,10 HV).

Mamani M.<sup>14</sup> 2021. Perú. Comparó la resistencia a la fractura de composites microhíbridos frente a otras nanohíbridas; se intervinieron dos tipos de composites, cuyas dimensiones fueron de 10 mm de altura y 4 mm de diámetro. El tamaño muestral fueron 14 cilindros de composites en cada tipo de ellos, los cuales fueron sometidos a compresión. El resultado relevante evidenció que la resistencia a la ruptura del composite microhíbrido fue de 262.69 +- 42.656 mega pascales, así mismo, la nanohíbrida fue de 219.45 +- 27.887; finalmente se concluyó que la resina microhíbrida es más resistente a la fractura (43.24 mega pascales) frente al composite nanohíbrida.

Gonzales M.<sup>15</sup> 2017. Perú., Tuvo como propósito de investigación, agregar un gel hidrosoluble para prevenir la formación de capas que inhiben el oxígeno y por ello fortalecen la dureza final de la resina; utilizó 16 especímenes de resina tipo nanohíbrida, distribuidas en dos grupos con la misma cantidad de muestras, al primer grupo le agregó gel hidrosoluble, el segundo fue el grupo control; la investigación fue de tipo experimental y el diseño transversal, prospectivo y comparativo. Los resultados evidenciaron que la dureza de la resina tipo nanohíbrida con el gel alcanzó: 384.5 mega pascales mientras que las que no utilizaron el gel llegó a un promedio de 362.50 mega pascales; se concluye que la resina microhíbrida con el gel hidrosoluble le atribuye mayor dureza (22 megapascales) con respecto a la resina nanohíbrida.

Sotomayor X.<sup>16</sup> 2018. Perú. Determinó la dureza y resistencia de 3 tipos de resinas dentales Bulk Fill, nano híbrida y microhíbrida. El estudio fue experimental, trasversal y prospectivo. Las muestras correspondieron a 45 divididas en 3 grupos con 15 muestras cada una. Finalmente, obtuvo como resultados que la microdureza superficial media de las resinas bulk fill (Filtek™ Bulk Fill) fue de 104.69HV, para la resina microhíbrida (Filtek P60) tuvo una media de 137.38 HV y, por último, la resina nanohíbrida (Filtek Z350) tuvo una media de 149.11 HV. Por lo que concluyó que la resina nanohíbrida (Filtek Z350) posee mejor microdureza superficial que la resina (Filtek™ Bulk Fill) y que la resina microhíbrida (Filtek P60).

Castillo F.<sup>17</sup> 2015. Perú. Determino la dureza superficial, media y profunda de una resina tipo Bulk Fill sometida a distintas potencias de fotopolimerización. Uso

una muestra conformada por 27 cilindros de resina SONIC FILL Kerr con dimensiones de 4 mm de altura, y dos unidades de fotopolimerización marca Woodpucker modelo LED D y LED B. Las muestras se dividieron en tres grupos de 9 cilindros cada uno, con la finalidad de fotopolimerizar cada grupo con una distinta longitud de onda (900mv/cm<sup>2</sup>, 1000mv/cm<sup>2</sup> y 1200mv/cm<sup>2</sup>). Como resultados obtuvo que la resina SONIC FILL fotopolimerizada a 900mv/cm<sup>2</sup> mostró un valor de dureza superficial media de 120.33 V, dureza media de 114.66 V y dureza profunda de 113.22 V. La misma resina fotopolimerizada a 1000mv/cm<sup>2</sup> mostró un valor de dureza superficial media de 122.00 V, dureza media de 130.00 V y dureza profunda de 114.00 V. La misma resina fotopolimerizada a 1200mv/cm<sup>2</sup> mostró un valor de dureza superficial media de 114.00 V, dureza media de 109.00 V y dureza profunda de 118.00 V. Por lo que concluyó que la dureza ya sea superficial, media y profunda de la resina de la marca SonicFill no presentaron variación así se utilice diferentes potencias de fotopolimerización.

Sanchez C.<sup>18</sup> 2014. Perú. Comparó la microdureza superficial de las resinas nanoparticuladas luego de ser fotopolimerizadas con dos diferentes sistemas. Su población estuvo conformada por 20 bloques cilíndricos de resina cuyas dimensiones fueron de 7mm de diámetro por 2mm de altura, de los cuales 10 fueron elaborados con la resina nanoparticulada de la marca Filtek Supreme XT 3M ESPE y 10 con la resina nanohíbrida de la marca BRILLANT New Line – Coltene/Whaladent. Ambos grupos fueron subdivididos en cinco subgrupos cada uno, de los cuales, cinco bloques fueron polimerizados por fotoactivación con luz halógena a los 20s y 40s. Cinco bloques, fueron polimerizados con luz LED a los 20S y 40s. La polimerización la llevo a cabo con una lámpara Litex TM 695 con intensidad de 450mW/cm<sup>2</sup> y con una lámpara LED 400mW/cm<sup>2</sup>, tras haber culminado el proceso de fotopolimerización, dio inició a la prueba de dureza superficial aplicando el método de Vickers con un microdurómetro High Quality Microhardner BUEHLER, realizando cinco indentaciones de 100g por 15 segundos en diferentes áreas de la superficie de cada muestra. Como resultados obtuvo que la resina de nanorelleno expuesta a 20 segundos de polimerización con luz tipo LED obtuvo una dureza media de 693.2, mientras que la polimerización con luz Halógena fue de 575.2, la misma resina expuesta a 40

segundos de polimerización con luz de tipo LED obtuvo una dureza de 671.4, mientras que la polimerización con luz Halógena fue de 641. Por otro lado, la resina nanohíbrida expuesta a 20 segundos de polimerización con luz tipo LED obtuvo una dureza media de 540.8, mientras que la polimerización con luz Halógena fue de 436.2, la misma resina expuesta a 40 segundos de polimerización con luz tipo LED obtuvo una dureza media de 589.22, mientras que la polimerización con luz Halógena fue de 484.4. Por lo que concluyó que el sistema de polimerización genera diferencias en la microdureza de las resinas con nanotecnología, siendo el sistema de polimerización a través de luz tipo LED quien produce mayor dureza superficial en las resinas.

En cuanto a las bases teóricas, es conocido que la resina compuesta es un material restaurador ampliamente utilizado debido a la gran variedad de matices y a sus múltiples propiedades físicas en comparación a otros materiales.<sup>19</sup> Este material está conformado por varios componentes incluyendo una matriz polimérica, partículas de relleno y agentes de acoplamiento (viniltrietoxisilano o metacriloxipropil-trimetoxisilano), que crea un vínculo covalente entre las partículas del relleno y los polímeros del sustrato; por lo que una de sus mayores cualidades es su versatilidad cromática.<sup>20</sup>

A la resina compuesta se le puede clasificar de acuerdo con el tamaño de partículas que conforman el relleno, por lo que se puede encontrar resinas con: Microrelleno de 10 a 100 micras, relleno pequeño/fino 0,1 a 10 micras, Midfiller 1 a 10 micras, Minifiller 0,1 a 1 micra, Microrelleno 0,01 a 0,1 micras y Nanorelleno 0,005 a 0,1 micras. A medida que avanza la tecnología se va experimentando a combinar dos tamaños de rellenos con el objetivo de disminuir la contracción tras la polimerización, por este motivo es que surgen las resinas de tipo microhíbrida y nanohíbrida.<sup>21</sup> La resina compuesta microhíbrida resulta de la mezcla de partículas con tamaños de 0,4-3 micras y algunas otras con tamaños de 0.04-0.2 micras. Las resinas compuestas nanohíbridas contienen partículas con tamaños de 0,1-2 micras y partículas mucho más pequeñas expresadas en nanómetros 100 nm.<sup>22</sup>

Los composites presentan distintas características como el coeficiente de expansión térmica, el cual indicará la probabilidad de formación de brechas marginales entre el tejido dentario y el material restaurador durante los cambios de temperatura.<sup>23</sup> La textura superficial, hace referencia a la uniformidad superficial del material restaurador, en los composites se relacionará con la cantidad, tipo y tamaño de partículas inorgánicas, así como también como con la técnica de acabado y pulido. Una superficie irregular en la cavidad oral favorecerá a la acumulación de placa bacteriana y así como también puede ser irritante de tejidos gingivales próximos.<sup>24</sup> La contracción de polimerización, se produce debido a que las moléculas que conforman la matriz de una resina, estas se encuentran separadas 4 nm antes de polimerizar, después esta distancia se reduce hasta llegar a 1,5 nm, este fenómeno genera la deformación externa del compuesto afectando la interfase adhesiva, grietas entre el diente-restauración y fractura del composite.<sup>25</sup> La reducción del estrés de polimerización, es descrita como la tensión generada durante el proceso de polimerización quien altera a la zona de interfase diente-composite, pudiendo ocasionar fallos microscópicos de la unión.<sup>26</sup> La sorción acuosa, la cual es la absorción y adsorción de líquidos por parte de la resina, no es perjudicial ya que podría contrarrestar la contracción originada durante la polimerización.<sup>24</sup>

Entre las propiedades que influyen en la integridad de la restauración, encontramos el módulo de elasticidad, el cual indica la rigidez de un material, mientras más bajo el material será más flexible. En los composites, a mayor tamaño y porcentaje de las partículas relleno, mayor será el módulo elástico.<sup>24</sup> La resistencia al desgaste, será la capacidad que poseen los composites a oponerse a la pérdida superficial, como consecuencia de la fricción. Esta deficiencia tendrá efecto a largo plazo, debido a que ocasionará pérdida anatómica de la obturación repercutiendo a la longevidad de esta. Esta propiedad dependerá del tamaño, forma y contenido de partículas de relleno, así como la localización de la restauración.<sup>27</sup> Resistencia a la fractura, es la tensión máxima necesaria para ocasionar una fractura. Esta dependerá de la cantidad de relleno inorgánico, por ejemplo, las resinas de alta viscosidad presentan mayor resistencia a las fracturas debido a que absorben y disipan mejor el impacto ocasionado durante la oclusión.<sup>26</sup> Resistencia a la compresión, indica la



capacidad de un material en resistir presiones verticales, la cual es generada durante la masticación. La resistencia compresiva del esmalte es de 384 MPa, mientras que el de la dentina es de 297 MPa, las molares presentan una resistencia de 305 MPa y 248 MPa las premolares.<sup>28</sup> La dureza es una propiedad otorgada a la superficie del composite, expresa solidez o firmeza; sin embargo no existe consenso en la definición, algunas pueden ser: resistencia a la indentación permanente bajo cargas estáticas o dinámicas, absorción de energía bajo cargas de impacto o dinámicas, resistencia a la abrasión y resistencia al rayado.<sup>29</sup>

El durómetro es un instrumento cuya función es la de medir dureza, por lo que existen distintos protocolos para efectuar esta medición. Los más aplicados son el de Brinell, Rockwell, Microvickers y Vickers. Funciona generando una fuerza que depende de un dispositivo que se introduce, y genera una seña encima del material. Se somete a nivel de fondo o medida de la marca, obteniéndose la dureza. Hay un sin fin de conexiones, de cargas y de penetradores, que se seleccionan de acuerdo con el material a evaluar. Algunos de los métodos más aplicados para comprobar la dureza de los materiales de restauración son las pruebas de durometría de Brinell, Knoop, Vickers, Rockwell y Shore. Cada técnica difiere ligeramente de las otras, y presenta determinadas ventajas y desventajas. Sin embargo, tienen una cualidad en común: todas ellas dependen de la penetración de algún objeto de forma geométrica definida en la superficie del objeto estudiado (indentador).<sup>30</sup> Los indentadores pueden ser de materiales como el acero, carburo de tungsteno o diamante y tener múltiples formas como la de una esfera, cono e inclusive una pirámide. La carga aplicada se encuentra en el rango de entre 1 y 3.000 kg. La elección de una prueba de durometría depende del material estudiado, de la dureza que previsiblemente puede tener y del grado de localización que se desee. Independientemente de la prueba, el método general para medir la dureza consiste en aplicar una fuerza estandarizada o un peso determinado sobre la punta penetradora. La aplicación de esa fuerza sobre el indentador produce una indentación de forma simétrica, en la cual se puede medir la profundidad, la superficie o la anchura por medio de un microscopio. Seguidamente se correlacionan las medidas de la indentación con

una guía estandarizada. Con una carga fija aplicada a un indentador estandarizado, las dimensiones de la indentación variarán en forma inversa con respecto a la resistencia y a la penetración del material examinado.<sup>31</sup>

Determinar la dureza a través de la prueba de Vickers; el método de Vickers utiliza una carga pequeña y el penetrador es un diamante en forma de pirámide, el ángulo que presenta el penetrador de Vickers es determinado, la prueba de Vickers resulta ser más precisa debido a las menores tensiones internas para durezas superiores a 500 la penetración del indentador es de unas pocas micras, esto favorece a poder analizar placas y láminas finas o superficies con acabados muy lisos. Este penetrador puede aplicar cargas que van desde 0,01 kg hasta los 2 kg. Las huellas dejadas por esta prueba de microdureza suelen ser muy pequeñas y permiten realizar mediciones en áreas muy reducidas lo que la vuelve muy adecuada para determinar la dureza de materiales bastante frágiles como los materiales dentales.<sup>33</sup>

La conversión de monómeros a polímeros se puede hacer de distintas maneras. Este proceso es ampliamente aplicado en la fabricación de materiales de uso dental, los tipos de polimerización pueden ser, polimerización por condensación, la polimerización por vinilo o por adición y la polimerización por apertura de anillo. Hasta la fecha se han utilizado dos sistemas de polimerización para resinas dentales, utilizando peróxido de benzoílo como iniciador y calor como activador, obteniendo buenas propiedades poliméricas además de un alto grado de polimerización de la sustancia.<sup>34</sup> En el caso del segundo sistema de polimerización, se logrará químicamente, es decir sin temperatura. En este caso, el peróxido de benzoílo, se activará químicamente con una sustancia derivada de una amina terciaria o ácido sulfúrico. Los llamados plásticos de autocurado no presentan un buen grado de polimerización.<sup>35</sup> Cabe señalar que las sustancias antes mencionadas absorben esta radiación principalmente porque tienen un tinte azul adicional. Estos se conocen como colores complementarios de los colores radiantes, que al sumarse dan como resultado blanco o sin color. El color complementario del azul es el amarillo; y por esta razón, las sustancias que se adhieran al material tratado con luz se adherirán y adquirirán una coloración significativa al producto maquinado.<sup>36</sup> Este color cambia bajo la

influencia de la radiación y se activara por polimerización. Este aspecto puede conocerse más o menos de acuerdo con el tipo de iniciativa utilizada en la fórmula de un producto específico, en unidades que emiten luz ultravioleta, con 360 nanómetros de longitud de onda en el espectro electromagnético. Sin embargo, se han publicado varios informes científicos que muestran Energía de rayos advertencias sobre temas biológicos relacionados con el uso de la radiación ultravioleta, incluidos los informes del Arman Assentil Andelent A.D.A. Luego, cuando se eliminaron las pruebas de radiación ultravioleta aplicadas al cuerpo, se eliminaron también las unidades de este tipo, de esta manera, los bloques de radiación de luz se pueden ver con el haz de longitud de onda azul en el rango de 460 a 480 nanómetros. Las unidades convencionales modernas emiten luz azul visible con una longitud promedio de 468 nanómetros. Las resinas modernas están previstas de un agente químico como la dicetona o la canforquinona que, al ser activados por dicha luz, polimeriza la resina.<sup>37</sup>

Los fotoiniciadores presentes en las resinas compuestas responden preferentemente a la luz en longitudes de onda específicas, estas no se diferencian entre sí cuando se trata de un fotocurado similar entre nanohíbridas y microhíbridas donde una longitud de onda no ideal puede resultar en una reparación incompleta e inconsistente; como un resultado, pueden aparecer áreas de reparación reducida, que pueden asociarse negativamente con la longevidad clínica de las restauraciones.<sup>39</sup> La canforquinona (CQ) es el fotoiniciador más utilizado y tiene un pico de sensibilidad cercano a los 470 nm en el rango azul del espectro de luz visible. Debido al color amarillo intenso de la CQ, iniciadores alternativos de color más claro que desaparecen completamente después la fotopolimerización se introdujeron en el mercado. Éstos incluyen fenilpropanodiona (PPD), óxido de acilfosfina (APO), Lucirin e Ivocerin. Mientras que el espectro de absorción de PPD se extiende desde la longitud de onda ultravioleta (UV) a aproximadamente 490 nm, APO y Óxido de lucirina-trimetilbenzoildifenilfosfina (TPO), estos principalmente absorben luz en el rango UV, con picos de sensibilidad de aproximadamente 370 nm y 420 nm,

respectivamente. La presencia de estos fotoiniciadores puede reducir la eficiencia de fotoactivación cuando un diodo emisor de luz de un solo pico (LED) (450–470 nm).<sup>39</sup>

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación fue aplicada, pues se creó con objetivos pragmáticos, en relación con un proceso de elección, el tipo de investigación dependió del estado actual del conocimiento científico en el campo en estudio, de consideraciones posteriores a la necesidad: tiempo, recursos (viabilidad, pertinencia y factibilidad).

Asimismo, se buscó desarrollar una comparativa entre resinas nanohíbridas (3M P60) y una microhíbrida (Filtek Z 250); viendo los resultados obtenidos.

El diseño de investigación fue experimental, donde se manipuló las variables; porque la dureza de la superficie microscópica se comparó entre dos resinas de nanocompuestos y microcompuestos de diferentes marcas. Y transversal, porque los datos se recopilaron en un momento dado.<sup>40</sup>

Además, fue comparativo porque se evaluó que resina tuvo mejor resistencia y dureza.<sup>41</sup>

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### **Variable 1: Microdureza superficial: cuantitativa**

Definición conceptual: Es una condición de la superficie de un material determinado que se relaciona con la elasticidad y plasticidad de este.<sup>27</sup>

Definición operacional: Es la propiedad resistente que presenta un material resinoso medido por microdurómetro de Vickers.

Indicador: Resistencia al micro-durómetro de Vickers. Kg/mm<sup>2</sup>.

Escala de medición: Razón

**Variable 2: resina compuesta: cualitativa**

Definición conceptual: Es un material restaurador elegido por sus propiedades mecánicas que son favorables debido a la cantidad y naturaleza del sellador.

Definición operacional: Está compuesta por discos preparados con biomateriales sintéticos mezclados heterogéneamente.

Indicadores: 3M P60 (nano híbrido) y Z250 (microhíbrida)

Escala de medición: Nominal

**Variable 3: Longitud de onda: cuantitativa**

Definición conceptual: la longitud de onda es la distancia entre los ciclos repetitivos de una onda a una frecuencia dada. Cuanto más elevada sea la frecuencia, más corta será la longitud de onda.

Definición operacional: Está compuesta por la longitud que tiene las ondas de la luz de fotocurado en este caso están consideradas la de 420 nm y 480nm de longitud de onda; esta será determinada por la distancia de fotocurado de la punta de la lámpara Led hasta la muestra.

Indicadores: 420 nm y 480nm

Escala de medición: Nominal.

**3.3. Población y muestra****3.3.1. Población:**

La población estuvo conformada 40 discos de resina, donde 20 discos fueron de la marca 3M P60, y 20 discos de resina de la marca Filtek Z250.

**Criterios de inclusión**

- Resinas nanohíbridas y microibridas con aditamento de zirconia que esten vigentes.

- Discos que cumplan con las siguientes dimensiones 5mm de diámetro y 2 mm de altura, pulidas de acuerdo al fabricante que no tengan grietas ni rayaduras.

#### **Criterios de exclusión**

- Discos de resina con burbujas o fracturas o fuera de la fecha de vencimiento, sin pulir con ciertas rayaduras y aberturas.

#### **3.3.2. Muestra**

La muestra estuvo conformada por 40 discos de resina, es decir fue igual a la población.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

El estudio utilizó el proceso de “observación” y se elaboró una ficha de recolección de datos (elaboración propia); en dicho documento se describió el tamaño muestral equivalente a 40 resinas, cuyas dimensiones tuvieron: 5 mm de diámetro x 2 mm de altura. La unidad de medida de microdureza fue en Vickers (VH).

El equipo utilizado para la medición fue el durómetro marca LG, modelo HV-10000, el cual está calibrado de acuerdo con los estándares nacionales.

El instrumento utilizado fue validado por Apolaya <sup>41</sup>, en anexos.

#### **3.5. Procedimientos**

El presente estudio se realizó previa aprobación de los investigadores de la universidad, en un laboratorio de análisis físico referente para este tipo de investigación (HTL - High Technology Laboratory Certificate). Se confeccionaron 40 discos de resina de 5 mm de diámetro y 2 mm de altura, los cuales se dividieron en dos grupos: el grupo de P60 y el grupo Filtek Z250. Cada grupo se dividió en dos subgrupos de 10, en los cuales se utilizó una longitud de onda de 420nm y 480 nm. De acuerdo con estas longitudes

de onda, se necesita una distancia de 2mm para (420nm) y 4mm de distancia para (480nm). Para la confección del primer grupo de longitud de onda 420nm se colocó un dispositivo metálico vacío que tenía una altura de 2mm, el cual se tomó como indicado para preservar la distancia correspondiente, sobre ello se puso una platina de vidrio como apoyo y se colocó la cinta celuloide para que la superficie no sea irregular, esta cinta celuloide se fija a los extremos con scocht, luego se pone el dispositivo metálico que es un molde de 2mm de alto por 5mm de diámetro el cual fue rellenado de resina, previamente aislada con ayuda de un microbrush con una espátula se colocó la resina en un solo incremento, se ataca hasta que no haya burbuja y se coloca otra cinta celuloide que este al ras del dispositivo; finalmente se procedió a fotocurar por 20 segundos de acuerdo a lo dispuesto por el fabricante de las resinas; para el otro grupo se coloca dos dispositivos de 2mm, los cuales conformarían los 4mm que corresponde a los 480nm de longitud de onda.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Con los resultados obtenidos, se confeccionó una base de datos donde se codificó, clasificó y registró la información recolectada de acuerdo con los objetivos planteados en el estudio, los datos fueron registrados en una hoja de cálculo de MS Excel de Microsoft 365. El análisis estadístico fue analizado con el programa STATA versión 17.

La estadística descriptiva inició con la tabulación de las mediciones en P1, P2 y P3 de microdureza de Vickers de la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) y microhíbrida fotocuradas en dos longitudes de onda. También se tabuló el promedio de microdureza de Vickers de la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) y microhíbrida fotocuradas en dos longitudes de onda. Luego de la evaluación de normalidad con la Prueba Shapiro-Wilk, se elaboraron las tablas con las medidas de tendencia central, de dispersión, error estándar e intervalos de confianza al 95%.

En la estadística inferencial, para comparar las medias de microdureza de Vickers de la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) fotocuradas en dos longitudes de onda se aplicó la prueba de suma de rangos de Wilcoxon de dos muestras (Mann-Whitney) cuando la distribución de la variable dependiente a analizar no tenía distribución normal. Se utilizó el test de Student cuando si tenía distribución normal. También se comparó el promedio de microdureza de Vickers entre la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) y microhíbrida fotocuradas a 420 nm; para ello se aplicó la prueba de suma de rangos de Wilcoxon de dos muestras (Mann-Whitney) dado que la distribución de la variable dependiente a analizar no tenía distribución normal. Luego, se compararon las medias de microdureza de Vickers entre la resina fotocurable nanohíbrida (Z250 3M®) y microhíbrida fotocuradas a 480 nm.

Finalmente, se exploró un análisis multivariado de microdureza de Vickers basado en un modelo lineal generalizado por tipo de resina ajustado por longitud de onda.

### **3.7. Aspectos éticos**

En cuanto a los principios éticos para este estudio se solicitar la exoneración siendo un estudio experimental in vitro y se realizará sobre resinas compuestas y en laboratorio de física donde se evaluará una de las propiedades del material; así mismo estas resinas no serán colocadas sobre animales, ni serán utilizadas en pacientes por tal motivo se pedirá exoneración del comité de ética.

Por otro lado, se verificará el nivel de plagio con ayuda del programa turnitin para garantizar la fidelidad y la autenticidad del estudio.

Finalmente, el investigador se compromete a que todos los resultados son veraces y se realizaron según las indicaciones para estudios experimentales in vitro.

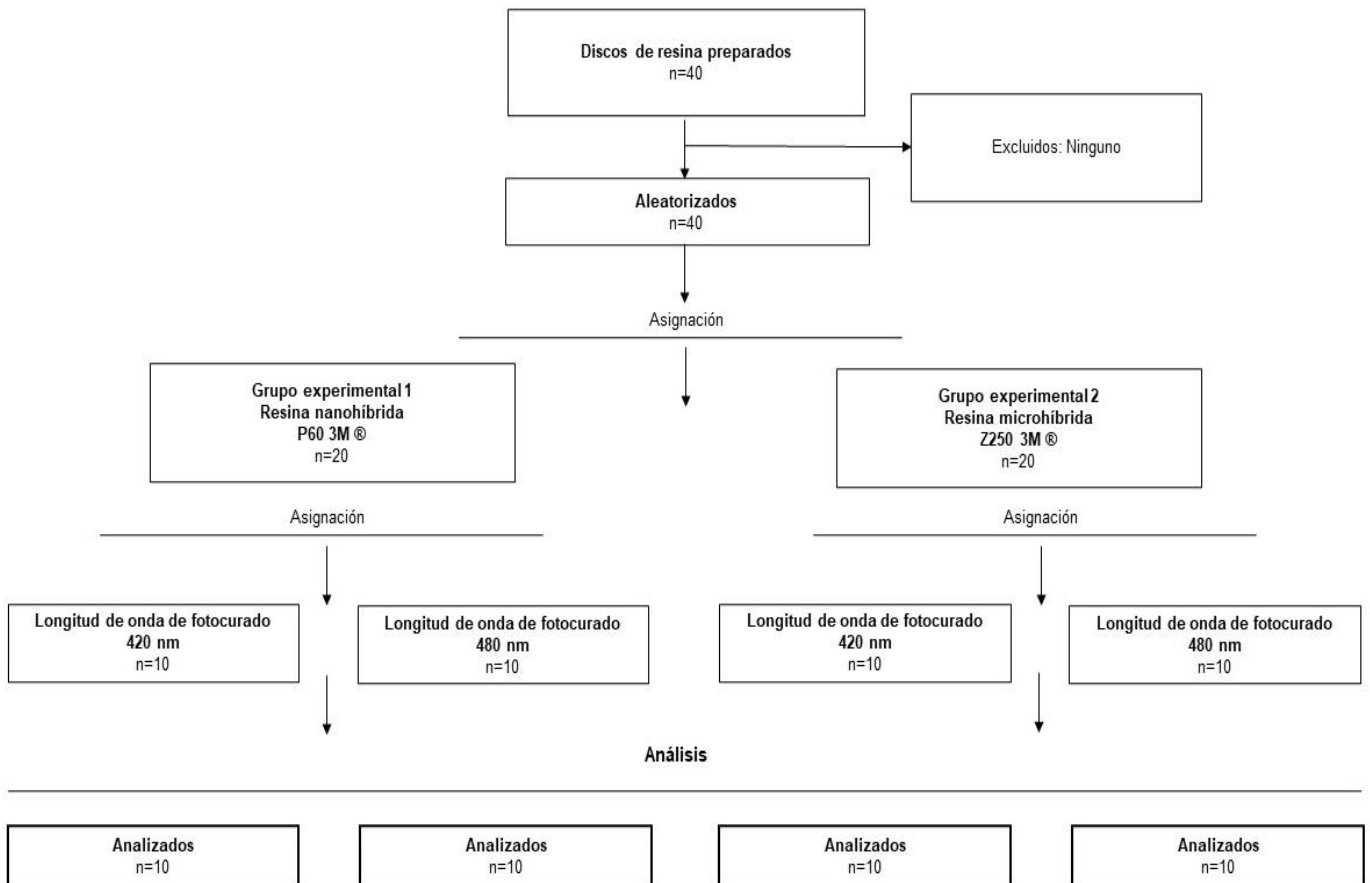


## IV. RESULTADOS

### 4.1. Características de la muestra

Se preparó como muestra 40 discos de resina de dimensiones por 5 mm de diámetro por 2 mm de altura. La muestra se dividió aleatoriamente en 2 grupos experimentales, el grupo de resina nanohíbrida P60-3M® y el grupo de resina microhíbrida Filtek Z250-3M. Cada grupo, el cual se subdividió en 2 grupos de 10 muestras; el primer subgrupo fue fotocurado a una longitud de onda de 420 nm (distancia de 2 mm), y el segundo grupo fue fotocurado a una longitud de onda de 480 nm (a una distancia de 4 mm). (Figura 1)

Figura 1. Flujo de procesamiento de muestra.



#### 4.2. Mediciones en P1, P2 y P3 de microdureza de Vickers de la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) fotocuradas en dos longitudes de onda.

La dureza Vickers (HV) se calcula midiendo ópticamente las longitudes diagonales de la impresión dejada por el penetrador. Las mediciones se realizaron en tres puntos en cada disco de resina (P1, P2 y P3) (Tabla 1 y Tabla 2). Posteriormente, las mediciones se convierten en HV mediante una tabla o fórmula. Es a partir de las mediciones en estos puntos que luego se calcula un promedio.

**Tabla 1. Mediciones en P1, P2 y P3 de microdureza de Vickers de las resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®) fotocuradas en dos longitudes de onda, 420 nm y 480nm.**

Resina	Dureza Vickers – HV (kg/mm <sup>2</sup> )											
	Longitud de onda 420 nm					Longitud de onda 480 nm						
	Media	Desviación estándar	Error estándar	IC95%	Prueba de normalidad / (valor p)	Media	Desviación estándar	Error estándar	IC95%	Prueba de normalidad / (valor p)		
Resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®)												
P1	62.5	+ 4.4	1.4	57.6 62.5	0.055	60.0	+ 3.4	1.1	57.6 62.5	0.098		
P2	62.8	+ 4.0	1.3	58.9 64.7	0.010*	59.9	+ 3.6	1.1	57.4 62.5	0.007*		
P3	61.3	+ 4.0	1.3	58.5 64.2	0.068	59.2	+ 2.8	0.9	59.1 61.2	0.589		

/ Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

**Tabla 2. Mediciones en P1, P2 y P3 de microdureza de Vickers de las resinas fotocurables microhíbridas (Z250 3M®) fotocuradas en dos longitudes de onda, 420 nm y 480 nm.**

Resina	Dureza Vickers – Hv (kg/mm <sup>2</sup> )											
	Longitud de onda 420 nm					Longitud de onda 480 nm						
	Media	Desviación estándar	Error estándar	IC95%	Prueba de normalidad / (valor p)	Media	Desviación estándar	Error estándar	IC95%	Prueba de normalidad / (valor p)		
Resina fotocurable nanohíbrida (Z250 3M®)												
P1	59.6	± 2.5	0.8	57.9 61.5	0.904	56.8	± 2.1	1.2	52.8 58.1	0.040*		
P2	59.9	± 3.7	1.2	57.3 62.6	0.816	57.0	± 2.1	0.7	55.4 58.5	0.217		
P3	59.0	± 1.7	0.6	57.8 60.2	0.552	58.0	± 2.8	0.9	55.9 60.0	0.927		

/ Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

**4.3. Microdureza de Vickers promedio de la resina fotocurable nanohíbridas (P60 3M®) y microhíbrida (Z250 3M®) fotocuradas en dos longitudes de onda.**

La microdureza de Vickers promedio es mayor en el grupo de discos de resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®), fotocuradas a una longitud de onda de 420 nm, con un valor de 61.6 HV y una desviación estándar de  $\pm 3.8$  HV. Esta característica se mantiene a favor del mismo grupo de discos de resina a una longitud de onda de 480 nm. (Tabla 3)(

Gráfico 1)

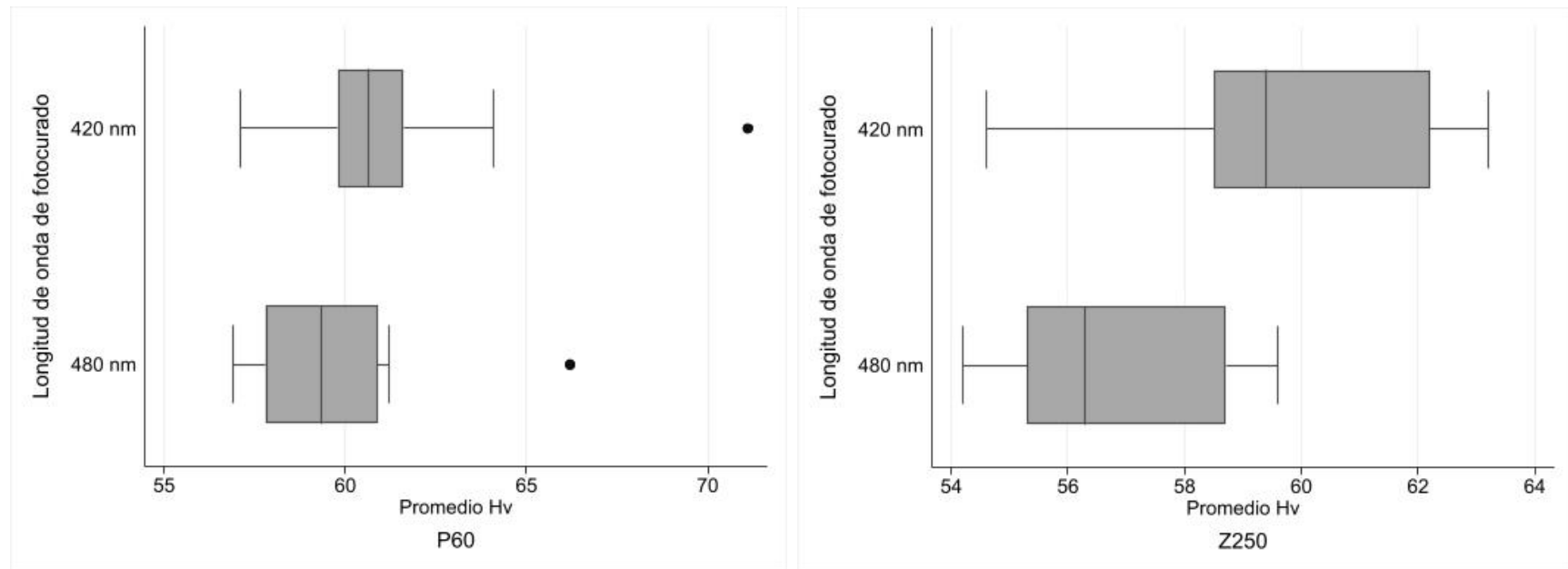
La prueba de normalidad aplicada a cada conjunto de datos muestra que tienen una distribución normal, excepto el grupo de valores de hv medios de resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) ( $p=0.016$ )

**Tabla 3. Microdureza de Vickers promedio de las resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®) y microhíbridas (Z250) 3M® fotocuradas en dos longitudes de onda, 420 nm y 480 nm.**

Resina	Dureza Vickers - hv (kg/mm <sup>2</sup> )									
	Longitud de onda 420 nm					Longitud de onda 480 nm				
	Media	Desviación estándar	Error estándar	IC95%	Prueba de normalidad / (valor p)	Media	Desviación estándar	Error estándar	IC95%	Prueba de normalidad / (valor p)
Resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®)	61.6	$\pm 3.8$	1.2	58.8 64.2	0.016*	59.7	$\pm 2.8$	0.9	57.7 61.7	0.086
Resina fotocurable microhíbrida (Z250 3M®)	59.6	$\pm 2.5$	0.8	57.8 61.4	0.639	56.8	$\pm 2.1$	0.7	55.3 58.3	0.153

/ Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

**Gráfico 1. Gráfico de cajas de microdureza de Vickers promedio de las resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®) y microhíbridas (Z250) 3M® fotocuradas en dos longitudes de onda, 420 nm y 480 nm.**



#### 4.4. Comparación de la microdureza de Vickers de las resinas nanohíbridas fotocuradas en dos longitudes de onda, 420 nm y 480 nm.

No existe diferencia estadística entre los valores de microdureza de Vickers de la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) fotocuradas a una longitud de onda de 420 nm y fotocuradas a una longitud de onda de 480 nm ( $p=0.151$ ).

**Tabla 4. Comparación de microdureza de Vickers de las resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®) fotocuradas en dos longitudes de onda.**

Longitud de onda	Obs	Rank sum	Esperado	valor p
420 nm	10	124	105	
480 nm	10	86	105	
Combinado	20	210	210	0.151

/ Prueba de suma de rangos de Wilcoxon de dos muestras (Mann-Whitney)

#### 4.5. Comparación de la microdureza de Vickers de las resinas microhíbridas fotocuradas en dos longitudes de onda, 420 nm y 480 nm.

Existe diferencia estadística entre los valores medios de microdureza de Vickers de la resina fotocurable microhíbrida (Z250 3M®) fotocuradas a una longitud de onda de 420 nm y fotocuradas a una longitud de onda de 480 nm ( $p=0.015$ ).

Tabla 5. Comparación de microdureza de Vickers de las resinas fotocurables microhíbrida (Z250 3M®) fotocuradas en dos longitudes de onda.

Longitud de onda	Obs	Media	Error estándar	Desviación estándar	IC 95%		valor p
420 nm	10	59.6	0.8	2.5	57.8	61.4	
480 nm	10	56.8	0.7	2.1	55.3	58.3	
Combinado	20	58.2	0.6	2.7	57.0	59.5	
Diferencia		2.8	1.0		0.59	4.96	0.015

/ Test de student para muestras independientes con igual varianza

#### 4.6. Comparación de microdureza de Vickers entre las resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®) y microhíbridas (Z250 3M®) fotocuradas a una longitud de onda de 420 nm.

No existe diferencia estadística entre los valores de microdureza de Vickers de las resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®) fotocuradas y de las resinas microhíbridas (Z250 3M®) fotocuradas a una longitud de onda de 420 nm ( $p=0.226$ ).

Tabla 6. Comparación de microdureza de Vickers entre la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) y microhíbrida (Z250 3M®) fotocuradas a una longitud de onda de 420 nm

Longitud de onda	Obs	Rank sum	Esperado	valor p
P60	10	121	105	
Z250	10	89	105	
Combinado	20	210	210	0.226

/ Prueba de suma de rangos de Wilcoxon de dos muestras (Mann-Whitney)



#### 4.7. Comparación de microdureza de Vickers entre la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) y microhíbrida (Z250 3M®) fotocuradas a una longitud de onda de 480 nm

Existe diferencia estadística entre los valores medios de microdureza de Vickers de las resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®) y resinas fotocurables microhíbridas (Z250 3M®) fotocuradas a una longitud de onda de 480 nm ( $p=0.017$ ).

Tabla 7. Comparación de microdureza de Vickers entre la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) y microhíbrida (Z250 3M®) fotocuradas a una longitud de onda de 480 nm

Longitud de onda	Obs	Media	Error estándar	Desviación estándar	IC 95%		valor p
P60	10	59.7	0.9	2.8	57.7	61.7	
Z250	10	56.8	0.6	2.1	55.3	58.3	
Combinado	20	58.3	0.6	2.8	57.0	59.6	
Diferencia		2.9	1.1		0.58	5.20	0.017

/ Test de student para muestras independientes con igual varianza

Fuente: creación propia

#### 4.8. Análisis de la diferencia en el valor medio de dureza de Vickers entre el grupo de resina fotocurable microhíbrida comparado con el grupo de resina fotocurable nanohíbrida, considerando la longitud de onda de fotocurado.

La diferencia en el valor medio de dureza de Vickers entre el grupo de resinas fotocurables microhíbridas (Z250 3M®) es -2.42 Hv comparado con el grupo de resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®), con un intervalo de confianza al 95% que va desde -4.31 a -0.53, ajustado por longitud de onda de fotocurado. Esta diferencia es estadísticamente significativa ( $p=0.007$ ).

Tabla 8. Análisis multivariado de microdureza de Vickers promedio basado en un modelo lineal generalizado.

Variable	Modelo simple			Modelo ajustado: Tipo de resina ajustado por longitud de onda			
	Coef.	IC 95%	p	Coef.	IC95%	P	
Tipo de resina							
Resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®)	Ref.			Ref.			
Resina fotocurable microhíbrida (Z250 3M®)	-2.42	-4.31 -0.53	0.012	-2.43	-4.19 -0.66	0.007	
Longitud de onda de fotocurado							
420 nm	Ref.			Ref.			
480 nm	-2.31	-4.22 -0.41	0.017	-2.31	-4.08 -0.55	0.010	

## V. DISCUSIÓN

Actualmente existen pocas investigaciones nacionales que comparan resinas nanohíbridas y microhíbridas a diferentes longitudes de onda. Realizar investigaciones como esta es útil y sirve como apoyo para los clínicos a la hora de elegir materiales para restauraciones. Las propiedades físicas de los materiales son un factor importante en la elección y desempeño de la restauración. Los compuestos híbridos, como las resinas microhíbridas y nanohíbridas, tienen propiedades físicas superiores como mayor resistencia al desgaste y mejores propiedades estéticas debido a su contenido de relleno. Es importante comparar sus propiedades antes de ser utilizados en la práctica clínica.

En el presente presenta evidencia de que existe diferencia en el valor medio de dureza de Vickers entre el grupo de resinas fotocurables microhíbridas (Z250 3M®) es -2.42 Hv comparado con el grupo de resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®), ajustado por longitud de onda de fotocurado. Vale decir, la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) tiene mayor resistencia a la microdureza superficial. A diferencia del estudio de Mamani M<sup>14</sup> (2021) quien menciona que la resina microhíbrida es más resistente a la fractura (43.24 mega pascales) frente al composite nanohíbrida; cabe destacar que en ese estudio no comparan la longitud de onda. Para Sotomayor. X<sup>16</sup> (2018) quien concluye que resina a microhíbrida (Filtek Z350) posee mejor microdureza superficial que la resina (Filtek™ Bulk Fill) y que la resina nanohíbrida (Filtek P60), al igual que en mi estudio donde la resina compuesta nanohíbrida tiene mejor comportamiento, cabe destacar que en este estudio también se evalúa la longitud de onda y a pesar de la diferencia de valores, con el estudio mencionado, obtenemos similares conclusiones.

Referida a la longitud de onda, encontramos que los valores de microdureza de la resina nanohíbrida P60 no difieren a una longitud de 420 nm y 480 nm. En el

caso de la resina Microhíbrida Z250 si encontramos diferencias siendo la que obtuvo mejor comportamiento a la longitud de onda de 420 nm.

En el estudio encontramos que la microdureza de las resinas compuestas microhíbrida Z250 tienen menor resistencia, a diferencia del estudio de Saati et al. (2022) en el cual en su estudio encontró que, en todas las muestras de resina compuesta, la microdureza disminuyó con el aumento de la profundidad. La mayor microdureza se registró en Filtek Z250, seguido de Xtrafil, sin diferencia significativa. La microdureza más baja se registró en el relleno masivo Tetric N Ceram. Finalmente, concluyeron que ambas resinas compuestas de relleno en bloque en todas las profundidades exhibieron una microdureza estándar de profundidad a superficie (>80 %).

Podemos destacar que en este estudio solo comparamos resinas con aditamento de zirconio, a diferencia de Ogle (2022), donde afirman que actualmente, los procesos de alta tecnología enfocados a las restauraciones de porcelana dental han permitido el desarrollo y mejoramiento de diversas formas de fabricación de prótesis, comenzando con el uso de cerámicas como el dióxido de zirconio, presentan una dureza aceptable y los más bajos, las resinas compuestas con aditamento, por otro lado Castillo (2018) quien afirma que mejor comportamiento tienen las cerámicas y las resinas Vitra tienen la más baja resistencia; siendo estos dos estudios más enfocados en las restauraciones de porcelana con uso de cerámicas y resinas con aditamento de zirconio como es el caso de Vitra al igual que nuestro estudio las resinas evaluadas son con aditamento de zirconio, la diferencia es que no se usó sobre restauraciones de porcelana.

Por otro lado, Zea et al (2022) mencionan que las resinas nanohíbridas están formadas por partículas con tamaños menores de 10 nm, estas pueden encontrarse agrupadas en nanoclusters con dimensiones de 75 nm, esto le otorga alta translucidez, buen pulido, buena resistencia, por lo que pueden ser usados en todos los sectores. En este estudio el relleno de nuestras resinas compuestas fue de zirconio y tiene un comportamiento adecuado en comparación con otras resinas.

Podemos mencionar a Araújo J, et al.<sup>11</sup> 2021. Brasil. Quienes compararon la microdureza y nanodureza de la resina compuesta nanohíbrida Tetric N-Ceram de diferentes espesores (1, 2 y 3 mm) en colores A2 y Bleach-M, utilizando unidades de fotopolimerización (LCUs) con diferentes longitudes de onda: LED azul (monoonda) y LED azul/violeta (polionda). Por lo que concluyeron que la unidad monoonda Elipar FreeLigth (430 a 480 nm) mostró mejor efectividad en el curado de las resinas compuestas nanohíbridas en comparación con la Bluephase. Por lo que podemos mencionar que la longitud de onda no debería afectar, pero en este estudio se muestra que para la resina compuesta nanohíbrida (P60 3M®) no existieron diferencias a las longitudes evaluadas; sin embargo, para a la resina compuesta microhíbrida (Z250 3M®) existieron diferencias estadísticas siendo la más resistente a 420nm de longitud de onda, así también se encontró que la resina fotocurada nanohíbrida (P60 3M®) tiene mayor resistencia a la microdureza superficial que la resina fotocurada microhíbrida (Z250 3M®) a una longitud de onda de 480.

Cabe destacar que en el estudio realizado solo se evaluaron dos resinas fotocuradas nanohíbridas (P60 3M®) y una resina fotocurada microhíbrida (Z250 3M®) ambas con aditamento de zirconio, a diferentes longitudes de onda siendo estas más usadas en la localidad; podría haber sido un poco más interesante realizar otras resinas fotocuradas con otros aditamentos lamentablemente no son tan comerciales en la localidad; en este estudio no tuvimos otros inconvenientes.

Finalmente, después del estudio podemos ver que la resina fotocurado nanohíbrida (P60 3M®) tiene mayor resistencia a la microdureza superficial y solo a 480 nm de longitud de onda, por tal resultado podemos recomendar a la resina fotocurado nanohíbrida (P60 3M®) para restauraciones que requieran mayor fuerza oclusal; podemos recomendar para el futuro realizar más estudios de este tipo y a otras longitudes de ondas, así como a diferentes niveles de microdureza.

## VI. CONCLUSIONES

1. Al comparar la microdureza de Vickers de la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) en dos longitudes de onda (420nm y 480 nm), concluimos que éstas no presentan diferencias estadísticamente significativas.
2. Al comparar la microdureza de Vickers de la resina fotocurable microhíbrida (Z250 3M®) en dos longitudes de onda (420nm y 480 nm), concluimos que existen diferencias estadísticamente significativas.
3. Al comparar la microdureza de Vickers entre la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) y microhíbrida (Z250 3M®) fotocuradas a una longitud de onda de 420nm, concluimos que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas resinas.
4. Al comparar la microdureza de Vickers entre la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) y microhíbrida (Z250 3M®) fotocuradas a una longitud de onda de 480 nm, concluimos que existe diferencias estadísticamente significativas.
5. La diferencia en el valor medio de dureza de Vickers entre el grupo de resinas fotocurables microhíbridas (Z250 3M®) es -2.42 Hv comparado con el grupo de resinas fotocurables nanohíbridas (P60 3M®), con un intervalo de confianza al 95% que va desde -4.31 a -0.53, ajustado por longitud de onda de fotocurado. Esta diferencia es estadísticamente significativa ( $p=0.007$ ).

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de la resina fotocurable nanohíbrida (P60 3M®) en la práctica clínica compara con la resina fotocurable microhíbrida (Z250 3M®).
2. Se recomienda realizar estudios experimentales que controlen otras variables que se encuentran en el medio bucal como la humedad, el tipo de cavidad, entre otros.
3. Se recomienda realizar estudios donde evalúen las propiedades de las resinas nanohíbridas y microhíbridas en diferentes tiempos o en longevidad.
4. Se recomienda hacer estudios donde se evalúen otras propiedades físicas y químicas de las resinas nanohíbridas y microhíbridas.

## REFERENCIAS

1. Omid BR, Naeini FF, Dehghan H, Tamiz P, Savadroodbari MM, Jabbarian R. Microleakage of an enhanced resin-modified glass ionomer restorative material in primary molars. *J Dent (Tehran)* [Internet]. 2018 [Consultado el 6 de setiembre del 2022]; 15:205-13. Disponible en: <https://www.jioh.org/article.asp?issn=0976-7428;year=2021;volume=13;issue=3;spage=288;epage=292;aulast=Sarmiento>
2. Punathil S, Almalki SA, AlJameel AH, Gowdar IM, Mc VA, Chinnari K. Assessment of microleakage using dy penetration method in primary teeth restored with tooth-colored materials: An in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* [Internet]. 2019 [Consultado el 6 de setiembre del 2022]; 20:778-82. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Assessment-of-Microleakage-Using-Dye-Penetration-in-Punathil-Almalki/73d88698520a351984a63447d5a906165461c31e>
3. Ruiz S, Díaz-Soriano A, Gallo W, Perez-Vargas F, Munive-Degregori A, Mayta-Tovalino F. Assessment of structural changes in translucency and opacity of tooth enamel against a direct demineralization process: An in vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent.* [Internet]. 2020 [Consultado el 6 de setiembre del 2022]; 10:473-480. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7523927/>
4. Zaracho D., Figueroa C., Aguilera R. Evaluación de la microdureza superficial de resinas compuestas. Revisión de la literatura. *Int J Med Surg Scielo* [Internet]. 2017 [Consultado el 8 de setiembre del 2022]; 4(3):1203-1208. Disponible en: <https://revistas.uautonoma.cl/index.php/ijmss/article/download/98/94/101>
5. Frauscher K, Ilie N. Depth of cure and mechanical properties of nano-hybrid resin-based composites with novel and conventional matrix formulation. *Clin Oral Investing* [Internet]. 2012 [Consultado el 8 de setiembre del 2022]; 16(5):1425–1434. Disponible en: [10.1007/s00784-011-0647-3](https://doi.org/10.1007/s00784-011-0647-3)



6. Colombo M, Gallo S, Poggio C, Ricaldone V, Arciola C, Scribante A. New resin-based bulk-fill composites: in vitro evaluation of micro-hardness and depth of cure as infection risk indexes. *Materials* [Internet]. 2020 [Consultado el 8 de septiembre del 2022]; 13(6):1308. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32183115/>
7. Labban N, Iskandar M, Platt J, Andres C, Levon J, Hovijitra S, et al. The influence of delayed light curing on the degree of conversion and polymerization contraction stress in dual-cured resin luting agents. *J Adhesion Sci Technol* [Internet]. 2018 [Consultado el 9 de septiembre del 2022]; 32(5):516–526. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01694243.2017.1370165>
8. André C, Nima G, Sebold M, Giannini M, Price R. Stability of the light output, oral cavity tip accessibility in posterior region and emission spectrum of light-curing units. *Oper Dent* [Internet]. 2018 [Consultado el 9 de septiembre del 2022]; 43(4):398–407. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29630482/>
9. Gan JK, Yap AU, Cheong JW, Arista N, Tan C. Bulk-fill composites: effectiveness of cure with poly-and monowave curing lights and modes. *Oper Dent* [Internet]. 2018 [Consultado el 15 de septiembre del 2022]; 43(2):136–143. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28976838/>
10. Saati K, Khansari S, Mahdisiar F, Valizadeh S. Evaluation of Microhardness of Two Bulk-fill Composite Resins Compared to a Conventional Composite Resin on surface and in Different Depths. *J Dent Shiraz* [Internet]. 2022 [Consultado el 15 de septiembre del 2022]; 23(1):58-64. DOI: 10.4103/jpbs.JPBS\_40\_20
11. Araújo J, Alencar C, Barbosa G, Silva C, Turbino M. Effect of LEDs with Different Wavelengths on the Microhardness and Nanohardness of Nanohybrid Composite Resins. *J Cont Dent Pract* [Internet]. 2021 [Consultado el 15 de septiembre del 2022]; 22(2):122-27. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34257169/>
12. Anoop S, Raju R, Sreejith KB, Kalathil BM, Nenavath D, Chaitra VS. Comparative Evaluation of the Surface Hardness of Different Esthetic Restorative Materials: An *In Vitro* Study. *J Pharm Bioallied Sci* [internet].

2020 [Consultado el 19 de septiembre del 2022]; 12:124-S128.  
DOI: 10.4103/jpbs.JPBS\_40\_20

13. Coello J. Microdureza y textura superficial de una resina compuesta nanoparticulada con partículas de cerámica y una con partículas de zirconia con y sin pulido: estudio in vitro [Tesis para optar el título profesional]. Ecuador: Facultad de odontología, Universidad Central del Ecuador. 2018. 113p. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16589>
14. Mamani M. Resistencia a la Fractura de Resinas Microhíbridas en Comparación a las Resinas Nanohíbridas. Estudio In Vitro. Lima-Perú 2019. [Tesis para optar el título profesional]. Lima: Facultad de Estomatología, Universidad Privada Norbert Wiener. 2019. 50p. Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3392/TESES%20Mamani%20Marisol.pdf>
15. Gonzales M. Comparación de la Dureza de las Resinas Compuestas Nanohíbridas Polimerizadas con y sin Gel Hidrosoluble. Arequipa-2016. [Tesis para optar el título profesional]. Arequipa: Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud. 2017. 94p. Disponible en: [https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/8168/Tesis\\_comparaci%C3%B3n\\_dureza\\_resinas%20compuestas%20nanoh%C3%ADbridas%20polimerizadas\\_gel%20hidrosoluble\\_Arequipa.pdf?sequence=1](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/8168/Tesis_comparaci%C3%B3n_dureza_resinas%20compuestas%20nanoh%C3%ADbridas%20polimerizadas_gel%20hidrosoluble_Arequipa.pdf?sequence=1)
16. Sotomayor X. Microdureza Superficial de Tres Resinas Dentales, Resina Bulk Fill, Resina Microhíbrida y Resina Nanohíbrida, Arequipa. [Tesis para optar el título profesional]. Arequipa: Facultad de Odontología. Universidad de Santa María. 2017. 94p. Disponible en: <https://1library.co/document/zlgm0m2y-microdureza-superficial-resinas-dentales-resina-microhibrida-nanohibrida-arequipa.html>
17. Castillo F. Efecto invitro de diferentes potencias de fotopolimerización con la unidad fotopolimerizadora luz LED sobre la dureza superficial, media y profunda en cilinros de resinas Bulk Fill de 4mm de grosor, Arequipa-

- 2015 [Tesis para optar el título profesional]. Arequipa: Facultad de Odontología, Universidad de Santa María; 2015. 94p.
18. Sanchez C. Estudio comparativo de la microdureza superficial in vitro de resinas de nanotecnología frente a la acción de dos sistemas de polimerización [Tesis para optar el título profesional]. Lima: Facultad de Odontología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014. 83p.
19. Silva E, Almeida G, Poskus T, Guimarães. Relación entre el grado de conversión, solubilidad y salival adsorción de un híbrido y una resina nanorrellenada composite: Influencia del modo de activación de la luz. Rev Ciencias Oral Aplic [Internet]. 2008 [Consultado el 25 de septiembre del 2022]; 16(2): 161-166. Disponible en: 10.1590/s1678-77572008000200015
20. Sarmiento G, Ayala G, Watanabe R, Salcedo-Moncada D, Alvítez-Temoche D, Mayta-Tovalino F. Microfiltraciones en restauraciones premolares clase I entre resinas compuestas nanohíbridas y microhíbridas: un estudio comparativo in vitro. J Int Oral Health [internet]. 2021 [Consultado el 25 de septiembre del 2022]; 13:288-92. Disponible en: <https://www.jioh.org/text.asp?2021/13/3/288/318452>
21. Vaca M, Ceballos L, Fuentes M, Osorio R, Toledano M, García F. Sorción y solubilidad de materiales formulados con resina. Av Odontoestomatol [Internet]. 2003 [Consultado el 19 de septiembre del 2022]; 19(6):283-289. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852003000600004&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852003000600004&lng=es).
22. Moradas Estrada M, Álvarez López B. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. Av Odontoestomatol [Internet]. 2017 [Consultado el 19 de septiembre del 2022]; 33(6):261-272. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852017000600002&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852017000600002&lng=es).
23. Craig O`Brien. Materiales dentales. Propiedades y manipulación. 6ta ed. Argentina: Mosby/Doyma Libros S.A.; 1996.

24. Rodriguez D, Pereira N. Evaluación y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta odontol venez [Internet]. 2008 [Consultado el 01 de noviembre del 2022]; 46(3):381-392. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63652008000300026](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026)
25. Lois F. Paz C. Pazos R. Rodríguez A. Estudio in vitro de microfiltración en obturaciones de clase II de resina compuesta condensable. Odontoestomatol [Internet]. 2004 [Consultado el 02 de noviembre del 2022]; 20(2): 85-94. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852004000200004](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852004000200004)
26. Leinfelder K. New developments in resin restorative systems, JADA [Internet]. 1997 [Consultado el 02 de noviembre del 2022]; 128: 573-581. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9150640/>
27. Lopez G, Baratieri L, Caldeira M, Clóvis L. Dental adhesion: Present state of the art and future Perspectives. Quintessence Int [Internet]. 2002 [Consultado el 03 de noviembre del 2022]; 33(3):213-224. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11921770/>
28. Nicoluzzi A, Ribeiro MM, Candido dos RA, Rabelo R J, Candido DS. Influencia del envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a la compresión de resinas compuestas. Acta odontol. venez [Internet]. 2008 [Consultado el 08 de noviembre del 2022]; 46(4): 465-468. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63652008000400011&lng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000400011&lng=es)
29. Davis HE, Troxell GE y Wiskocil CW. Ensayo e Inspección de los Materiales en Ingeniería. McGRAW-HILL; 1964.
30. Buehler. Conceptos de prueba de Dureza. [Internet]. [Citado el 15 de noviembre del 2022]. Disponible en: <https://www.buehler.com/mx/blog/conceptos-de-prueba-de->

dureza/#:-:text=Los%20tipos%20comunes%20de%20pruebas,t%C3%A Dpicamente%20en%20metales%20y%20aleaciones.

31. Neurtek. Control de la Dureza de Metales: Generalidades. [Internet]. [Citado el 15 de noviembre del 2022]. Disponible en: <https://www.neurtek.com/es/academia/articulos-tecnicos/metalografia-preparacion-de-muestras/control-de-la-dureza-de-metales-generalidades>
32. SCI. Ensayos de dureza. [Internet]. [Citado el 15 de noviembre del 2022]. Disponible en: <https://scisa.es/ensayos-dureza/>
33. Flores R. Revisión de estudios sobre dureza superficial de materiales restauradores directos e indirectos realizados en los últimos 30 años en la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. [Tesis para obtener el título profesional]. Lima: Facultad de Estomatología, Universidad Cayetano Heredia; 2018. 10p.
34. Garza E. Propiedades mecánicas dinámicas de nanopartículas termofijas. [Tesis para obtener el grado de maestro]. México: Facultad de ingeniería mecánicas y eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León; 2014. 14p.
35. Moradas M, Alvarez B. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. Av Odontoestomatol [Internet]. 2017 [Citado el 20 de noviembre del 2022]; 33(6):263-274. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v33n6/0213-1285-odonto-33-6-263.pdf>
36. Orozco R, Alvarez C, Guerrero J. Fotopolimerización de resinas compuestas a través de diversos espesores de tejido dental. Rev Odontol Mex [Internet]. 2015 [Citado el 22 de noviembre del 2022]; 19(4):222-227. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870199X15000403>
37. Vaca MJ, Ceballos L, Fuentes MV, Osorio R, Toledano M, García-Godoy F. Sorción y solubilidad de materiales formulados con resina. Av Odontoestomatol [Internet]. 2003 [Citado el 22 de noviembre del 2022]; 19(6):283-289. Disponible en:

[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852003000600004&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852003000600004&lng=es).

38. Staehle HJ, Sekundo C. The Origins of Acrylates and Adhesive Technologies in Dentistry. *J Adhes Dent* [Internet]. 2021 [Citado el 22 de noviembre del 2022]; 23(5):397-406. DOI: [10.3290/j.jad.b2000209](https://doi.org/10.3290/j.jad.b2000209)
39. Araújo JLN, Alencar CM, Barbosa GM, et al. Effect of LEDs with Different Wavelengths on the Microhardness and Nanohardness of Nanohybrid Composite Resins. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2021 [Citado el 22 de noviembre del 2022]; 22(2):122–127. DOI: <https://thejcdp.com/doi/JCDP/pdf/10.5005/jp-journals-10024-3032>
40. Müggenburg M, Pérez M. Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. [internet] España; 2007 [consultado 2022 Sept. 7] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3587/358741821004.pdf>
41. Apolaya M, Akije K. Comparación de la microdureza superficial entre dos resinas nanohíbridas y una resina microhíbrida in vitro. Universidad Cesar Vallejo [Internet]. 2021 [citado el 30 de agosto de 2022]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/81434/Apolaya\\_SM-Aquije\\_VKY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/81434/Apolaya_SM-Aquije_VKY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### ANEXO 1 Tabla de operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Microdureza superficial	Es una condición de la superficie de un material determinado que se relaciona con la elasticidad y plasticidad de este. <sup>28</sup>	Es la propiedad resistente que presenta un material resinoso		Resistencia a la presión medida en kg/mm <sup>2</sup>	Razón
Resinas compuestas	Es un material restaurador elegido por sus propiedades mecánicas que son favorables debido a la cantidad y naturaleza del sellador	Está compuesta por discos preparados con biomateriales sintéticos mezclados heterogéneamente.	Resina nanohíbrida  Resina microhíbrida	3M P60 (nanohíbrida)  Z250 (microhíbrida)	Nominal
Longitud de onda	La distancia recorrida por una perturbación periódica que se propaga a través de un medio durante un período de tiempo se denomina longitud de onda.	Movimiento ondulatorio conformada en puntos.		420nm (2mm)  480nm (4mm)	Nominal

## ANEXO 2 Certificado de calibración de instrumento.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMF - 2021 - 039**

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2021-10-11  
Fecha de expiración: 2022-10-12  
Expediente: LMC-2021-0678

**1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.**  
Dirección : Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : DURÓMETRO (SI).**  
Marca : LG Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.  
Modelo : HV-1000  
Serie : No Indica  
Identificación : 8875 (\*) El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.  
Procedencia : Corea  
Tipo : Digital  
Ubicación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2021-10-10

**3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN:**  
La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:**  
En las instalaciones de HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.  
Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí  
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES:**

	Inicial	Final
Temperatura	20,6 °C	20,8 °C
Humedad Relativa	60 % HR	61 % HR

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades



Trazabilidad	Patrón	Marca	Certificado de Calibración
DM-INACAL	Termohigrómetro	Traceable	LH-047-2021 Abril 2021
N.I.S.T.	Bloque patrón de dureza	200 HV	HV L-6
N.I.S.T.	Bloque patrón de dureza	413 HV	HV L-7
N.I.S.T.	Bloque patrón de dureza	744 HV	HV L-8

6. PATRONES DE REFERENCIA:

7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:

ERROR DE INDICACIÓN

Valor Patrón	Indicación	Condiciones Ambientales		Incertidumbre	Unidades	
		Inicial	Final			
200,0	199,8	24,3	24,4	0,2	0,13	HV
413,0	412,7			0,3	0,13	HV
744,0	744,2			-0,2	0,13	HV

ERROR DE REPETIBILIDAD

Valor Patrón	Indicación	Corrección
200,0	200,2	-0,2
200,0	200,2	-0,2
200,0	200,2	-0,2
200,0	200,2	-0,2
200,0	200,2	-0,2

Condiciones Ambientales			
Inicial	24,4	Final	24,5

Error de repetibilidad: 0,20 HRC

Incertidumbre: 0,13 HRC

8. OBSERVACIONES:

- (\*) Identificación asignada por HIGH TECHNOLOGY CERTIFICATE S.A.C., grabada en una etiqueta adherida al instrumento.
- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición que se presenta está basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".



LABORATORY instrument.

9. CONCLUSIONES:

- De las mediciones realizadas se concluye que el instrumento se encuentra calibrado debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.
- Se recomienda realizar la próxima calibración en un plazo no mayor a un año desde la emisión de la misma.

**ANEXO 3: Longitud de onda 420nm y 480nm de la resina Z250**

420 nm 2mm Z250				
Especimen	Hv	Hv	Hv	Hv
	1 punto	2 punto	3 punto	promedio
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

480 nm 4mm Z250				
Especimen	Hv	Hv	Hv	Hv
	1 punto	2 punto	3 punto	promedio
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

**ANEXO 4: Longitud de onda 420nm y 480nm de la resina P60**

420 nm 2mm P60				
Especimen	Hv	Hv	Hv	Hv
	1 punto	2 punto	3 punto	promedio
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

480 nm 4mm P60				
Especimen	Hv	Hv	Hv	Hv
	1 punto	2 punto	3 punto	promedio
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

## ANEXO 5: Constancia de autorización



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

### CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

N°016-2022

**EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. DEJA CONSTANCIA:**

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.; así mismo comunicarle la aceptación para el desarrollo del proyecto de tesis denominado " MICRODUREZA SUPERFICIAL DE LAS RESINAS NANOHÍBRIDA Y MICROHÍBRIDA FOTOCURADAS CON DIFERENTE LONGITUD DE ONDA"; realizando ensayos de microdureza vickers en materiales odontológicos, que se encuentra realizando la tesista Luz Clarita Zuloeta Navarro con DNI: 75533423; Escuela de Estomatología de la universidad César Vallejo

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 26 de Octubre de 2022



ING. ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN  
Jefe de Laboratorio  
Laboratorio HTL Certificate



## ANEXO 6: Constancia de ejecución



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

### CONSTANCIA DE EJECUCIÓN

N°025-2022

**EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. DEJA CONSTANCIA:**

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C; así mismo comunicarle la ejecución del proyecto de tesis "MICRODUREZA SUPERFICIAL DE LAS RESINAS NANOHIBRIDA Y MICROHÍBRIDA FOTOCURADAS CON DIFERENTE LONGITUD DE ONDA"; donde se realizó los ensayos de microdureza Vickers en resinas odontológicas, que se encuentra realizando la tesista Luz Clarita Zuloeta Navarro DNI: 75533423; Facultad de Estomatología de la universidad Cesar Vallejo - Piura.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 08 de Noviembre del 2022



**ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN**

Jefe de Ensayo Mecánicos

Laboratorio HTL Certificate



## ANEXO 7: Resultados de ensayo de microdureza de Vickers

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0341-2022	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	11-11-2022
<b>ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN RESINAS ODONTOLÓGICAS</b>				
<b>1. DATOS DE LOS TESISISTAS</b>				
Nombre de tesis	: "MICRODUREZA SUPERFICIAL DE LAS RESINAS NANOHIBRIDA Y MICROHÍBRIDA CON ADITAMENTO DE ZIRCONIO"			
Nombres y Apellidos	: Luz Clarita Zuloeta Navarro			
Dni	: 75533423			
Dirección	: Upi. San Miguel Mz N Lt. 5 – Chiclayo			
<b>2. EQUIPOS UTILIZADOS</b>				
<b>Instrumento</b>	<b>Marca</b>	<b>Aproximación</b>	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
Microdurómetro Vickers Electrónico Vernier Digital	LG - HV-1000 Mitutoyo - 200 mm	1 $\mu$ m - 40X 0.01mm		
<b>3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>				
Muestras de resinas Odontológicas	Cantidad	: Cuarenta (40) muestras		HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	: Resinas de $\varnothing$ 5mm x 2 mm de altura		
	Grupo 1	: Filtek P60 long. de onda 420 nm 2 mm dist.		
	Grupo 2	: Filtek P60 long. de onda 480 nm 4 mm dist.		
	Grupo 3	: Filtek Z50 long. de onda 420 nm 2 mm dist.		
	Grupo 4	: Filtek Z50 long. de onda 480 nm 4 mm dist.		
<b>4. RECEPCION DE MUESTRAS</b>				
Fecha de Ensayo	07 de Noviembre del 2022			El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho			
<b>5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO</b>				
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:				
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CAPITULO/NUMERAL</b>		
ASTME384-17	Método de prueba estándar para la dureza de materiales por microindentación	----		
<b>6. CONDICIONES DE ENSAYO</b>				
	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>		
Temperatura	18.5 °C	18.7 °C		
Humedad Relativa	64 %HR	64 %HR		

## ANEXO 8: Resultados de ensayo de Microdureza de Vickers

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0341-2022	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	11-11-2022	
<b>7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE MICRODUREZA VICKERS</b>					
<b>Grupo 1: Filtek P60 long. de onda 420 nm 2 mm dist.</b>					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	57.2	56.8	57.3	57.1
2		60.9	60.9	59.1	60.3
3		61.7	62.9	60.3	61.6
4		60.9	59.4	59.1	59.8
5		60.1	62.5	60.5	61.0
6		59.8	60.8	59.8	60.1
7		71.0	72.1	70.1	71.1
8		64.2	62.1	65.9	64.1
9		59.4	60.1	57.9	59.1
10		60.1	60.9	63.3	61.4
<b>Grupo 2: Filtek P60 long. de onda 480 nm 4 mm dist.</b>					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
11	50 (0.49033)	58.8	59.7	64.2	60.9
12		60.2	59.1	58.4	59.2
13		57.8	56.5	56.5	56.9
14		68.1	69.1	61.3	66.2
15		61.5	60.5	59.8	60.6
16		59.4	58.3	55.8	57.8
17		57.2	56.1	57.3	56.9
18		62.5	60.7	60.3	61.2
19		58.3	59.3	56.1	57.9
20		56.3	60.0	62.1	59.5
<b>Grupo 3: Filtek Z50 long. de onda 420 nm 2 mm dist.</b>					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	55.6	52.6	55.5	54.6
2		60.0	59.8	58.7	59.5
3		60.9	58.6	60.1	59.9
4		62.5	65.9	61.2	63.2
5		57.2	59.8	58.5	58.5
6		58.3	60.1	58.5	59.0
7		57.9	57.3	57.3	57.5
8		62.1	64.2	60.7	62.3
9		59.4	58.6	59.0	59.0
10		63.3	62.8	60.6	62.2

## ANEXO 9: Fotos de preparación de la muestra y evaluación de Microdureza Vickers

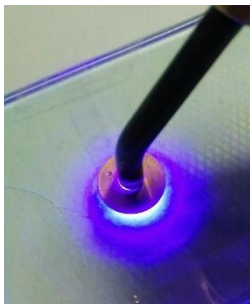
Preparación de la muestra:



Molde para la resina.



Colocación de resina en el molde

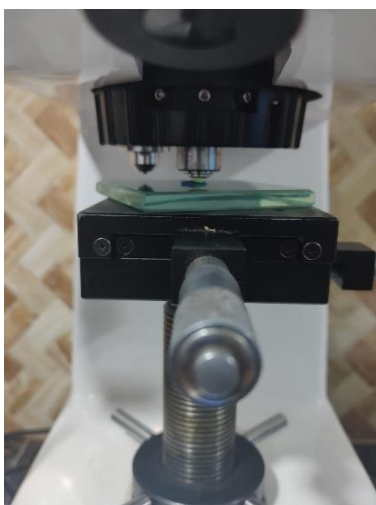


Fotocurado a 420nm y 480nm



Muestras Preparadas y clasificadas.

Evaluación de la microdureza en el Microdurómetro de Vickers:







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ORREGO FERREYROS LUIS ALEXANDER, docente de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD de la escuela profesional de ESTOMATOLOGÍA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Microdureza superficial de las resinas nanohibrida y microhíbrida fotocuradas con diferente longitud de onda", cuyo autor es ZULOETA NAVARRO LUZ CLARITA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 12 de Febrero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ORREGO FERREYROS LUIS ALEXANDER <b>DNI:</b> 41202355 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3502-2384	Firmado electrónicamente por: LAORREGO el 12- 02-2023 23:48:51

Código documento Trilce: TRI - 0532754