



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

**RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS COMPUESTAS CON  
NANOPARTÍCULAS SOMETIDAS A DOS SISTEMAS DE PULIDO**

**Línea de Investigación:**

**Biomateriales**

**Tesis para optar el Grado académico de  
Maestro en Docencia e Investigación en Estomatología**

**Autor(a):**

**Ramírez Vargas, Giovanna Gisella**

**Asesor:**

**Puente de la Vega Mendigure, Nguyen**

**ORCID: 0000-0002-5342-4881**

**Jurado:**

**Mendoza Murillo, Paul Orestes**

**Mendoza Lupuche, Román**

**Sotomayor Mancicidor, Merce concepción**

**Lima – Perú**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A mis amados padres que, gracias a su eterno amor y comprensión, respaldan mis decisiones y celebran mis logros. Son ellos mi mayor orgullo y motivación.

A mis hermanos y sobrinos que siempre me brindan las palabras de aliento para seguir en el camino de la realización personal.

# ÍNDICE

## RESUMEN ABSTRACT

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
	1.1 Planteamiento del Problema.....	1
	1.2 Descripción del Problema .....	2
	1.3 Formulación del Problema .....	3
	1.3.1 Problema General.....	3
	1.3.2 Problemas Específicos .....	3
	1.4 Antecedentes de la Investigación .....	4
	1.4.1 Antecedentes Internacionales.....	4
	1.4.2 Antecedentes Nacionales .....	9
	1.5 Justificación de la Investigación .....	12
	1.6 Limitaciones de la Investigación.....	12
	1.7 Objetivos de la Investigación .....	13
	1.7.1 Objetivo General .....	13
	1.7.2 Objetivos Específicos.....	13
	1.8 Hipótesis.....	14
	1.8.1 Hipótesis General .....	14
	1.8.2 Hipótesis Específicas .....	14
<b>II.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
	2.1 Marco Conceptual .....	15
	2.1.1 Resinas Compuestas.....	15
	2.1.2 Rugosidad Superficial .....	20
	2.1.3 Acabado y Pulido .....	21
<b>III.</b>	<b>MÉTODO .....</b>	<b>24</b>
	3.1 Tipo de Investigación.....	24
	3.2 Población y muestra .....	24
	3.3 Operacionalización de variables .....	28
	3.4 Instrumentos .....	30
	3.5 Procedimientos .....	31
	3.6 Análisis de datos .....	34
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Valores descriptivos para la rugosidad superficial de la resina Palfique LX5, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.....	35
<b>Tabla 2:</b> Valores descriptivos para la rugosidad superficial de la resina Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.....	35
<b>Tabla 3:</b> Comparación de la rugosidad superficial entre grupos de resinas, antes de aplicar diferentes sistemas de pulido.....	36
<b>Tabla 4:</b> Comparación de la rugosidad superficial entre grupos de resinas, después de aplicar diferentes sistemas de pulido.....	37
<b>Tabla 5:</b> Comparación de la rugosidad superficial de las resinas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido .....	38
<b>Tabla 6:</b> Comparación de la variación de la rugosidad superficial entre grupos de resinas, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Esquema del Diseño experimental de la Investigación.....	26
<b>Figura 2:</b> Comparación de los valores promedio de rugosidad superficial promedio con intervalos de confianza al 95% entre los grupos de resina antes de aplicar los diferentes sistemas de pulido .....	36
<b>Figura 3:</b> Comparación de los valores de rugosidad superficial promedio con intervalos de confianza al 95% entre los grupos de resina, después de aplicar los diferentes sistemas de pulido .....	37
<b>Figura 4:</b> Comparación de la diferencia de promedios de los valores de rugosidad superficial entre los grupos de resinas, antes y después de la aplicación de los sistemas de pulido.....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo A:** Ficha de recolección de datos.

**Anexo B:** Procedimiento de la Investigación.

**Anexo C:** Resultados del ensayo de medición de la rugosidad superficial en resinas compuestas

**Anexo D:** Pruebas de Normalidad y Homecedasticidad

**Anexo E:** Matriz de Consistencia

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la rugosidad superficial de resinas compuestas con nanopartículas sometidas a dos sistemas de pulido. **Método:** Este estudio experimental in vitro, prospectivo, comparativo y longitudinal fue conformado por 32 especímenes de resina fabricados según la norma ISO 4049-2019 y divididas equitativamente en cuatro grupos: A1: Palfique LX5 / Sof-Lex, A2: Palfique LX5 / Super Snap, B1: Filtek Z350 XT / Sof-Lex, y B2: Filtek Z350 XT / Super Snap. Las muestras se almacenaron en agua destilada a 37°C durante 24 h. La rugosidad de la superficie se midió con un medidor de rugosidad digital antes y después del procedimiento de pulido. Los datos se analizaron con la prueba t de Student para muestras relacionadas, y con la prueba ANOVA entre sujetos con dos factores; considerando la significación a  $P < 0,05$ . **Resultados:** La rugosidad de la superficie no mostró diferencias significativas en todos los grupos evaluados tanto antes ( $P = 0,068$ ), como después ( $P = 0,335$ ) del pulido. Sin embargo, antes y después de la aplicación de los sistemas de pulido, todos los grupos disminuyeron significativamente su rugosidad de la superficie ( $P < 0,05$ ). Además, al comparar esta disminución entre todos los grupos, no se observaron diferencias significativas ( $P = 0,437$ ). **Conclusión:** La rugosidad superficial de los composites de resina de nanopartículas no mostraron diferencias significativas al utilizar los sistemas de pulido. Sin embargo, ambos sistemas de pulido disminuyeron significativamente la rugosidad de la superficie de las resinas nanoparticuladas, siendo esta disminución similar en todos los grupos.

**Palabras clave:** resina compuesta, nanopartículas, rugosidad superficial, sistema de pulido.

## ABSTRACT

**Aim:** To evaluate the surface roughness of two nanofilled composite resins with two different types of polishing systems. **Method:** This in vitro, prospective, comparative and longitudinal experimental study consisted of 32 resin specimens were prepared according to ISO 4049:2019 and divided into four groups: A1: Resin Palfique LX5/ polishing system Sof-Lex, A2: Resin Palfique LX5 / polishing system Super Snap, B1: Resin Filtek Z350 XT /polishing system Sof-Lex and B2: Resin Filtek Z350 XT /polishing system Super Snap. The samples were stored in distilled water at 37°C for 24 h. Surface roughness was measured with a digital roughness meter before and after the polishing procedure. Data were analyzed with Student's t-test for related samples, and with the between-subjects ANOVA test with two factors; considering significance at  $P < 0.05$ . **Results:** Surface roughness showed no significant differences in all groups evaluated both before ( $P = 0.068$ ) and after ( $P = 0.335$ ) polishing. However, before and after the application of the polishing systems, all groups significantly decreased their surface roughness ( $P < 0.05$ ). Furthermore, when comparing this decrease among all groups, no significant differences were observed ( $P = 0.437$ ). **Conclusion:** The surface roughness of the nanoparticulate resin composites did not show significant differences when using the polishing systems. However, both polishing systems significantly decreased the surface roughness of the nanoparticulate resins, this decrease being similar in all groups.

**Keywords:** resins composite; nanofilled; surface roughness; polishing systems.



## I. INTRODUCCIÓN

La odontología estética y restauradora es una de las especialidades odontológicas, que ha conseguido grandes avances en los últimos años, respecto a sus materiales y técnicas en la restauración dentaria, logrando así; devolver la salud oral, la función, la armonía y la estética de la sonrisa.

Las resinas compuestas consideradas hoy en día, como los biomateriales con mayor demanda en los tratamientos dentales; ya que reproducen a la perfección el color, la textura y la translucidez de los dientes; han mostrado un rendimiento clínico ideal a lo largo de los años. A su vez con la innovación de la nanotecnología y su aporte en la fabricación de resinas compuestas que contienen nanopartículas en su microestructura, se ha logrado obtener mejoras en las propiedades mecánicas, tales como la resistencia al desgaste, microdureza y rugosidad superficial, logrando así una mejor calidad de en la superficie.

La presencia de rugosidad superficial en la superficie dentaria provoca irregularidades, las cuales pueden ocasionar el acúmulo del biofilm, tinción de las restauraciones y caries secundaria. El acabado y pulido de las restauraciones dentarias logran generar superficies lisas y con un alto brillo. Sin embargo, los sistemas de pulido que existen en la actualidad en el campo odontológico comercial son diversos y presentan características y protocolos de uso variados, razón por la cual, el profesional no logra discernir y seleccionar, considerando la evidencia científica, qué sistema de pulido es el ideal para trabajar con un tipo de resina en particular.

La presente investigación in vitro tiene como principal objetivo evaluar la rugosidad superficial de resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 (Tokuyama Dental) y Filtek Z350 XT (3M Espe) sometidas a dos sistemas pulido (Sof-Lex (3M Espe) y Super Snap (Shofu)) en especímenes de resina.

## 1.1 Planteamiento del problema

Desde la década de los 60s hasta la actualidad, la odontología estética viene logrando grandes avances respecto a las propiedades físicas, químicas y mecánicas que presentan los materiales de restauración; así como en sus técnicas de aplicación, las cuales han permitido al odontólogo mejorar sus tratamientos centrándose en la búsqueda de la estética y la función.

Los materiales de restauración con mayor demanda son las resinas compuestas de nanotecnología, cuyo desarrollo y fabricación incluye un relleno de nanopartículas y aglomerados nanoclúster. Siendo el tamaño de estas partículas de vital importancia, puesto que; mientras más pequeñas sean, mostrarán una mejor resistencia al desgaste y con ello un mejor pulido de la superficie en comparación con partículas de relleno más grandes (Yap, 1998, p.460). A su vez, estas resinas presentan propiedades físicas y mecánicas que nos permiten reproducir el color, la textura y translucidez de los dientes.

En la práctica odontológica es importante que el profesional logre diferenciar y seleccionar dentro la amplia gama de resinas compuestas que se presentan hoy en día; cual resulta ser la ideal, de acuerdo a cada caso clínico; tomando en cuenta: el tamaño de sus partículas, propiedades físico-mecánicas, características internas y evidencia científica reciente que demuestren su alto rendimiento. De esta manera se lograría obtener mayor durabilidad en las restauraciones estéticas.

## 1.2 Descripción del problema

La rugosidad superficial presente en las restauraciones con resina compuesta disminuye la durabilidad del material de restauración, trayendo consigo el acúmulo de placa bacteriana, variación en el color y pérdida del brillo; motivos que llevan en muchas ocasiones al reemplazo de la restauración dental. Por esta razón, los procedimientos de acabado y pulido son de gran relevancia en el proceso de la restauración dentaria, ya que permiten no solo la eliminación de superficies rugosas; sino también a la capa inhibida por el oxígeno, logrando obtener superficies menos tincionadas generando una estética ideal que se conserve en el tiempo. Además, las resinas que contienen nanopartículas son menos susceptibles a las partículas sueltas causadas por el contacto con el material abrasivo de los sistemas de pulido, que disminuirá la rugosidad superficial del tipo de resina mencionado (Ferreira et al., 2015, p. 22).

Existe en la actualidad diversidad de sistemas de pulido indicados para resinas compuestas. Y con cada sistema o grupo de instrumentos, se obtienen superficies con diferentes características de rugosidad superficial, las cuales se irán diferenciando al considerar el tamaño de partícula que presenta la resina a la que se le está aplicando el sistema de pulido. Sin embargo, no se logra llegar a un acuerdo sobre qué sistema brinde menor rugosidad superficial en un tipo específico de resina. Siendo esto de suma importancia, dado que, con un sistema de pulido adecuado las propiedades que se obtengan posteriores al proceso de pulido nos beneficiarán en razón a qué permiten lograr estética, comodidad y salud oral del paciente.

En base a lo planteado la presente investigación pretende responder la siguiente pregunta:

### **1.3 Formulación del problema**

#### **1.3.1 Problema General:**

¿Cuál es la diferencia de la rugosidad superficial de las resinas compuestas con nanopartículas utilizando dos sistemas de pulido?

#### **1.3.2 Problemas Específicos:**

1. ¿Qué valores de rugosidad superficial presenta la resina compuesta con nanopartículas Palfique LX5, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-lex y Super Snap?
2. ¿Qué valores de rugosidad superficial presenta la resina compuesta con nanopartículas Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-lex y Super Snap?
3. ¿Existen diferencias significativas al comparar la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes de aplicar diferentes sistemas de pulido?
4. ¿Existen diferencias significativas al comparar la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, después de aplicar diferentes sistemas de pulido?
5. ¿Qué diferencias existen en la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido?
6. ¿Existen diferencias significativas al comparar la variación de la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido?

## 1.4 Antecedentes

### 1.4.1 Investigaciones Internacionales

Dias et al. (2018). Realizaron una investigación cuyo objetivo fue de evaluar el “efecto de cuatro sistemas de pulido sobre la rugosidad y brillo superficial de dos resinas compuestas Brilliant Everglow (nanohíbrida) y Filtek Supreme XT (nanorrelleno)”. Para tal fin la muestra fue conformada en base a 50 discos de resina nanohíbrida y de nanorrelleno respectivamente; se distribuyeron aleatoriamente en 5 grupos de estudio los cuales recibieron sistemas de pulido diferentes. El análisis de la rugosidad superficial se realizó mediante un Microscopio de Fuerza Atómica y el brillo se evaluó con un medidor de brillo. La evaluación estadística de los resultados se analizó utilizando el software SPSS, con pruebas paramétrica ANOVA junto con la corrección de Welch y la prueba de Dunnett para comparaciones múltiples de los protocolos probado ( $p < 0.001$ ). Los resultados evidenciaron la influencia significativa de los sistemas de pulido y el tipo de resina. Se pudo concluir que tanto la rugosidad superficial como el brillo dependen del tipo de sistema de pulido empleado; y respecto a las resinas compuestas estudiadas, es la de nanorrelleno la que presentó mejores resultados. Además, el brillo está influenciado significativamente por la rugosidad de la superficie de la resina compuesta.

Alfawaz (2017). El estudio realizado tuvo objetivo “evaluar el impacto de los sistemas pulido sobre la rugosidad superficial y microdureza de resinas compuestas”. La muestra estuvo conformada por 60 discos de pruebas los cuales fueron fabricados de resina Filtek Z350 y Ceram X. Se asignaron 3 grupos; el grupo control no recibió pulido y los otros dos recibieron pulido con el sistema Sof-lex y Po go para cada resina respectivamente. Luego del pulido se procedió a medir la rugosidad con un perfilómetro y la microdureza con un ensayo de dureza Vickers. Los resultados mostraron que el sistema Pogo ( $0.04 \pm 0.02$ ) fue significativamente mejor que el sistema Sof-lex ( $0.10 \pm 0.04$ ) en cuanto a reducir la rugosidad superficial ( $p < 0.01$ ).

Y éstos tuvieron una pequeña influencia sobre la microdureza superficial de las resinas. Se concluye que el Sistema Pogo logró reducir los valores de rugosidad superficial en las dos resinas compuestas estudiadas.

Bittencourt et al. (2017). El propósito principal de la investigación fue “evaluar el efecto de las técnicas de pulido sobre la rugosidad superficial de dos resinas compuestas sometidas a un procedimiento de clareamiento”. Se obtuvo como muestra cuarenta y ocho muestras de resinas compuestas divididas en seis grupos (G1- G6) cada uno de ellos con 8 muestras. Del grupo 1 al grupo 3, se empleó la resina microhíbrida Opallis y del grupo 4 al grupo 6, se empleó la resina nanohíbrida Brilliant New Line. Todas las muestras se sometieron a un procedimiento de clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% (dos aplicaciones de 45 min, con un intervalo de 5 días). Las rugosidades de la superficie de todas las muestras se evaluaron antes y después del clareamiento y pulido (parámetro Ra) mediante un medidor de rugosidad. Después del clareamiento, los grupos fueron sometidos a procedimientos de pulido, asignándose de la siguiente manera: grupo 2 y grupo 5: discos de filtro y pastas de diamante; grupo 3 y grupo 6: puntas de goma de silicona. Los grupos de control: grupo 1 y grupo 4, no tenían tratamiento de pulido después del clareamiento. Los datos fueron analizados por ANOVA, Tuques y prueba t para muestras pareadas ( $p \leq 0.05$ ). Los resultados mostraron que el tratamiento de clareamiento incrementó los valores de Rugosidad para las muestras de resina compuesta nanohíbrida, pero ambas técnicas de pulido fueron capaces de reducir estos valores; para las muestras microhíbridas. Solo el pulido con puntas de goma de silicona disminuyó los valores de rugosidad. Se concluyó que tanto para los microhíbridos como para los nanohíbridos las puntas de goma fueron efectivas para reducir la rugosidad superficial después del procedimiento de clareamiento.

Yucci (2017). El objetivo de la investigación fue “evaluar el efecto de tres sistemas de pulido en la rugosidad superficial de resinas microhíbridas y de nanorrelleno”. Para tal fin se confeccionaron 40 discos de resina compuesta con nanopartícula y 40 de resina microhíbrida. Se realizó el pulido de la muestra utilizando los siguientes sistemas: Sof-Lex -3M, Astropol-Ivoclar y Super Snap- Shofu). Luego de ello la muestra fue almacenada por 24 horas a 37°C. Posteriormente se llevó a cabo el registro fotográfico para analizar el brillo superficial y con respecto a la rugosidad superficial, dicho análisis se realizó con el uso de un perfilómetro Infinite Focus, que brinda imágenes gracias a su microscopio confocal de escaneo láser LSM 700, donde se analizaron los datos de Ra. Los resultados en base a la evaluación fotográfica indicaron que, en el grupo de especímenes de la resina microhíbrida, el sistema Super Snap fue aquel que concedió un alto brillo; mientras que, en el grupo de resina de nanopartícula, el sistema de Astropol mostró valores de brillo intermedio. En cuanto al análisis de la rugosidad a través del perfilómetro se pudo observar valores de menor rugosidad superficial en la resina microhíbrida al utilizar el sistema Super Snap de Shofu y para la resina de nanopartícula cuando se utilizó el sistema Sof-Lex. Respecto al análisis que brinda el microscopio confocal se logró observar valores de menor rugosidad superficial en la resina microhíbrida al usar el sistema Sof-Lex y en la resina nanopartícula con el sistema Astropol; actuando de manera significativa en ambos casos. Se concluye que las resinas compuestas con nanopartícula presentaron valores de rugosidad superficial significativamente menores que las resinas compuestas microhíbridas.

Midobuche et al. (2016). La investigación realizada tuvo como propósito “evaluar los sistemas de pulido: Discos Sof-Lex, copas pulidoras Jiffy y sistema de un solo paso OpraPol, en función de la superficie obtenida en tres marcas de resinas estéticas nanohíbridas”. La muestra estuvo constituida por 36 discos de resina compuesta, siendo 12 discos confeccionados para cada marca de resina: Herculite Précis, Filtek Supreme XTE e IPS Empress Direct. Se realizó la distribución de la muestra en 4 grupos, uno para cada sistema de pulido y uno como

grupo control. La superficie de los grupos de estudio que recibieron pulido fue analizada con un microscopio de fuerza atómica y el análisis inferencial se llevó a cabo con un análisis de varianza entre los grupos (ANOVA)  $p < 0.001$ . Los sistemas de pulido Jiffy y Sof-lex mostraron valores de rugosidad superficial que concuerdan con lo clínicamente adecuado y resultan efectivos al ser usados con resinas de nanorrelleno. El sistema de pulido Sof-Lex resultó ser el más efectivo cuando fue aplicado en las tres resinas estudiadas. La resina IPS Empress Direct mostró los más bajos valores de rugosidad al utilizar los tres sistemas de pulido. El determinar qué sistema de pulido resulta ser el más adecuado de acuerdo al tipo de resina que se utilizamos permitirá obtener menor probabilidad de tinciones a corto plazo y una mejor calidad en la restauración

Lai (2016). El objetivo de la investigación fue “determinar la efectividad de diferentes técnicas de pulido sobre la rugosidad superficial de resina nanorrelleno Filtek Z350”. Se confeccionaron 50 cilindros de resina compuesta de nanorrelleno Filtek Z350. Se realizó la distribución de la muestra en 10 grupos de estudio de los cuales 9 grupos recibieron pulido y un grupo fue control. Los sistemas de pulido usados en los grupos de estudio fueron: Discos Sof-Lex, Fresas de Pulido, Gomas de pulido Kenda C.G.I, Astrobrush, Sellador Permaseal, Discos Sof-Lex y Gomas KENDA, Discos Sof-Lex y Astrobrush, Gomas KENDA con Astrobrush y Sof-Lex con Gomas KENDA y Astrobrush. Se realizó la medición de la rugosidad superficial en las muestras, con el uso de un rugosímetro Surf-test- III. El análisis de los datos se llevó a cabo con estadística descriptiva e inferencial utilizando la prueba T-Student para evaluar las diferencias de las medias en los grupos de estudio y en grupo control. Se identificó que el sistema de pulido menos eficaz de pulido fue el grupo de fresas ( $0.99 \mu\text{m}$ ) y el sistema de discos Sof-Lex con la mayor eficacia ( $0.44 \mu\text{m}$ ). Sin embargo, al realizar la combinación de dos sistemas de pulido, los discos Sof-Lex y el Astrobrush obtuvieron menores valores de rugosidad superficial ( $0.18 \mu\text{m}$ ).



Moura et al. (2015). El propósito principal fue “evaluar los efectos de las diferentes técnicas de pulido, considerando un nuevo método de pulido (cepillo de carburo de silicio), analizando la rugosidad superficial presente en las resinas compuestas de nanorrelleno y microhíbridas”. La muestra estuvo conformada por 70 discos de resina de los cuales 35 fueron hechos de resina compuesta de nanorrelleno Filtek Z350XT y los otros 35 restantes de resina compuesta microhíbrida Filtek Z250. Se realizó la distribución al azar para asignar los sistemas de pulido y establecer los grupos de estudio (n=5). Grupo 1: Control, Grupo 2: Discos Sof-Lex Pop-On (POP), Grupo 3: Discos Praxis (PRA), POP y Discos de filtro con pasta de diamante, Grupo 4: Cepillo de carburo de silicona POP con Discos de filtro Praxis y con pasta de diamante y Grupo 5: cepillo de carburo de silicona con discos Praxis. La evaluación de la rugosidad superficial (Ra) fue mediante el uso de un Perfilómetro 3D con el cual se obtuvieron imágenes microscópicas electrónicas de barrido. Respecto al análisis estadístico, éste fue descriptivo e inferencial, usando un análisis de varianza de dos vías y la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ) para evaluar los efectos del sistema de pulido para cada tipo de resina y las interacciones entre estas en los valores de Ra. Los resultados mostraron que, para la resina microhíbrida, se obtuvo una mayor suavidad de la superficie utilizando un cepillo de carburo de silicona POP o PRA, y para la resina de nanorrelleno, la superficie más suave se obtuvo con discos de filtro POP + pasta de diamante o cepillo de carburo de silicio. Se concluyó que la rugosidad de la superficie de una resina compuesta depende de su composición y de la técnica de acabado y pulido utilizada.

### 1.4.2 Investigaciones Nacionales

Rentería (2019). El objetivo principal fue “comparar la rugosidad superficial que se presenta al usar los sistemas de pulido Sof-Lex y Politip con la resina compuesta Filtek Z350, inmediatamente después de la polimerización y a las 24 horas”. La muestra fue conformada por 48 especímenes de resina que fueron distribuidos en tres grupos de estudio: Grupo 1: Sistema de pulido Politip, Grupo 2: Sistema de pulido Sof-lex y Grupo 3: Grupo control. Se realizó la medición de la rugosidad superficial con un rugosímetro. Dicha medición se llevó a cabo inmediatamente y posterior a las 24 horas del pulido. Al realizar el análisis de los datos se pudo observar que existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) cuando se comparan los valores de rugosidad superficial de los sistemas de pulido Sof-Lex y Politip sea inmediatamente después de la polimerización como luego de las 24 horas. Se concluye que la menor rugosidad superficial es obtenida cuando se realiza el pulido a las 24 horas en todos los grupos de estudio.

Bedón (2017). La investigación realizada tuvo como propósito “evaluar la rugosidad superficial de una resina con nanopartículas Tetric Ceram Bulk Fill® al utilizar tres sistemas de pulido”. Para tal fin se confeccionaron 30 especímenes en base a resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill. Se realizó la distribución de la muestra en tres grupos de estudio que recibirán los sistemas de pulido: Jiffy, Politip con Astrobrush y Sof-Lex. La medición de la rugosidad superficial en los especímenes se llevó a cabo mediante el uso de un rugosímetro que evaluó la rugosidad media total, en base a dos momentos (antes y después del pulido). Los resultados indicaron que no hubo una diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) respecto a la rugosidad superficial obtenidas al comparar los sistemas de pulido. Se pudo concluir que el sistema Politip en combinación con el sistema Astrobrush fueron capaz de generar mayor diferencia en los valores de rugosidad antes y después del pulido.

Vásquez (2017). El objetivo principal fue “comparar la rugosidad superficial de resinas compuestas de tipo Bulk Fill utilizando dos sistemas de pulido en base a cauchos abrasivos: Jota y Optimize”. Se elaboraron 60 discos de resina para conformar la muestra y se realizó la distribución de la misma en cuatro grupos de estudio, donde a cada grupo le fue asignado un sistema de pulido: Grupo 1: Tetric-N Ceram Bulk Fill con el sistema de pulido JOTA, Grupo 2: Tetric-N Ceram Bulk Fill con el sistema de pulido Optimize, Grupo 3: Aura Bulk Fill con el sistema de pulido JOTA y Grupo 4: Aura Bulk Fill con el sistema de pulido Optimize. Se realizó la medición de la rugosidad superficial con el uso de un rugosímetro, el cual registró las mediciones antes de realizarse el pulido (rugosidad inicial) y posterior a ello, considerando el sistema de pulido asignado a cada grupo (rugosidad final). Los resultados mostraron que existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar las resinas y los sistemas de pulido evaluados. Encontrándose la mayor diferencia en los valores de rugosidad en el grupo 1 y la menor diferencia en el grupo 2. Se pudo concluir que la resina Bulk Fill Tetric- N Ceram al ser pulida con sistema de pulido Jota, muestra una menor rugosidad superficial en comparación con la resina Aura Bulk Fill al usar los dos sistemas de pulido evaluados.

Chong (2015). La investigación realizada tuvo como finalidad “comparar la rugosidad superficial de una resina compuesta al emplear los sistemas de pulido Jota y Sof-lex, con el uso de un agente humectante Wetting Resin o sin él”. Se confeccionaron 40 discos de resina para la muestra, de los cuales fueron distribuidos en 4 grupos de estudio de acuerdo a los sistemas de pulido evaluados, cada grupo con 10 especímenes de resina. Siendo la distribución de los grupos en Grupo 1: discos Sof-lex, Grupo 2: discos Sof-lex y agente humectante Wetting Resin, Grupo3: Cauchos Jota y Grupo 4: Cauchos Jota y agente humectante Wetting Resin. Se aplicó el pulido y luego se procedió a evaluar la rugosidad superficial mediante el uso de un rugosímetro Mitutoyo. El análisis de los datos se llevó a cabo mediante estadística descriptiva e inferencial con la prueba Kruskal-Wallis a un nivel de significancia de 0.05. Los resultados

mostraron que no existe diferencia estadísticamente significativa en los cuatro grupos de estudio ( $p=0.332$ ). Por lo que se pudo concluir que el uso del agente humectante no altera la rugosidad superficial en la resina compuesta y que los sistemas de pulido Sof-lex y Jota son eficientes.

Fukuhara et al. (2013). El estudio tuvo como objetivo “evaluar la morfología de las superficies de tres resinas compuestas Filtek Z 250 3M, Tetric Ceram y Te Econom que recibieron el pulido con el sistema Astropol”. Para tal fin se confeccionaron 15 especímenes de resina, donde cinco especímenes fueron preparados para cada resina compuesta. Toda la muestra fue pulida con el sistema Astropol y posteriormente se evaluó la rugosidad superficial con un microscopio confocal, el cual obtuvo los valores y procesó sus datos tomando en cuenta los parámetros Ra, RMS, Skewness, Kurtosis, factor de Wenzel y dimensión fractal. Los resultados se analizaron con estadística inferencial mediante las pruebas de ANOVA de una sola vía y de Sheffé con un nivel de confianza del 0.05. Lo que dio como resultado que no existe una diferencia estadísticamente significativa en cuanto a los parámetros de rugosidad superficial evaluados en las tres resinas compuestas utilizadas. Además de ello, se logró demostrar que el sistema Astropol generó una superficie con menos irregularidades al pulir la resina Z 250. Y además se pudo concluir que el microscopio confocal ofrece un mejor análisis de la rugosidad superficial con la utilización de parámetros de rugosidad de forma y con el uso del instrumento microscopio confocal se logra obtener mayor información sobre la calidad de la superficie evaluada.

### **1.5 Justificación e importancia de la investigación**

La presente investigación amerita su realización en razón a que hoy en día es muy común el uso de resinas compuestas con nanopartículas en la práctica odontológica. Puesto que presentan en su estructura partículas de relleno con un reducido tamaño, lo que permite un mejor pulido de la superficie dental. A su vez, el procedimiento de pulido en las restauraciones posee una gran relevancia, ya que nos permite evitar tinciones, posibles filtraciones, acúmulo de placa bacteriana y otras situaciones que conlleven a tener una rugosidad en la superficie de los dientes, afectando así la estética y teniendo como consecuencia la sustitución de la restauración. Además, existen actualmente en el campo odontológico comercial, una gran variedad de sistemas de pulido que traen consigo diferentes protocolos de uso y diversas características en la superficie que son pulidas, todo ello a razón de las indicaciones del fabricante. Lo cual resulta importante para los cirujanos dentistas poder determinar qué sistema de pulido ofrece una superficie menos rugosa al utilizar resinas compuestas con nanopartículas en los tratamientos restauradores. Considerando que una mejor calidad en la superficie nos permitirá obtener mejores resultados estéticos, así como favorecer la durabilidad del material, alcanzar el éxito clínico y lograr con ello la satisfacción del paciente.

### **1.6 Limitaciones de la investigación**

En la investigación realizada se consideró como limitación el hecho no haber empleado piezas dentales reales ni adecuarlas a un escenario real, ya que se trató de estudio experimental In Vitro. En la actualidad esta limitación es patente y se espera en adelante superar para obtener mejores mediciones. Paralelamente otra limitación radica en la poca accesibilidad al empleo de instrumentos de medición para rugosidad superficial más avanzados, tales como el microscopio de fuerza atómica que brinda imágenes a resoluciones de 1mm a 1 micra.

## **1.7 Objetivos de la investigación**

### **1.7.1 Objetivo General:**

Evaluar la rugosidad superficial de resinas compuestas con nanopartículas sometidas a dos sistemas de pulido.

### **1.7.2 Objetivos Específicos:**

1. Determinar los valores de rugosidad superficial que presenta la resina compuesta con nanopartículas Palfique LX5, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-lex y Super Snap.
2. Determinar los valores de rugosidad superficial que presenta la resina compuesta con nanopartículas Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-lex y Super Snap.
3. Comparar la rugosidad superficial entre las resinas compuesta con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes de aplicar diferentes sistemas de pulido.
4. Comparar la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, después de aplicar diferentes sistemas de pulido.
5. Comparar la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.
6. Comparar la variación de la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.

## 1.8 Hipótesis

### 1.8.1 Hipótesis General:

La rugosidad superficial de las resinas compuestas con nanopartículas presentaría diferencias significativas, al ser sometidas a dos sistemas de pulido.

### 1.8.2 Hipótesis Específicas:

1. La rugosidad superficial de la resina compuesta con nanopartículas Palfique LX5, presentaría diferentes valores, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-lex y Super Snap.
2. La rugosidad superficial de la resina compuesta con nanopartícula Filtek Z350 XT, presentaría diferentes valores, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-lex y Super Snap.
3. La rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, presentarían diferencias significativas, antes de aplicar diferentes sistemas de pulido.
4. La rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, presentarían diferencias significativas, después de aplicar diferentes sistemas de pulido.
5. La rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, presentarían diferencias significativas al comparar el antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.
6. La rugosidad superficial de las resinas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT presentarían diferencias significativas al comparar las variaciones, entre el antes y después, de aplicar diferentes sistemas de pulido.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco conceptual

**2.1.1 Resinas Compuestas.** El período en el que las resinas compuestas se desarrollaron como un biomaterial muy utilizado en la práctica odontológica, se dio a partir del año 1962. Todo ello a raíz de que el Dr. Ray L. Bowen creara una resina que incluyera dentro de sus componentes una matriz de resina de Bis-GMA ó Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato, dando como resultado la presentación de tres componentes finales: una matriz orgánica, partículas inorgánicas o material de relleno y un agente de unión o también llamado silano. A partir de ello se han realizado investigaciones y avances respecto a las resinas compuestas, pudiendo innovar en nuevas aplicaciones y procedimientos, así como también en resolver deficiencias, siendo una de las más conocidas la contracción del material en el proceso de polimerización (Bowen, 1962).

En la actualidad las resinas compuestas se desarrollan bajo el concepto de ser un conjunto de resinas que responden al proceso de polimerización, cuando éstas se mezclan con una fase inorgánica o también conocida como partículas de relleno que se unen con un agente llamado silano. Además, estos elementos incorporan algunos complementos en su composición con la finalidad de obtener un mejor proceso de polimerización, opacidad radiográfica y viscosidad (Rodríguez et al., 2008; Park et al., 2008).

#### 2.1.1.1 Elementos que conforman una resina compuesta.

**A. Matriz Orgánica.** Constituida por la unión de monómeros funcionales que se presentan como alifáticos u aromáticos, que tienen como elemento principal al monómero Bisfenol Glicidil Metacrilato, el cual tiene como característica más importante su elevado peso molecular, teniendo como resultado menor porcentaje de contracción en el proceso de fotopolimerización, menor volatilidad y difusión sobre las estructuras dentarias. (Anseth et al.



1996). No obstante, al considerar el elevado peso molecular del monómero Bis-GMA y su repercusión en la alta viscosidad que presentaba la resina durante su manipulación, hizo que se pudiese incluir a otro monómero llamado UDMA, el cual al tener similares propiedades permitía al compuesto una mejor manipulación, menor viscosidad y propiedades ópticas ideales (Fong et al., 2005).

Una forma de poder contrarrestar dichas deficiencias fue que el Bis-GMA pueda incluir dentro de su composición, monómeros de menor viscosidad que a su vez posean un mayor grado de conversión de polimerización, y dentro de los cuales se mencionan al Trietilenglicol dimetacrilato ó TEDGMA. Logrando así que mejore la manipulación de la resina y aumente su flexibilidad (Fortin y Vargas, 2000).

**B. Partículas Inorgánicas.** Pueden ser partículas o fibras de refuerzo que forma una fase continua, proporcionando estabilidad en las dimensiones que conforman la matriz.

La adición de partículas de carga inorgánica tiene como objetivo principal mejorar las propiedades mecánicas de las resinas compuestas y disminuir la cantidad de matriz orgánica, reduciendo con ello, una de sus principales desventajas como es la contracción de polimerización, el alto coeficiente de expansión térmico lineal (CETL) y la sorción de agua (Reis y Dourado Loguercio, 2012, p.146).

Las partículas de relleno que conforman la fase inorgánica de la resina, estaban compuestas principalmente de partículas de cuarzo, sílice coloidal o vidrio. Ya que presentaban una morfología con alta resistencia a la deformación y proporcionaban un mejor proceso de adhesión cuando están en contacto con los agentes de conexión (Albers, 1998).

**C. Agente de Unión.** Para que los componentes de una resina compuesta se puedan unir se necesita que exista una unión química y fuerte entre la matriz orgánica y las partículas de relleno. Cuando el agente de unión o acoplamiento permite recubrir a las partículas de relleno,

hace posible que se dé la unión de las dos fases: relleno y matriz, obteniendo características similares de las fases mencionadas.

Las resinas compuestas en la actualidad presentan dentro de su composición un agente de unión bastante utilizado y conocido como la gama metacriloxipropil trietoxisilano. El cual consiste en ser una molécula bifuncional que presenta por un extremo, uniones frente a grupos hidroxilos de las partículas de relleno a base de sílice y por el otro, uniones con grupos metacrilatos de los monómeros que conforman la matriz realizando polimerización conjunta y logrando una fuerte unión en base a un enlace covalente entre la matriz orgánica y las partículas de relleno. Este agente responsable de dicha unión es básicamente una molécula con doble funcionalidad que se su estructura a grupos silanos en un extremo y a metacrilatos por el otro extremo. Es muy común encontrar resinas compuestas en área odontológica comercial que contengan una matriz de relleno conformada principalmente por sílice y un agente de acoplamiento o unión conocido como silano. Siendo éste el más utilizado en la actualidad (Schmidsedeir, 1999).

**D. Sistema activador\ iniciador.** La polimerización de los monómeros de dimetacrilato que conforman la matriz orgánica, dentro de los cuales encontramos al Bis GMA, UDMA, BIS EMA, TEGDMA, EGDMA y otros, se logra por la polimerización de adición que da su inicio luego de la formación de radicales libres. Los cuales pueden ser activados por estimulación de un agente químico o físico (luz visible o calor). Estableciendo la clasificación en las resinas compuestas cuando éstas son fotoactivas o químicamente activadas (Reis y Dourado Loguercio, 2012).

Hoy en día, la gran variedad de resinas compuestas incluye dentro su proceso de polimerización foto activadores, los cuales utilizan la energía que provee la luz visible como estímulo para activar al sistema iniciador de la resina. Este sistema de foto iniciación lo lleva a

cabo generalmente la canforquinona, una dicetona y una amina alifática. Y en situaciones donde se da la activación por la luz visible, la longitud de onda varía entre 420 nm y 500nm (Rueggeberg, 1999).

**E. Modificadores de color.** Las resinas compuestas se comercializan en diferentes colores con la finalidad de lograr mimetizarse con las estructuras dentarias. Para ello se adicionan diferentes tipos de pigmentos inorgánicos (óxidos metálicos); para con ello, otorgarle propiedades ópticas como tono y translucidez

**F. Inhibidores de la Polimerización.** Son una pequeña cantidad de inhibidores que evitan la polimerización espontánea de los monómeros de la resina compuesta.

Los inhibidores que conforman las resinas compuestas con más frecuencia son el hidroxitolueno butílico y la hidroquinona, los cuales se encargan de generar a la resina un mayor tiempo de duración, incluso durante su almacenamiento (Reis y Dourado Loguercio, 2012).

#### **2.1.1.2 Clasificación de las Resinas Compuestas según la dimensión de sus partículas de relleno.**

**A. Macropartículas.** Este en este tipo de resina el tamaño de sus partículas oscila entre 10-50  $\mu\text{m}$ , llegando en algunos casos a presentar partículas de 100  $\mu\text{m}$ . El gran tamaño de sus partículas generó un buen desempeño de sus propiedades mecánicas, sin embargo, mostró deficiencias en el acabado y la estética dando superficies rugosas con poco brillo y con la posibilidad de presentar pigmentaciones, motivo por el que en la actualidad no son tan comercializadas (Phillips et al., 1973).

**B. Micropartículas.** Las resinas de micropartículas presentan dimensiones que van de los 0.01 $\mu\text{m}$  a 0.05 $\mu\text{m}$ . Este tipo de resinas están indicadas para restauraciones dentarias del sector anterior, ya que presentan una alta estética que trae consigo un buen acabado, brillo y

pulido superficial. Sin embargo, su desempeño es bajo respecto a sus propiedades mecánicas (Bayne, 2000).

**C. *Microhíbridas*.** Considerando algunas de las deficiencias que presentaban las resinas ya creadas y en busca su mejora y evolución, se desarrolló resinas de tipo microhíbridas, las cuales buscan ser una mezcla de la propiedades y características de las resinas antes mencionadas con la finalidad de tener óptimas propiedades estéticas y mecánicas. El tamaño de sus partículas oscila entre 0.4 – 1.0  $\mu\text{m}$  y una de sus principales ventajas es la de poseer una ideal resistencia al desgaste y textura superficial (Dietschi et al., 1994).

**D. *Nanoparticuladas/ Nanorelleno*.** Representan la innovación de las resinas, puesto que su mayor desarrollo se da en el tamaño de sus partículas las cuales son menores a los 10 nm, los cuales se distribuyen en grupos denominados nanoclúster (75 nm) o individualmente. Dentro de sus propiedades más resaltantes están la alta translucidez, el excepcional brillo y pulido; todo ello manteniendo las propiedades físico-mecánicas lo que asegura su aplicación tanto en el sector anterior como posterior (Bayne, 2000).

### **2.1.1.3 Resinas compuestas utilizadas en la investigación**

**A) *Resina Compuesta Palfique LX5*.** Es una resina compuesta que posee un relleno en base a nanopartículas esféricas con tamaño menor a una micra entre 0.1 a 0.3  $\mu\text{m}$ . Se activan mediante la fotopolimerización y es radiopaca. Su aplicación es para todo tipo de restauración dentaria incluyendo sector anterior y posterior. Respecto a su composición están se conforman por 71% de relleno de sílice-dióxido de zirconio y el 11% restante de composite. Debido al aumento en su carga de relleno es que existe una menor contracción en el proceso de polimerización. Y en cuanto a los monómeros que incluyen su matriz están el Bis-GMA y el trietilenglicol dimetacrilato. El sistema iniciador que presenta esta resina tiene la innovación de tener una fotopolimerización radical amplificada. Dentro de sus principales ventajas están

la de brindar un excelente pulido y brillo, así como tener una ideal resistencia al desgaste. La fotopolimerización que requiere esta resina se lleva a cabo con lámparas que tengan una longitud de onda con espectro de 400 a 500nm que podría llegar inclusive a 470nm a diferencia de las resinas compuestas tradicionales (Palfique LX5® Tokuyama dental ® Corporation).

**B) Resina Compuesta Filtek Z350 XT.** La resina Filtek Z350 XT considerada como de nanorrelleno, posee partículas de nano sílice con dimensión de 20nm y conglomerados de partículas o nanoclúster de zirconio y sílice de 5 a 20 nm. Dentro de los monómeros que incluye la matriz están el Bis-GMA, bis-EMA, UDMA y TEGDMA. En cuanto a su proceso de fotopolimerización la resina es activada mediante la luz visible. Presenta radiopacidad y una excelente retención del brillo en el pulido. En cuanto a su aplicación está indicada para cavidades del sector anterior y posterior. Presenta también una gran variedad de tonos y opacidades.

### **2.1.2 Rugosidad Superficial.**

La rugosidad superficial está asociada a procedimientos de acabado y pulido inadecuados; lo que podría ocasionar en aumento del desgaste, menor estabilidad del color y acúmulo de placa bacteriana, generando un deficiente desempeño de la restauración (Reis y Dourado Loguercio, 2012, p.171).

La unidad de rugosidad en el Sistema Internacional es la micra o micrómetro (1 micra= 1  $\mu\text{m}$ = 0,000001= 0,001mm), y en otros sistemas de medición como sistema anglosajón, es la micropulgada ( $\mu$ ). Dicha medida se establece mediante los planos constructivos de las piezas utilizando signos y valores numéricos, tomando en cuenta las normas de calidad vigentes; las cuales pueden ir variando entre los países (Larburu, 2004).

Encontrarse con una superficie con mayor o menor rugosidad va a depender de su acabado superficial; y es que este procedimiento nos va a permitir definir la micro geometría

de las superficies logrando así que cumplan la función para las que fueron realizadas (Heirriko, 2016).

La medición de la rugosidad de una pieza, se lleva a cabo mediante el uso de instrumentos electrónicos llamados rugosímetros, los cuales nos brindan valores que expresan la medición de la rugosidad media ( $R_a$ ) y de la profundidad de la rugosidad media ( $R_z$ ) y la rugosidad media ( $R_a$ ); se expresa en micras y la lectura de los valores o la medición se muestra en un programa de computador o un documento gráfico (Larburu, 2004).

**2.1.2.1 Medición de la Rugosidad Superficial.** La rugosidad superficial concierne a un conjunto de irregularidades que se dan en una superficie real como producto de su fabricación. Todas estas irregularidades son expresadas en una superficie mediante picos y valles y se distribuyen de manera aleatoria, razón por la cual se necesita de parámetros estadísticos para poder cuantificar la rugosidad. El análisis de los datos en base a la estadística permite en muchos casos poder establecer parámetros como la rugosidad rms ( $R_{rms}$ ) y la rugosidad promedio ( $R_a$ ) (Hinojosa, 2001).

### **2.1.3 Acabado y Pulido.**

Este procedimiento tiene como objetivo eliminar los excedentes de material y dejar lisas las superficies rugosas que presentan irregularidades, producto de la polimerización. Una restauración con una superficie rugosa puede resultar molesta y dificultar la higiene oral, ya que los restos alimenticios y la placa pueden adherirse fácilmente a la misma. Cuando una restauración se encuentra cerca de la encía, la rugosidad superficial puede producir una irritación dolorosa y una posible recesión gingival (Craig, 1998).

El buen acabado y pulido de estas restauraciones son procedimientos claves muy importantes tanto para la estética como para la longevidad de la restauración (Venturini, 2008).

Acabado se refiere al contorneado o reducción de la restauración con la finalidad de obtener anatomía deseada, mientras que pulido es definido como el procedimiento que permite reducir las superficies rugosas y arañazos creados por los instrumentos de contorneado y acabado, además de la superficie irregular dada por la polimerización del material (Yap,1998).

Existen diversos factores que influyen en la rugosidad superficial de las resinas compuestas luego de los procedimientos de acabado y pulido. Algunos de estos guardan relación con el material, tales como la dureza, la cantidad y el tamaño de las partículas de relleno, mientras que otros factores, son dictados por las características de los materiales que se utilizan en el acabado y pulido, tales como la flexibilidad de los instrumentos abrasivos, la dureza del abrasivo y la granulación (Strassler, 1992).

### **2.1.3.1 Sistemas de Pulido utilizados en la investigación**

**A. Sistema de Pulido Sof-Lex (3M ESPE).** Este sistema de acabado y pulido consta de cuatro discos codificados por color, los cuales están recubiertos de una capa abrasiva de óxido de aluminio. Tienen la función de reducir las irregularidades, contornear, dar el acabado y pulir las restauraciones dentarias. Su utilización se lleva a cabo siguiendo una secuencia de discos los cuales inician con granos gruesos abrasivos y terminan con un grano superfino. Están indicados para el pulido de restauraciones del sector anterior, troneras y bordes incisales, en el sector posterior tienen una limitada extensión. Los discos son de fácil manipulación y poseen en el centro un aro metálico en el que se inserta un mandril, lo cual permite el cambio entre disco y disco.

Instrucciones de uso:

- Una vez realizada la restauración dentaria con resina, se procede a remover los excesos y con fresas de diamante o carburo.

- Para la eliminación de las superficies con mayores irregularidades, se utiliza el disco de grano grueso - 17 $\mu$ m con una velocidad mediana (10.000 r.p.m.)
- Respecto al contorneado se utiliza el disco de grano mediano- 7  $\mu$ m con una velocidad mediana en un tiempo de 15 a 20 segundos.
- Siguiendo la secuencia, sigue el disco de grano fino – 5.7  $\mu$ m con una velocidad (30.000 r.p.m) en un tiempo de 15 a 20 segundos.
- En pulido y para finalizar utilizar el disco de grano super fino- 1.6  $\mu$ m con una velocidad alta (30.000 r.p.m) en un tiempo de 15 a 20 segundos. Eliminando el polvo producido y los residuos de resina que queden de la restauración.  
Considerando desechar el disco en cada uso.

(3M ESPE S.A. Perfil técnico del producto Sof-Lex TM Sistemas de terminado y pulido).

**B. Sistema de Pulido Super Snap (Shofu).** Consiste en ser un sistema a base de discos flexibles impregnados con carburo de silicio u óxido de aluminio. Consta de cuatro discos diferenciados por color, los cuales están diseñados para realizar el acabado y pulido en las restauraciones dentarias en base de resina compuesta.

Este sistema no presenta un aro de metal en la parte central, por lo que resulta ser una herramienta estable en el pulido y acabado. Respecto al tamaño de su presentación éstos se encuentran de 8 mm y 12 mm. Es un sistema completo de discos de cuatro pasos de discos codificado por color. Dichos discos están diseñados para realizar el acabado y pulido de las resinas compuestas de manera fácil, cómoda y segura.



Instrucciones de uso: El sistema Super-Snap obtiene resultados óptimos teniendo en cuenta que los discos deben ser utilizados con una ligera presión, haciendo uso o no del agua, y una pieza de mano de baja velocidad, a una velocidad de entre 10.000 y 12.000 rpm.

(Shofu. Perfil técnico del producto. Sistema de acabado y pulido).

### III. MÉTODO

#### 3.1 Tipo de Investigación

Experimental: in vitro, prospectivo, comparativo y longitudinal.

#### 3.2 Población y muestra

##### - Población

Para el presente trabajo de investigación, se utilizaron materiales restauradores dentales definitivos de Resina Compuesta con nanopartículas fotopolimerizables de la marca Palfique LX5 y Z350 XT.

##### - Muestra

Por tratarse de una variable cuantitativa (Rugosidad Superficial) y con el objetivo comparar, el tamaño de la muestra se calculó mediante la fórmula para comparar medias:

$$n = \frac{2 * (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * (S_1)^2}{d^2} = 8$$

Los valores de desviación estándar estimado fueron obtenidos de los resultados de Moura et al. (2015); y que fueron aplicados para determinar el tamaño de muestra teniendo en cuenta los siguientes valores:

- Nivel de confianza o seguridad: 95%

- Z= 2.57

- Poder estadístico: 80%

- Nivel de precisión (d): 0.025

- Varianza  $S^2 = 0.000256$

Para obtener el tamaño de la muestra se sustituyen los valores y se obtiene:

$$n = \frac{2 * (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * (S_1)^2}{d^2} = 8$$

$$Z_{\alpha} = 2.57$$

$$Z_{\beta} = 0.84$$

$$S = 0.016$$

$$d = 0.025$$

$$n = 8$$

Por lo que se trabajó con 8 especímenes de resina compuesta para cada grupo de comparación (4 grupos) dando un total de 32.

#### **- Unidad de Análisis**

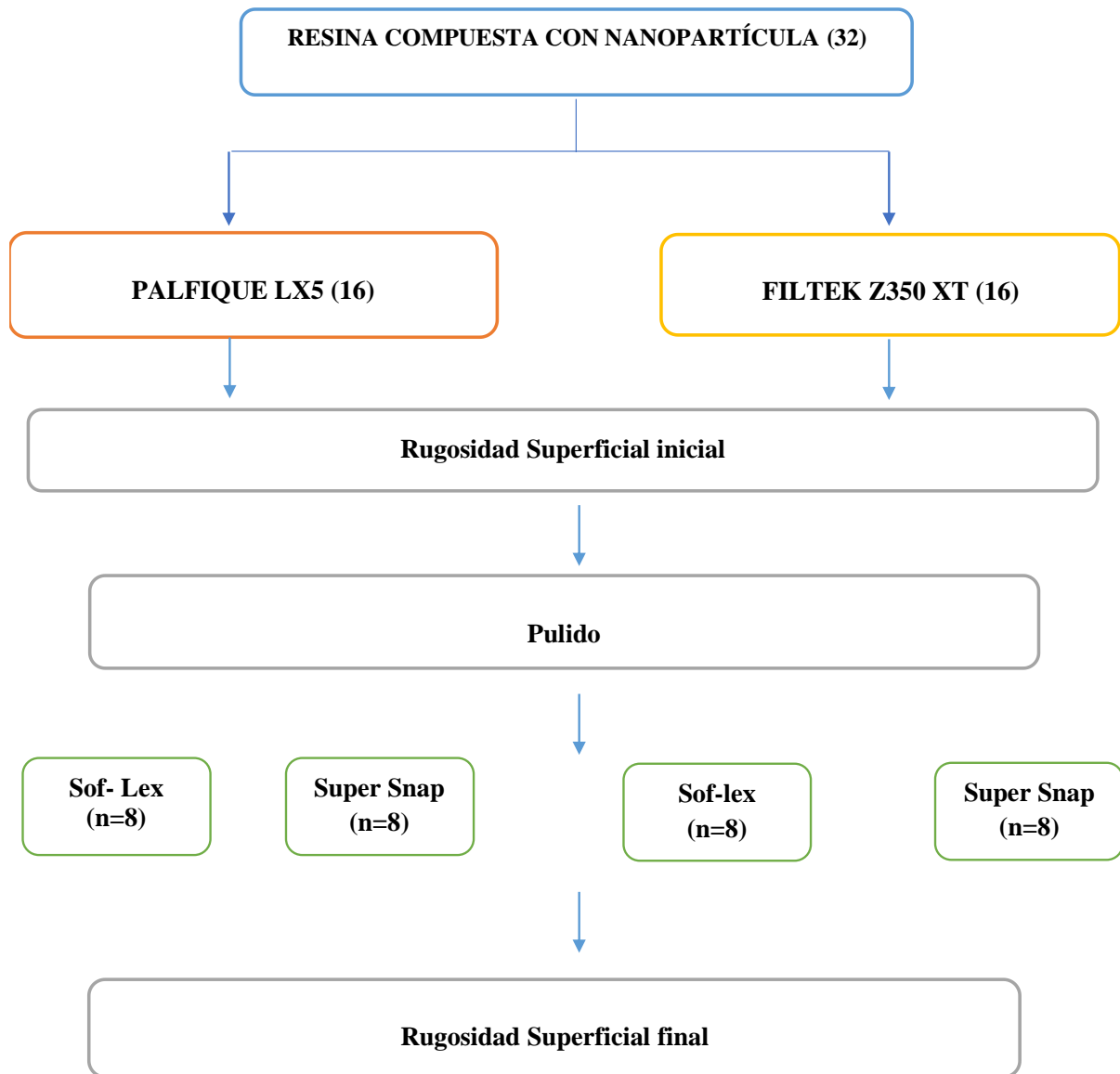
Un espécimen de resina compuesta activada mediante fotopolimerización con luz Led, conformó la unidad de análisis cuya dimensión corresponde a 6mm de diámetro y 4mm de espesor. El tipo de muestreo fue mediante la asignación aleatoria de grupos. De acuerdo al tamaño muestral = 32 y al tipo de muestreo, se realizó la distribución en 4 grupos (n=8) correspondiente a la resina y el sistema de pulido seleccionados.

Distribución de la muestra en grupos:

- *Grupo A1*: Resina Palfique LX5 y sistema de pulido Sof-Lex.
- *Grupo A2*: Resina Palfique LX5 y sistema de pulido Super Snap.
- *Grupo B1*: Resina Filtek Z350 XT y sistema de pulido Sof-Lex.
- *Grupo B2*: Resina Filtek Z350 XT y sistema de pulido Super Snap.

**Figura 1.**

*Esquema del Diseño experimental de la Investigación*



*Nota.* Elaboración propia del autor.

**Criterios de inclusión**

- Especímenes de resina compuesta con un diámetro de 6 mm.
- Especímenes de resina compuesta con espesor de 4 mm.
- Especímenes de resina compuesta elaborados con un mismo tono A2 y tipo de resina (Palfique LX5 – Filtek Z350 XT).

**Criterios de exclusión**

- Especímenes de resina compuesta que presenten en la superficie objetos extraños.
- Especímenes de resina compuesta que presenten irregularidades en su tamaño y forma.
- Especímenes de resina compuesta con manchas o tinciones generadas al momento de la manipulación.
- Especímenes de resina compuesta con insuficiente o ausente proceso de polimerización.

### 3.3 Operacionalización de las variables, definición conceptual y operacional

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala	Categoría de escala	Valor
<b>Independiente</b>						
<b>Sistemas de pulido</b>	Sistema con el cual se disminuye la rugosidad superficial y mediante el cual se obtiene pulimento y brillo de la superficie del material.	Sistema de pulido Sof-Lex y Super Snap que reducen la rugosidad superficial y mediante el cual se obtiene lustre y brillo de la superficie de las resinas compuestas Palfique LX5 y Z350 XT	Aplicación del sistema de pulido según la composición indicada por el fabricante.	Nominal	Cualitativo	Sof-Lex
						Super-Snap

<b>Dependiente</b>						
<b>Rugosidad Superficial</b>	Conjunto de irregularidades que se dan en una superficie real como producto de su fabricación.	Medida de las variaciones micrométricas con un rugosímetro, de las superficies de las resinas compuestas, las cuales les confiere aspereza.	Profundidad o variaciones micrométrica s obtenidas a través del rugosímetro y medidas en (μm)	Razón	Cuantitativo	μm

### **3.4 Instrumento**

El instrumento que se utiliza para realizar la medición de la rugosidad superficial es el rugosímetro. Dicho instrumento es bastante utilizado hoy en día, y es muy conocido su uso en el área de la ingeniería. El registro y medición de la rugosidad con este instrumento se da mediante el uso una fina punta o aguja que establece contacto con el área que se va a analizar (logrando introducirse entre los picos y valles), luego de ello la aguja realiza un movimiento de barrido siguiendo una trayectoria rectilínea y las variaciones captadas en la superficie son registradas o graficadas en un pequeño panel electrónico. Las dimensiones que presenta el radio o la forma de la aguja, es un indicador determinante y muy importante, puesto que influye en la resolución lateral del registro de las mediciones (Hinojosa, 2001).

Los valores obtenidos por el rugosímetro se registraron mediante una de ficha de recolección de datos de acuerdo al Anexo 1.

#### **3.4.1 Método**

El método usado en el estudio fue la observación, con el que a través de las fichas de recolección fueron recopilados los valores de rugosidad superficial obtenidos del ensayo de Rugosidad, utilizando el rugosímetro.

#### **3.4.2 Técnica**

La técnica se realizó mediante la observación de las variables. Basadas en las especificaciones establecidas por la Norma ISO 4049:2019 para “Materiales de Restauración a Base de Polímeros”.



### 3.5 Procedimientos

#### a) Parámetros climatológicos

- La temperatura del ambiente de trabajo se registró con un termómetro ambiental que posee un rango de  $-30\text{ C}^{\circ}$  a  $50\text{ C}^{\circ}$ , de donde se obtuvo una temperatura promedio.

#### b) Confección de especímenes

- La matriz para la elaboración de los 32 especímenes de resina compuesta fue confeccionada en base a un molde de acero inoxidable de 4 mm de espesor y 6 mm de diámetro que estuvo basada en las especificaciones establecidas por la Norma ISO 4049:2019 “Materiales de Restauración a Base de Polímeros”.

- El molde de acero inoxidable fue limpiado con alcohol isopropílico y luego se procedió a realizar el secado del mismo con gasas para su posterior uso.

- Se introdujo la resina compuesta Palfique LX5 (Tokuyama Dental) tono A2 en el molde de acero inoxidable para la obtención de los 16 primeros especímenes; mientras que los 16 restantes fueron confeccionados con la resina Filtek Z350 XT (3M Espe) tono A2. Todos ellos manipulados e insertados en el molde con una espátula de resina (TNPFIW3 Hu Friedy) (USA).

- Los incrementos de resina fueron de 2 mm y 1 mm, realizándose la fotopolimerización de cada espécimen de resina por 20 segundos según la indicación del fabricante. Todo ello se realizó con el uso de una lámpara de luz Led Elipar Led TM (SN 932125042355 3M ESPE) cuya intensidad lumínica fue de  $1200\text{ mW/cm}^2$ , la cual fue registrada por un radiómetro (Litex 682, Dentamérica<sup>®</sup>, USA).

- Para el último incremento de resina, se contrapuso a la parte superior del espécimen de resina; una lámina transparente de poliéster y sobre ella una lámina portaobjetos, con la

finalidad de generar una superficie uniforme. Luego de ello se realizó la fotopolimerización del mismo por un tiempo de 20 segundos. Al tener el espécimen ya confeccionado, se aplicó glicerina en la superficie del mismo y se realizó la fotopolimerización final por 20 segundos, con la finalidad de eliminar la capa inhibida de oxígeno. Posterior a dicho procedimiento en todos los especímenes, se realizó la medición inicial de la rugosidad de la muestra; considerando en este primer paso no utilizar sistema de pulido alguno. Este procedimiento se llevó a cabo en los 32 especímenes.

#### c) Medición de rugosidad inicial

Se tomó la primera lectura para realizar la medición de la rugosidad inicial de los 32 especímenes (sin pulido), realizando la medición en cuatro zonas por cada muestra. La rugosidad de las superficies fue registrada con el Rugosímetro Digital (Huatec SRT-6200) en el laboratorio de materiales HTL High Technology Laboratory Certificate, según las instrucciones y normas del rugosímetro.

Luego del registro de la primera medición, los especímenes fueron colocados en agua destilada en una estufa a 37 °C con la finalidad de simular el ambiente húmedo que presenta la cavidad oral a una temperatura ambiente por 24 horas y con ello lograr completar la polimerización del material.

#### d) Pulido de los especímenes

Luego del almacenamiento de la muestra se llevó a cabo el pulido final de los 32 especímenes. Para ello se utilizó un micromotor con contra ángulo de la marca Kavo (SN-2011108462) (Brasil), y se realizó dicho procedimiento de acuerdo al grupo al cual corresponda cada resina y su respectivo sistema de pulido: Sof-Lex y Super Snap. El procedimiento de pulido se llevó a cabo tomando en cuenta las indicaciones de fabricante.

e) Medición de la rugosidad final

En la segunda lectura, el rugosímetro registró los valores de rugosidad superficial en los especímenes luego de realizarse el pulido final, considerando el sistema de pulido asignado para cada resina. Al finalizar dicho procedimiento se procedió al llenado de las fichas de recolección de datos.

La evaluación de la rugosidad se realizó sucesivamente sobre la superficie, antes y después de cada procedimiento en cada espécimen.

Los valores registrados por el rugosímetro en cada lectura permitieron obtener la media aritmética que se da entre los picos y valles (Ra). Cada lectura fue obtenida con la aguja del rugosímetro al estar en contacto con la superficie evaluada, teniendo un total 128 lecturas para la primera medición y de igual forma en la segunda.

Los procedimientos para la obtención de los especímenes y el registro de las mediciones dadas por el rugosímetro fueron realizados por un solo operador previamente calibrado.

### **3.6 Análisis de datos**

Los datos recolectados fueron procesados en una computadora HP® Dual- Core con el sistema operativo Windows 10 Home, utilizando los siguientes programas: Microsoft Word 2017, Microsoft Excel 2017, SPSS v.24.0.

En cuanto a la interpretación de los resultados del presente estudio, éste se llevó a cabo considerando las variables, objetivos e hipótesis. Se realizó la presentación de los datos utilizando tablas y figuras.

Se realizó el análisis de los datos mediante estadística descriptiva con el uso de medidas de tendencia central y dispersión. Se llevó a cabo la prueba de hipótesis para evaluar la diferencia de medias entre grupos basándose en la normalidad de los datos. Se utilizaron las pruebas de Anova entre sujetos y T-Student para muestras relacionadas con el objetivo de comparar los valores de rugosidad superficial en los grupos de resinas al aplicar los diferentes sistemas de pulido. Considerando en primer lugar que se haya obtenido una distribución normal. Y aplicar la prueba no paramétrica como la prueba U de Man Whitney en caso de no tenerla.

#### IV. RESULTADOS

La rugosidad superficial obtenida para la resina Palfique LX5 con el sistema Sof-lex fue de  $0,330\pm 0,057\mu\text{m}$  y  $0,170\pm 0,099\mu\text{m}$  para antes y después del pulido respectivamente. De igual forma, se obtuvo los valores de  $0,448\pm 0,121\mu\text{m}$  y  $0,206\pm 0,091\mu\text{m}$  antes y después de ser sometidas al sistema de pulido Super Snap. (Tabla 1).

**Tabla 1.**

*Valores descriptivos para la rugosidad superficial de la resina Palfique LX5, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.*

Sistema de pulido	Grupo	n	Media	IC 95%		DE	EE	Min	Max
				Li	Ls				
Sof-lex	Antes	8	0,330	0,282	0,378	0,057	0,020	0,250	0,420
	Después	8	0,170	0,087	0,253	0,099	0,035	0,080	0,370
Super Snap	Antes	8	0,448	0,346	0,549	0,121	0,043	0,320	0,690
	Después	8	0,206	0,130	0,282	0,091	0,032	0,070	0,380

*DE: Desviación estándar; EE: Error estándar; IC 95%: Intervalo de confianza al 95%; Li: Límite superior; Ls: Límite inferior.*

*Nota:* Para el caso de la resina Filtek Z350 XT la rugosidad superficial obtenida con el sistema Sof-lex fue de  $0,353\pm 0,08\mu\text{m}$  y  $0,134\pm 0,04\mu\text{m}$  para antes y después del pulido respectivamente. En el mismo sentido, dicha resina obtuvo los valores de  $0,334\pm 0,105\mu\text{m}$ . y  $0,171\pm 0,059\mu\text{m}$  antes y después de ser sometida al sistema Super Snap. (Tabla 2).

**Tabla 2.**

*Valores descriptivos para la rugosidad superficial de la resina Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.*

Sistema de pulido	Grupo	n	Media	IC 95%		DE	EE	Min	Max
				Li	Ls				
Sof-lex	Antes	8	0,353	0,278	0,427	0,089	0,032	0,180	0,450
	Después	8	0,134	0,095	0,172	0,046	0,016	0,070	0,210
Super Snap	Antes	8	0,334	0,247	0,421	0,105	0,037	0,200	0,540
	Después	8	0,171	0,122	0,221	0,059	0,021	0,070	0,270

DE: Desviación estándar; EE: Error estándar; IC 95%: Intervalo de confianza al 95%; Li: Límite superior; Ls: Límite inferior.

*Nota:* La rugosidad superficial obtuvo valores similares en todos los grupos de resinas, antes de la aplicación de diferentes sistemas de pulido, pudiéndose observar que no hubo diferencias significativas ( $p=0,068$ ). (Tabla 3 y figura 2).

**Tabla 3.**

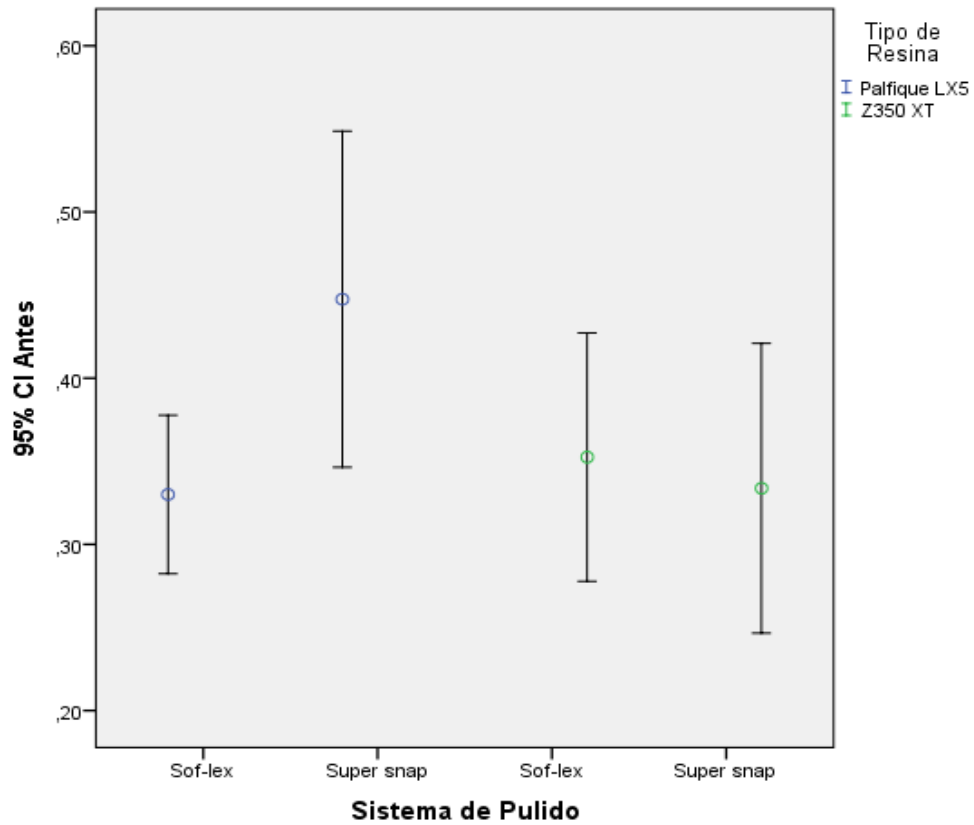
*Comparación de la rugosidad superficial entre grupos de resinas, antes de aplicar diferentes sistemas de pulido.*

Resinas	Sistema de pulido	Grupos	n	Media	DE	EE	F	p-valor <sup>a</sup>
Palfique LX5	Sof-lex	A1	8	0,330	0,057	0,020		
Palfique LX5	Super Snap	A2	8	0,448	0,121	0,043		
Filtek Z350 XT	Sof-lex	B1	8	0,353	0,089	0,032	2,658	0,068
Filtek Z350 XT	Super Snap	B2	8	0,334	0,104	0,037		

DE: Desviación estándar, EE: Error estándar, F: Prueba de ANOVA; p-valor < 0,05: diferencias significativas

**Figura 2.**

*Comparación de los valores promedio de rugosidad superficial promedio con intervalos de confianza al 95% entre los grupos de resina antes de aplicar los diferentes sistemas de pulido.*



*Nota:* Al comparar la rugosidad superficial entre los grupos de resinas, después de aplicar los diferentes sistemas de pulido, no se observaron diferencias significativas ( $p=0,335$ ). (Tabla 4 y figura 3).

Tabla 4.

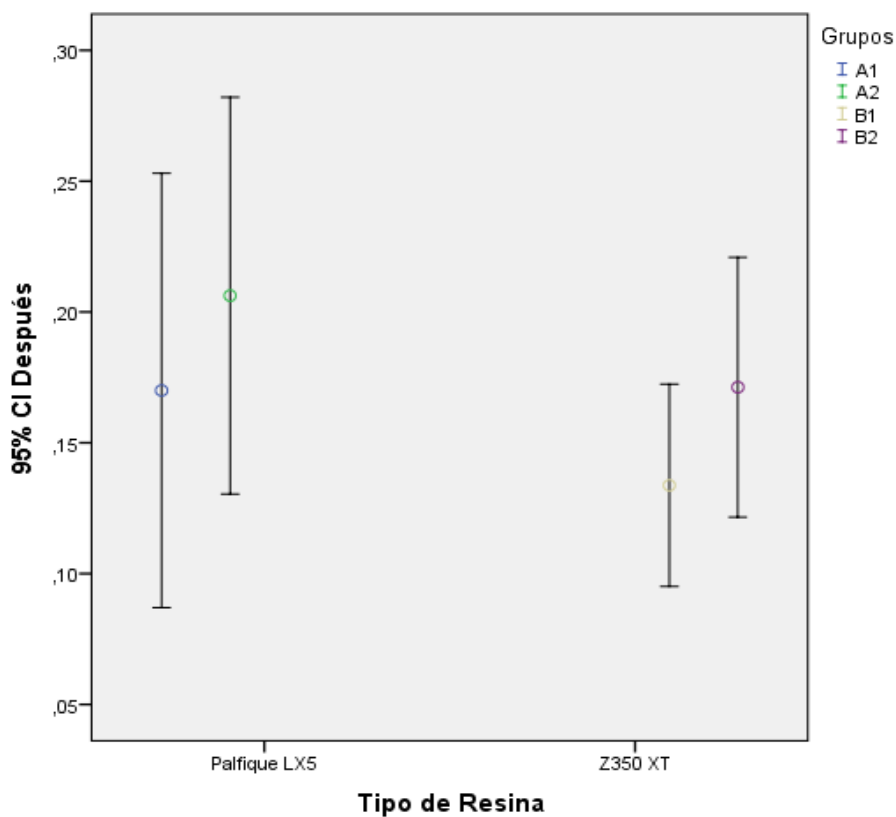
*Comparación de la rugosidad superficial entre grupos de resinas, después de aplicar diferentes sistemas de pulido.*

Resinas	Sistema de pulido	Grupos	n	Media	DE	F	p-valor
Palfique LX5	Sof-lex	A1	8	0,247	0,113		
Palfique LX5	Super Snap	A2	8	0,325	0,161		
Filtek Z350 XT	Sof-lex	B1	8	0,250	0,125	1,181	0,335
Filtek Z350 XT	Super Snap	B2	8	0,252	0,118		

DE: Desviación estándar, EE: Error estándar, F: Prueba de ANOVA; p-valor < 0,05: diferencias significativas

Figura 3.

*Comparación de los valores de rugosidad superficial promedio con intervalos de confianza al 95% entre los grupos de resina, después de aplicar los diferentes sistemas de pulido.*





*Nota:* Al realizar el análisis individual entre los grupos de resina, antes y después de la aplicación de los diferentes sistemas de pulido, se pudo observar que todos los grupos evaluados redujeron significativamente sus valores de rugosidad superficial ( $p < 0,05$ ) (Tabla 5).

**Tabla 5.**

*Comparación de la rugosidad superficial de las resinas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.*

Resina	Sistema de Pulido	Diferencia ( $\bar{X}_2 - \bar{X}_1$ )	DE	EE	IC 95%		t	p-valor <sup>a</sup>
					Li	Ls		
Palfique LX5	Sof-lex	-0,160	0,135	0,048	-0,273	-0,047	-3,344	0,012*
	Super Snap	-0,241	0,144	0,051	-0,121	-0,121	-4,749	0,002*
Filtek Z350 XT	Sof-lex	-0,219	0,066	0,023	-0,164	-0,164	-9,375	0,000*
	Super Snap	-0,163	0,116	0,041	-0,065	-0,065	-3,951	0,006*

<sup>a</sup>: Basado en la prueba T de Student para muestras relacionadas; ( $\bar{X}_2 - \bar{X}_1$ ): Diferencia de medias; ( $\bar{X}_2$ ): Después; ( $\bar{X}_1$ ): Antes; DE: Desviación estándar; EE: Error estándar; IC: Intervalo de confianza al 95%, Li: Límite inferior, Ls: Límite superior; t: Prueba T student; \*p-valor: Significativo ( $p < 0,05$ ).

*Nota:* Al comparar las diferencias de los promedios, entre el antes ( $\bar{X}_1$ ) y el después ( $\bar{X}_2$ ) de aplicar los diferentes sistemas de pulido, entre las resinas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, no hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,437$ ). (Tabla 6 y figura 4).

Tabla 6.

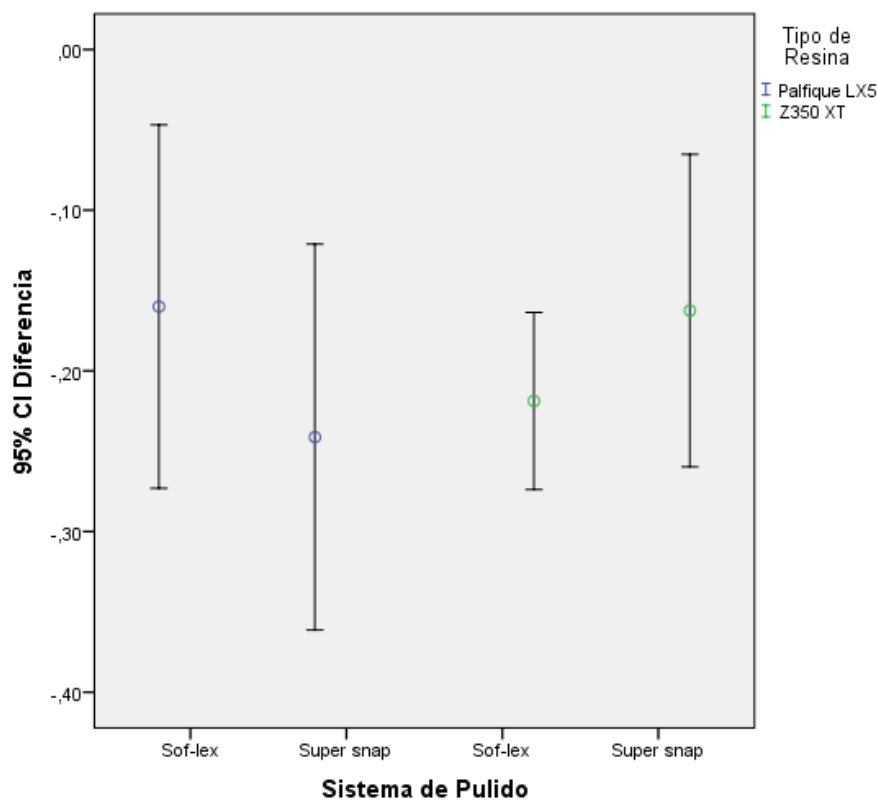
*Comparación de la variación de la rugosidad superficial entre grupos de resinas, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.*

Resina	Sistema de Pulido	Grupos	n	Media	DE	EE	IC 95%		F	p-valor <sup>a</sup>
							Li	Ls		
Palfique LX5	Sof-lex	A1	8	-0,160	0,135	0,048	-0,273	-0,047	0,935	0,437
	Super Snap	A2	8	-0,241	0,144	0,051	-0,361	-0,121		
Filtek Z350 XT	Sof-lex	B1	8	-0,219	0,066	0,023	-0,274	-0,164		
	Super Snap	B2	8	-0,163	0,116	0,041	-0,260	-0,065		

F: Prueba de ANOVA; p-valor < 0,05: diferencias significativas; DE: Desviación estándar; EE: Error estándar; IC: Intervalo de confianza al 95%, Li: Límite inferior, Ls: Límite superior.

Figura 4.

*Comparación de la diferencia de promedios de los valores de rugosidad superficial entre los grupos de resinas, antes y después de la aplicación de los sistemas de pulido.*



## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La odontología restauradora en la actualidad ha logrado grandes avances respecto al uso de biomateriales y alternativas de tratamiento; a su vez, con el aporte de la nanotecnología se han desarrollado resinas compuestas con un tamaño reducido de sus partículas de relleno, trayendo consigo mejoras en sus propiedades mecánicas y estéticas, pudiéndose mencionar la resistencia al desgaste, mejor pulido y retención del brillo. Además de ello, el uso de sistemas de pulido en el acabado final de las restauraciones nos permite disminuir la rugosidad superficial garantizando así la suavidad y calidad de las superficies dentales, obteniendo una estética ideal y el éxito clínico.

El propósito de este estudio *in vitro* fue evaluar la rugosidad superficial de resinas compuestas con nanopartículas sometidas a dos sistemas de pulido. Las resinas compuestas que se utilizaron para el estudio fueron Palfique LX5 (Tokuyama Dental) y Filtek Z350 XT (3M Espe) con los sistemas de pulido Sof-Lex (3M Espe) y Super Snap (Shofu). Luego del análisis de los resultados, se pudo observar que, al comparar las diferencias de los valores de la rugosidad superficial, antes y después de ser sometidos a dos sistemas de pulido, no se observaron diferencias significativas entre las resinas empleadas. Lo cual podría explicarse al considerar que las resinas compuestas que contienen nanopartículas de relleno, son menos susceptibles a generar partículas sueltas, producto del desprendimiento que se provoca cuando éstas entran en contacto con el material abrasivo de los discos en los sistemas de pulido, dando como resultado menor irregularidad en la superficie. Sin embargo, hay que resaltar que al evaluar la efectividad del sistema de pulido Sof-lex y Super Snap estos permitieron reducir significativamente la rugosidad superficial de las resinas nanoparticuladas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, esto se debió probablemente a que al tratarse de sistemas de pulido de cuatro pasos, utilizan una secuencia de discos impregnados con partículas abrasivas de óxido de

aluminio, los cuales van desde el grano grueso y van disminuyendo hacia el grano fino, lo que garantiza un proceso de desgaste selectivo.

La metodología utilizada en el presente estudio fue similar a la de Vásquez (2018), el cual elaboró un molde metálico de diámetro 6mm x 4mm de altura para la confección de los especímenes usando resinas de nanotecnología. La preparación de los especímenes se realizó de acuerdo a la Norma ISO 4049:2019 y el procedimiento de pulido se llevó cabo siguiendo las indicaciones del fabricante, además se conservó la muestra en una estufa con agua destilada para simular el ambiente húmedo de la cavidad bucal y de esta manera permitir el proceso final de polimerización. Adicionalmente, se incluyó como parte del procedimiento la aplicación de glicerina en la superficie de todos los especímenes de resina antes de fotopolimerizar la última capa, con la finalidad de evitar la capa inhibida de oxígeno, cuya presencia genera la absorción de agua o saliva y la posterior decoloración de la resina. Por ello, Marigo et al. (2017) recomendaron el uso de la glicerina antes de fotopolimerizar la última capa de resina, ya que forma una barrera física que optimiza las condiciones de los procesos de polimerización actuando como un inhibidor del oxígeno atmosférico, el cual logra convertir radicales altamente reactivos en hidroperóxidos relativamente estables, permitiendo que se obtenga una mejor calidad de foto curado en la capa más externa de las resinas compuestas.

En esta investigación, las resinas Palfique LX5 y Z350 XT al ser pulidas con el sistema Sof-Lex presentaron valores mínimos de rugosidad superficial de 0.080  $\mu\text{m}$  y 0.070  $\mu\text{m}$  respectivamente, mientras que con el sistema Super Snap, las resinas antes mencionadas presentaron valores mínimos de rugosidad superficial de 0.070  $\mu\text{m}$  para ambas. Estos valores se ajustan a la norma de calidad superficial ISO 1302:20202, ya que esta norma considera como aceptables la rugosidad superficial entre 0.0025  $\mu\text{m}$  a 0.80  $\mu\text{m}$ . Además, los valores obtenidos en este estudio concuerdan con lo obtenido por Midobuche et al. (2016), quienes evaluaron la rugosidad superficial de tres sistemas de pulido: Discos Sof-Lex, copas pulidoras Jiffy y

Sistema Optrapol en resinas estéticas de nanopartículas, obteniendo valores de rugosidad superficial por debajo de  $1 \mu\text{m}$  lo cual responde a los parámetros establecidos, y a su vez permitió determinar que los métodos de pulido utilizados, son clínicamente aceptables.

En cuanto a la diferencia de la rugosidad superficial de la resina Palfique LX5 y Z350 XT, antes y después de ser pulida ambas con el sistema Sof-Lex y Super Snap, se observó que no hubo diferencias significativas, estos resultados se pudieran deber a que las resinas utilizadas presentaron partículas de relleno con una microestructura, pudiendo esto favorecer una superficie con menor rugosidad desde antes del pulido, siendo esto respaldado por el estudio de Dias et al. (2018), quienes llegaron a la conclusión que las resinas de nanopartículas evidenciaron un mayor rendimiento, ya que están compuestas de aglomerados de partículas de zirconio- sílice (nanoclúster) con un relleno de tamaño nanométrico poco compacto y un mayor porcentaje de carga inorgánica, lo que favorece a un menor desprendimiento de dichas partículas durante el pulido, generando así una superficie con menos defectos y una mejor retención del pulido.

Respecto a los sistemas de pulido Sof-Lex (3M Espe) y Super Snap (Shofu) utilizados en el presente estudio, estos se componen de 4 discos de papel impregnados con óxido de aluminio que van de un grano grueso a uno súper fino, con la diferencia de que los discos Super Snap están impregnados también con carburo de silicio y presentan una superficie homogénea. Por otro lado, los discos Sof-Lex constan de un aro de metal en la parte central; el cual ofrece mayor flexibilidad y capacidad para adaptarse a distintas superficies, permitiendo un desgaste uniforme y un menor nivel de abrasividad, dando como resultado que ambos sistemas sean efectivos al reducir la rugosidad superficial en las resinas compuestas y no se observe diferencias significativas entre ellos. Siendo esto concordante con el estudio de Balbina et al. (2020), quienes demostraron que el uso de discos abrasivos impregnados con óxido de aluminio, presentan un mejor desempeño en la reducción de la rugosidad presente en la

superficie de las resinas compuestas, así como en la interfase de las mismas con estructura dentaria. Lo cual se debe a su capacidad para cortar las partículas de relleno y la matriz por igual; ya que la composición de los discos en sus tamaños de grano medio y fino permitieron la creación de una superficie más lisa y homogénea. Así mismo, en el estudio de Yucci (2017) quién realizó una comparación de la rugosidad superficial en tres sistemas de pulido al utilizar resinas de nanopartículas, concluyó que la rugosidad se vio influenciada por el tamaño de partícula, la dureza y la cantidad de relleno de la resina, así como la flexibilidad del material utilizado para el pulido, siendo esto concordante y reforzado con el estudio de Alfawaz (2017), el cual reportó que la rugosidad superficial además de lo mencionado anteriormente, varía de acuerdo al sistema de pulido y resina compuesta que se utilice.

La decisión de estudiar a las resinas compuestas con nanopartículas y a los sistemas de pulido que actúan sobre ellas, se debió a la importancia e influencia que tiene el procedimiento de pulido en la durabilidad del tratamiento restaurador; y, ya que existen en el campo odontológico diversos sistemas con diferente composición del material abrasivo que influyen en su rendimiento clínico; es que se utilizó los sistemas más conocidos y recomendados por diferentes autores, tal como lo mencionan en los estudios de St-Pierre et al. (2019) y Bansal et al. (2019) ya que reportaron buenos resultados al aplicarlo sobre resinas nanoparticuladas

Como limitación de la presente investigación, se reconoce que los resultados obtenidos no se pueden extrapolar al campo clínico puesto que el diseño de esta investigación fue *in vitro*, por ello se recomienda realizar ensayos clínicos aleatorizados referente al objetivo planteado en este estudio. Además, se recomienda realizar estudios comparativos con el mismo diseño de investigación propuesto, incluyendo sistemas de pulido de uno o más pasos, resinas compuestas de nanopartículas del tipo Bulk Fill, así como también controlar la variable de aplicación de glicerina antes del último proceso de fotopolimerización.

Respecto a los datos analizados en el presente estudio, éstos demuestran que las resinas de nanopartículas presentan una superficie con una mejor calidad cuando se utilizan sistemas de pulido Sof-lex y Super Snap, debido a que en su composición presentan partículas de relleno de menor tamaño, trayendo consigo la reducción significativa de surcos e irregularidades y por ende menor rugosidad superficial.

## VI. CONCLUSIONES

- La rugosidad superficial que presentó la resina compuesta con nanopartícula Palfique LX5, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-Lex fue 0,330  $\mu\text{m}$  y 0,170  $\mu\text{m}$  mientras que con el sistema Super Snap fue de 0,448  $\mu\text{m}$  y 0,206  $\mu\text{m}$ .
- La rugosidad superficial que presentó la resina compuesta con nanopartícula Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar sistema de pulido Sof-Lex fue 0,353  $\mu\text{m}$  y 0,134  $\mu\text{m}$  mientras que con el sistema Super Snap fue de 0,334  $\mu\text{m}$  y 0,171  $\mu\text{m}$ .
- No hubo diferencias estadísticamente significativas al comparar la rugosidad superficial de las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes de aplicar los sistemas de pulido Sof- Lex y Super Snap respectivamente ( $p=0,068$ ).
- No hubo diferencias estadísticamente significativas al comparar la rugosidad superficial de las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, después de aplicar los sistemas de pulido Sof- Lex y Super Snap respectivamente ( $p=0,335$ ).
- Existe diferencias estadísticamente significativas en todos los grupos de estudio al comparar la rugosidad superficial de las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar los sistemas de pulido Sof- Lex y Super Snap respectivamente.
- No hubo diferencias estadísticamente significativas al comparar la variación de la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido. ( $p=0,437$ ).



## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda extender la línea de investigación para evaluar la rugosidad superficial con diferentes métodos de medición, usando los sistemas de pulido más solicitados en el mercado y con una mayor variedad de resinas con nanopartículas.
- Se sugiere usar el sistema de pulido que ofrezca una mejor calidad en la superficie, siguiendo correctamente las indicaciones del fabricante y basándose en evidencia científica.
- Se sugiere realizar mayores investigaciones respecto a las propiedades mecánicas de las resinas de nanopartículas en restauraciones dentarias que presenten superficies cóncavas y convexas en los dientes, donde exista un difícil acceso de los sistemas de pulido. Orientándonos a escenarios clínicos más reales que nos permitan evaluar la efectividad de los sistemas.
- Se recomienda realizar estudios que incluyan o no el uso de la glicerina en gel para la realización de una restauración dentaria como parte de la metodología logrando establecer si existen o no diferencias respecto a la rugosidad superficial de la resina.

## VIII. REFERENCIAS

- Albers, F. (1988). *Odontología Estética. Selección y colocación de Materiales*. Labor.
- Alfawaz, Y. (2017). Impact of Polishing Systems on the Surface Roughness and Microhardness of Nanocomposites. *The journal of contemporary dental practice*, 18(8), 647–651. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2100>
- Anseth, K., Goodner, M., Reil, M., Kannurpatti, A., Newman, S., y Bowman, C. (1996). The influence of comonomer composition on dimethacrylate resin properties for dental composites. *Journal of dental research*, 75(8), 1607–1612. <https://doi.org/10.1177/00220345960750081301>
- Bansal, K., Gupta, S., Nikhil, V., Jaiswal, S., Jain, A., y Aggarwal, N. (2019). Effect of Different Finishing and Polishing Systems on the Surface Roughness of Resin Composite and Enamel: An In vitro Profilometric and Scanning Electron Microscopy Study. *International journal of applied & basic medical research*, 9(3), 154–158. [https://doi.org/10.4103/ijabmr.IJABMR\\_11\\_19](https://doi.org/10.4103/ijabmr.IJABMR_11_19)
- Balbina K., Polyakova M., Sokhova I., Doroshina V., Arakelyan M., y Novozhilova N. (2020). The effect of Finishing and Polishing Sequences on The Surface Roughness of Three Different Nanocomposites and Composite/ Enamel and Composite/ Cementun Interfaces. *Nanomaterials* 2020, 10(7), 1339, 1-14. <https://doi.org/10.3390/nano10071339>
- Bayne C. (2000). Our future in restorative dental materials. *Journal of esthetic dentistry*, 12(4), 175–183. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11323860/>

- Bedón, M. (2017). *Rugosidad superficial de resinas con nanopartículas sometida a tres sistemas de pulido* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Cybertesis. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/6719>
- Bittencourt B., Mongruel G., Auer F., Regina M., Gomes J., y Mongruel O.(2014). Effect of finishing and polishing on Surface roughness of composite resins after bleaching. *Braz J Oral Sci*, 13(2): 158-162. <https://doi.org/10.1590/1677-3225v13n2a15>
- Bowen, R. (1962). Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidel methacrylate. United States Patent 1962, 112-113. <https://www.freepatentsonline.com/3066112.html>
- Chong, G. (2015). Rugosidad de una resina compuesta manipulada con pincel luego de emplear dos sistemas de pulido. *Revista Científica Odontológica*, 3(1): 249-255. <https://doi.org/10.21142/2523-2754-0301-2015-249-255>
- Craig, R. (1998). *Materiales dentales* (6ta ed.). Editorial Mosby- Doyma.
- Dias, L., Cardoso, M., Baltazar, M., Rua, G., y Fernandes, C. (2018). The effect of different finishing and polishing techniques on Surface roughness and gloss of two nanocomposites. *Saudi Dental Journal*.30(3), 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2018.04.003>
- Dietschi, D., Magne. P., y Holz, J. (1994) Recent trends in esthetic restorations for posterior teeth. *Quintessence Int*, 10,659-677. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9161244/>

- Ferreira, M., Souto, S., Borges, B., Assunção, V., y Costa, A. (2015). Impact of a novel polishing method on the surface roughness and micromorphology of nanofilled and microhybrid composite resins. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 56(1),18-24. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1646289015000059>
- Fong, H., Dickens, S., y Flaim, G. (2005). Evaluation of dental restorative composites containing polyhedral oligomeric silsesquioxane methacrylate. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 21(6), 520–529. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.08.003>
- Fortin, D., y Vargas, M., (2000). The spectrum of composites: New techniques and materials. *J Am Dent Assoc.* 131(1), 26-27. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2000.0399>
- Fukuhara, N., Quintana, D., y Aguilar, M. (2013). Comparación in vitro del efecto del pulido en la morfología superficial de tres resinas compuestas. *Revista Estomatológica Herediana*, 23(4):185- 192. <https://doi.org/10.20453/reh.v23i4.5>
- Hinojosa, R., y Reyes, M. (2001). La rugosidad de las superficies: Topometría. *Ingenierías*, 4(11), 27-33. ISSN 1405-0676.
- Ivoclar Vivadent Ltda. *Clinical. Perfil Técnico del producto Astropol ® Sistema de Acabado y Pulido.* (s.f.) <http://www.ivoclarvivadent.co/es-co/productcategories/acabar/>
- Lai, T. (2016). *Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resinas nanorelleno Filtek z350 según las diferentes técnicas de pulido: estudio in vitro*

[Tesis de pregrado, Universidad Andrés Bello]. Repositorio Institucional UNAB. <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/3176>

Larburu, A. (1989). *Máquinas Prontuario: Técnicas máquinas herramientas*. Editorial Paraninfo.

Marigo, L., Nocca, G., Fiorenzano, G., Callà, C., Castagnola, R., Cordaro, M., Paolone, G., y Sauro, S. (2019). Influences of Different Air-Inhibition Coatings on Monomer Release, Microhardness, and Color Stability of Two Composite Materials. *BioMed research international*, 2019 (4240264):1-8. <https://doi.org/10.1155/2019/4240264>

Midobuche, P., Zermeño, L., Guizar, M., y Calixto, C. (2016). Calidad de pulido de resinas de nanorrelleno empleando un microscopio de fuerza atómica. *Revista ADM*. 73 (5): 255-262. <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2016/od165h.pdf>

Moura, F., Azevedo, S., Dutra, B., Vieira de Assuncao, I., y Alves da Costa, G. (2015). Impacto de um novo método de polimento na rugosidade emicromorfologia superficial de compósitos a base de partículasnanométricas e microhíbridadas. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 56(1),18-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rpemd.2015.01.002>

Organización Internacional de Normalización (2002) Geometrical Product Specifications (GPS) - Indication of Surface texture in technical producto documentation. (ISO 1302:2002). Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:1302:en>

- Organización Internacional de Normalización (2019). Dentistry--Polymer-based restorative materials. (ISO 4049:2019). Disponible en: <https://www.iso.org/standard/67596.html>
- Park, J., Chang, J., Ferracane, J., y Lee, IB. (2008). How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling. *Dent Mater*, 24(11),1501-5. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.03.013>.
- Palfique LX5 Tokuyama Dental Corporación. Perfil Técnico del producto. [http://www.tokuyama\\_dental.com/tdc/pdf/instructionmanual/PALFIQUE\\_LX5\\_IFU.pdf](http://www.tokuyama_dental.com/tdc/pdf/instructionmanual/PALFIQUE_LX5_IFU.pdf)
- Phillips, R., Avery, D., Mehra, R., Swatz, M., y McCone, R. (1973). Observations on a composite resin for class II restorations: Three-years report. *J. Prost. Dent.* 30(6),891-897. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.03.013>
- Reis, A., y Loguercio, D. (2012). *Materiales dentales directos: De los fundamentos a la aplicación clínica*. Editorial Santos.
- Rentería, V. (2019). *Comparación de la rugosidad superficial de la resina compuesta Filtek Z350 aplicando los sistemas de pulido Soflex y Politip*. [Tesis de pregrado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio Dspace. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1646>
- Rodríguez, G., y Pereira, S. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*; 46(3),1-18. <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/art-26/>

- Rueggeberg, F., Caughman, W., Curtis, J., y Davis, H. (1993). Factors affecting cure at depths within light activated resin composites. *American journal of dentistry*, 6(2),91- 95. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8397991>
- Schmidsedeir, J. (1999). *Atlas de Odontología Estética*. Editorial Masson.
- Strassler, H. (1992). Polishing composite resins. *J. Esthet Dent* 1992; 4:177-179. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1288605/>
- St-Pierre, L., Martel, C., Crépeau, H., y Vargas, M. (2019). Influence of Polishing Systems on Surface Roughness of Composite Resins: Polishability of Composite Resins. *Operative dentistry*, 44(3), 122-132. <https://doi.org/10.2341/17-140-L>
- Super Snap. Perfil técnico del producto. Sistema de acabado y pulido.* (s.f.). <https://www.shofu.com/wp-content/uploads/Super-Snap-IFU-US.pdf>
- Universidad del País Vasco. (2020, octubre). Metrología del acabado superficial. Módulo IV: Tema 17. Tecnología Mecánica. Departamento de Ingeniería Mecánica. [http://www.ehu.eus/manufacturing/docencia/745\\_ca.pdf](http://www.ehu.eus/manufacturing/docencia/745_ca.pdf).
- Vásquez, J. (2017). *Comparación in vitro de la rugosidad superficial de dos resinas tipo Bulk Fill con dos sistemas de caucho abrasivos* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <http://hdl.handle.net/10757/621895>
- Cenci, M., Venturini, D., Pereira- Cenci, T., y Demarco, F. (2008). The effect of Polishing Techniques and Time on The Surface After one- year Storage. *Operative Dentistry*, 32(2): 169-176. <https://doi.org/10.2341/07-66>

Yap, A., Sau, C., y Lye, K. (1998). Effects of finishing/ polishing time on Surface characteristics of Tooth- Coloured Restoratives. *Journal of Oral Rehabilitation*, 25(6): 456-461. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.1998.00253.x>

Yucci, P. (2017). *Efecto de tres sistemas de pulido en la rugosidad superficial de resinas microhíbridadas y de nanorelleno* [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Colombia]. Repositorio Institucional UN. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/62213>

3M ESPE S.A. *Perfil técnico del producto Sof-Lex TM Sistemas de terminado y pulido* (s.f.). <http://multimedia.3m.com/mws/media/725177O/technicalproductprofile-filtek-z350-xt.pdf>

3M Filtek Z350 Restaurador Universal. *Perfil Técnico del producto*. (s.f.). <http://multimedia.3m.com/mws/media/725177O/technical-productprofile-filtek-z350-xt.pdf>



# **ANEXOS**

**ANEXO A. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

“RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS COMPUESTAS CON NANOPARTÍCULAS  
SOMETIDAS A DOS SISTEMAS DE PULIDO”

- Número de ficha:
- Resina Compuesta:
- Sistema de pulido aplicado a las muestras:
  - ✓ Sof-Lex ( )
  - ✓ Super- Snap ( )

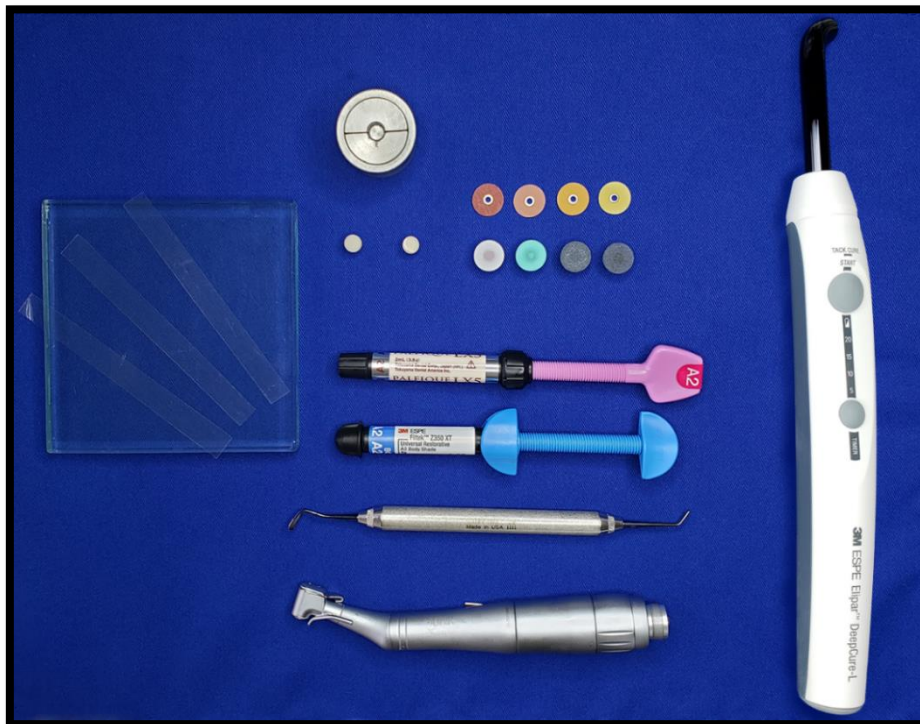
GRUPO	Espécimen	RUGOSIDAD SUPERFICIAL INICIAL				
		Medición 1°	Medición 2°	Medición 3°	Medición 4°	Media Aritmética
A1	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
A2	9					
	10					
	11					
	12					

	<b>13</b>					
	<b>14</b>					
	<b>15</b>					
	<b>16</b>					
<b>B1</b>	<b>17</b>					
	<b>18</b>					
	<b>19</b>					
	<b>20</b>					
	<b>21</b>					
	<b>22</b>					
	<b>23</b>					
	<b>24</b>					
<b>B2</b>	<b>25</b>					
	<b>26</b>					
	<b>27</b>					
	<b>28</b>					
	<b>29</b>					
	<b>30</b>					
	<b>31</b>					
	<b>32</b>					

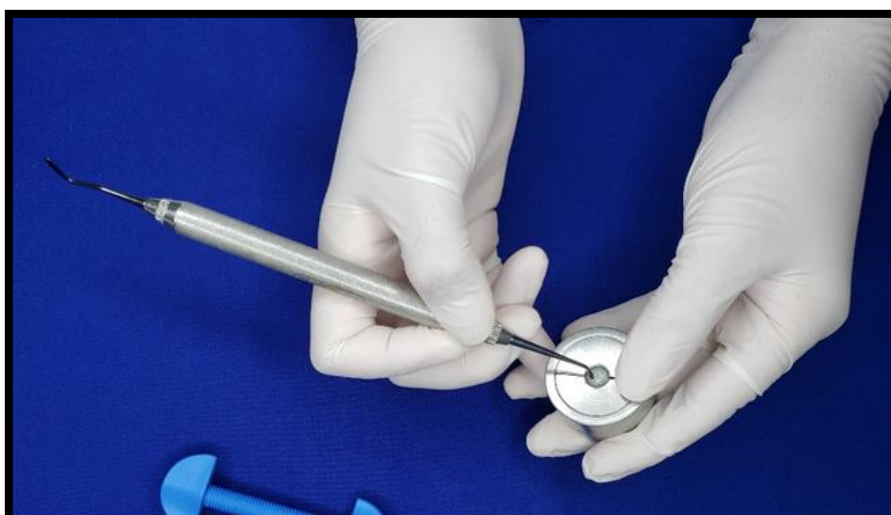
GRUPO	Espécimen	RUGOSIDAD SUPERFICIAL FINAL				
		Medición 1°	Medición 2°	Medición 3°	Medición 4°	Media Aritmética
A1	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
A2	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
B1	17					

	<b>18</b>					
	<b>19</b>					
	<b>20</b>					
	<b>21</b>					
	<b>22</b>					
	<b>23</b>					
	<b>24</b>					
<b>B2</b>	<b>25</b>					
	<b>26</b>					
	<b>27</b>					
	<b>28</b>					
	<b>29</b>					
	<b>30</b>					
	<b>31</b>					
	<b>32</b>					

## ANEXO B. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN



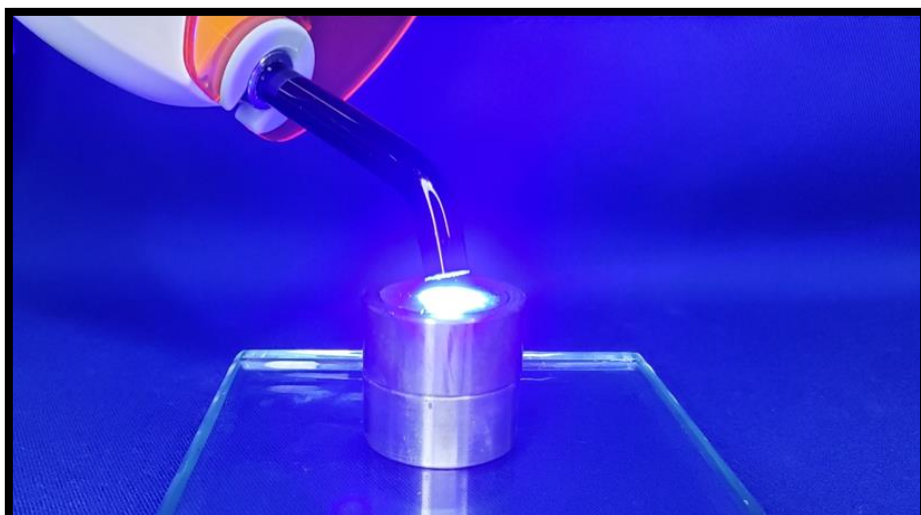
**Figura 2. Materiales e instrumentos usados en la investigación.**



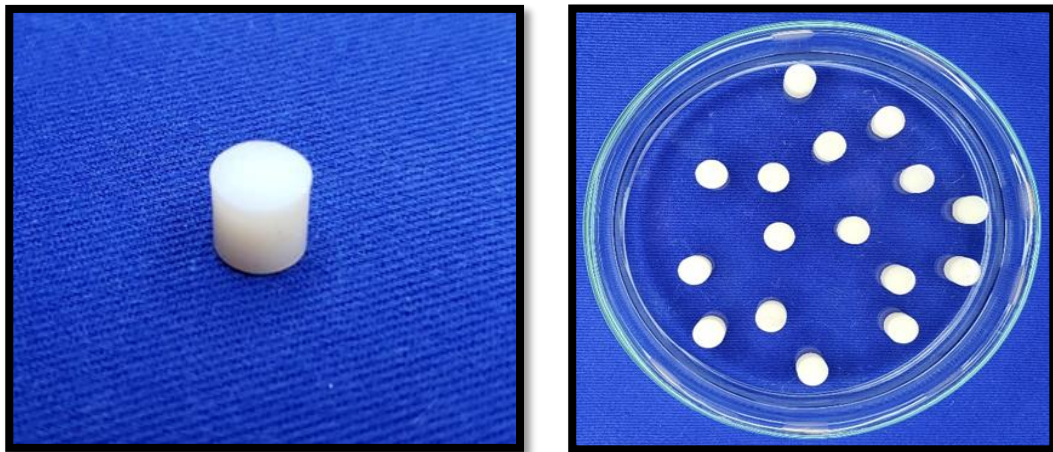
**Figura 3. Elaboración del espécimen de resina.**



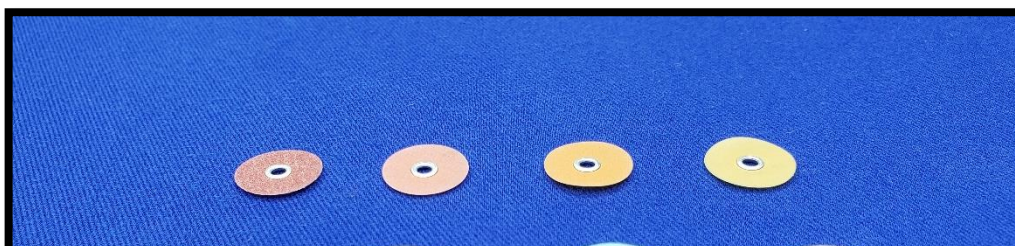
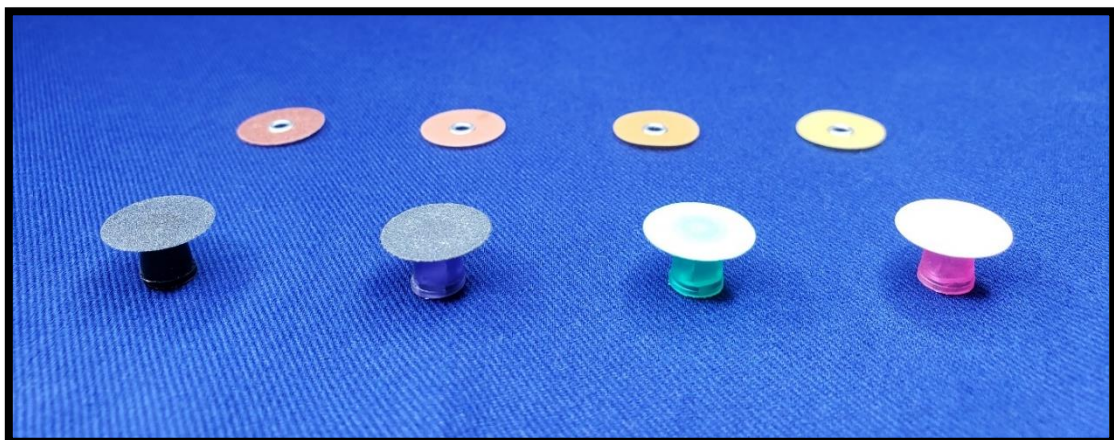
**Figura 4. Compactación de la resina compuesta en el interior del molde de acero inoxidable.**



**Figura 5. Fotopolimerización de la resina compuesta.**

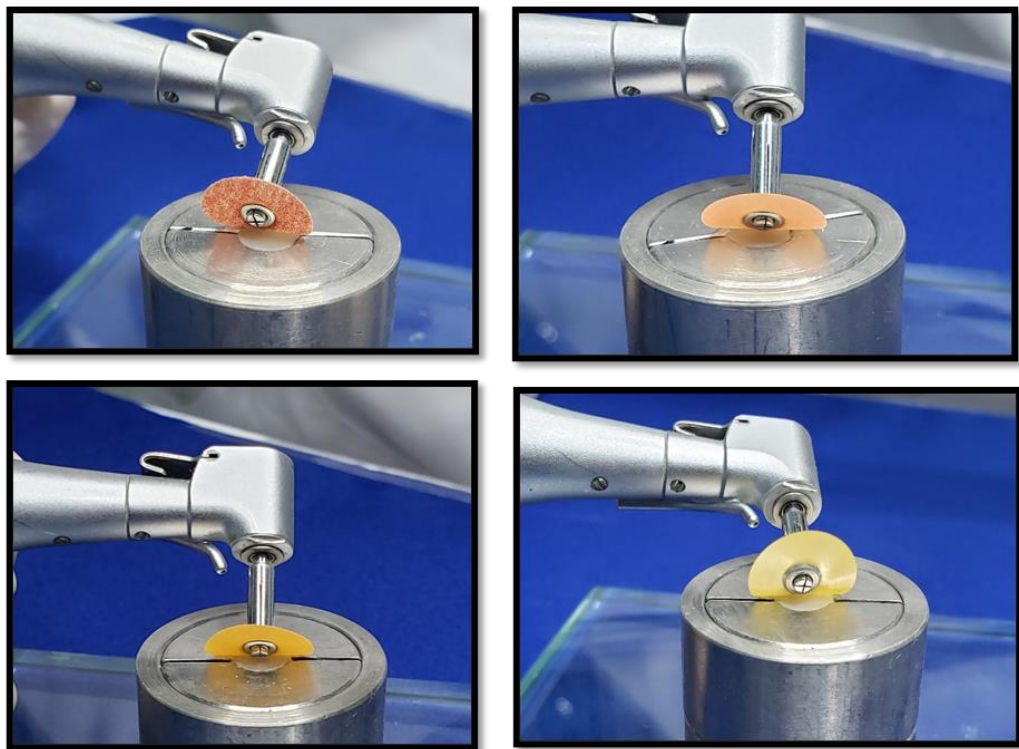


**Figura 6. Espécimen de resina compuesta y conformación de la muestra (ISO:4049-2019).**

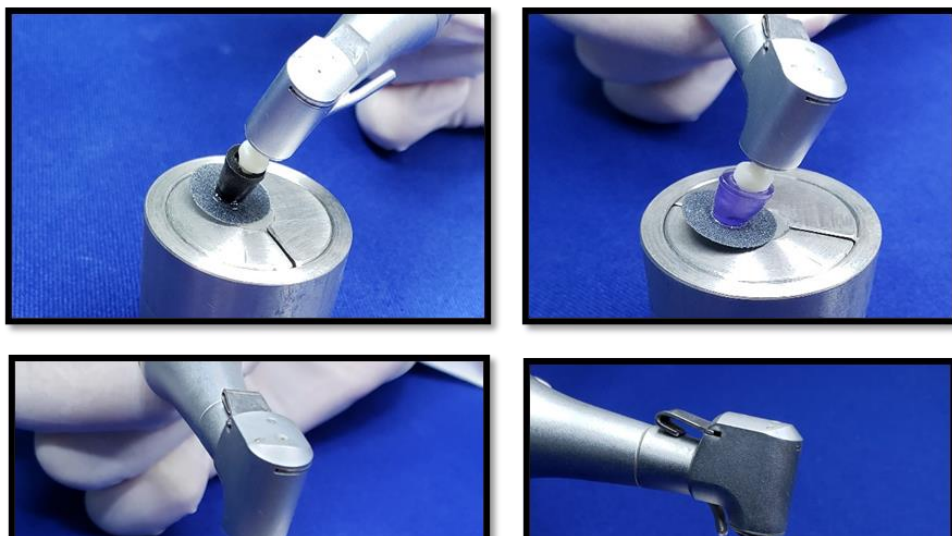




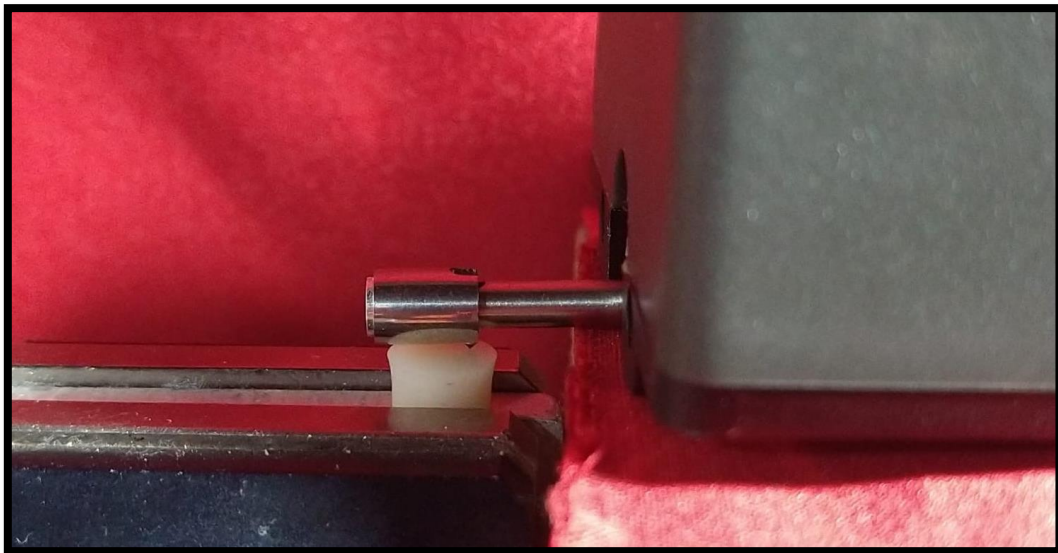
**Figura 7. Sistemas de pulido utilizados en la investigación (Sof-lex y Super Snap).**



**Figura 8. Procedimiento de pulido con el Sistema Sof-lex en el espécimen de resina compuesta.**



**Figura 9. Procedimiento de pulido con el Sistema Super Snap en el espécimen de resina compuesta.**



**Figura 10. Fotografía del Rugosímetro HUATEC SRT- 6200**

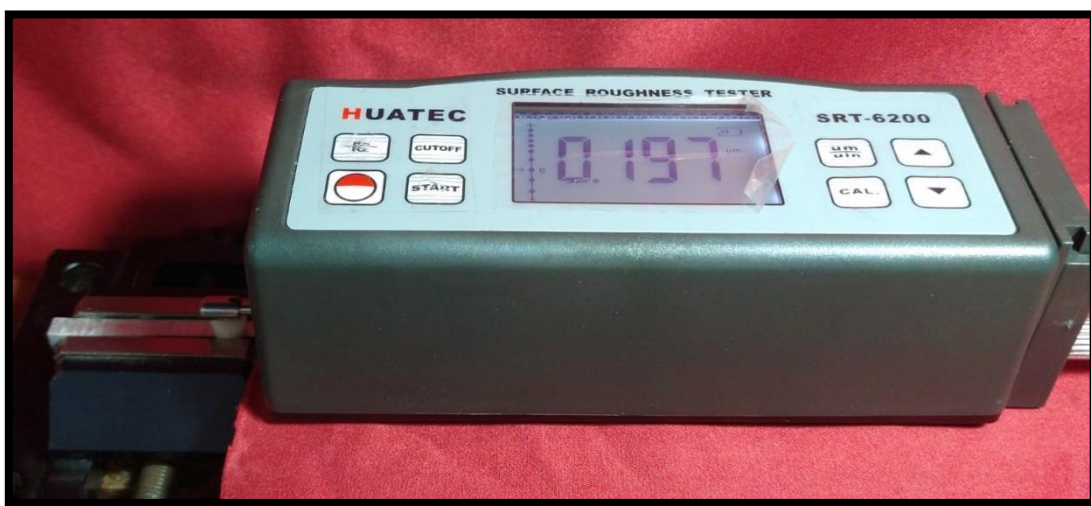


Figura. 11. Medición de la rugosidad Superficial con Rugosímetro HUATEC SRT-6200.

**ANEXO C. RESULTADOS DEL ENSAYO DE MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL EN RESINAS COMPUESTAS**



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

INFORME DE ENSAYO N°		IE-096C-2020	EDICION N° 2	Página 1 de 4
<b>ENSAYOS DE MEDICIÓN DE RUGOSIDAD EN RESINAS COMPUESTAS</b>				
<b>1. TESIS</b>	"RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS COMPUESTAS CON NANOPARTÍCULAS SOMETIDAS A DOS SISTEMAS DE PULIDO"			
<b>2. DATOS DEL SOLICITANTE</b>				
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	Giovanna Gisella Ramírez Vargas			
<b>DNI</b>	46850335			
<b>DIRECCIÓN</b>	Balcón del Rímac Mz. "o" Lote 22			
<b>DISTRITO</b>	Rímac			
<b>3. EQUIPOS UTILIZADOS</b>				
<b>INSTRUMENTO</b>	Rugosímetro Digital			
<b>MARCA</b>	Huatec – SRT 6200			
<b>APROXIMACIÓN</b>	0.001 $\mu$ m			
<b>INSTRUMENTO</b>	Vernier digital de 200mm			
<b>MARCA</b>	Mitutoyo			
<b>APROXIMACIÓN</b>	0.01mm			
<b>4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>				
<b>FECHA DE INGRESO</b>	14	Diciembre	2019	
<b>LUGAR DE ENSAYO</b>	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.			
<b>CANTIDAD</b>	4 Grupos			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Muestras de cilíndricas de resina odontológica			
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Grupo A1	Resina Palfique LX5 y Sistema de pulido SOF-LEX		
	Grupo A2	Resina Palfique LX5 y Sistema de pulido Super Snap		
	Grupo B1	Resina Z350 XT y Sistema de pulido SOF-LEX		
	Grupo B2	Resina Z350 XT y Sistema de pulido Super Snap		
<b>5. REPORTE DE RESULTADOS</b>				
<b>FECHA DE EMISION DE INFORME</b>	25	Noviembre	2020	







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

INFORME DE ENSAYO N°		IE-096C-2020	EDICION N° 2	Página 2 de 4	
<b>6. RESULTADOS GENERADOS</b>					
Grupo A1		Resina Palfique LX5 y Sistema de pulido SOF-LEX - Inicial			
Espécimen	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	PROMEDIO Ra (µm)
1	0.42	0.36	0.48	0.40	0.42
2	0.25	0.30	0.31	0.30	0.29
3	0.29	0.19	0.37	0.32	0.29
4	0.49	0.44	0.34	0.31	0.40
5	0.25	0.35	0.37	0.38	0.34
6	0.27	0.32	0.35	0.36	0.33
7	0.46	0.33	0.26	0.23	0.32
8	0.29	0.25	0.24	0.21	0.25
Grupo A1		Resina Palfique LX5 y Sistema de pulido SOF-LEX - Final			
Espécimen	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	PROMEDIO Ra (µm)
1	0.07	0.10	0.05	0.10	0.08
2	0.37	0.31	0.30	0.48	0.37
3	0.33	0.13	0.16	0.08	0.18
4	0.12	0.12	0.09	0.05	0.10
5	0.33	0.24	0.25	0.21	0.26
6	0.21	0.07	0.08	0.11	0.12
7	0.10	0.13	0.08	0.09	0.10
8	0.14	0.19	0.05	0.20	0.15
Grupo A2		Resina Palfique LX5 y Sistema de pulido Super Snap - Inicial			
Espécimen	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	PROMEDIO Ra (µm)
9	0.31	0.34	0.63	0.38	0.42
10	0.39	0.59	0.49	0.40	0.47
11	0.32	0.33	0.37	0.40	0.36
12	0.72	0.63	0.69	0.70	0.69
13	0.37	0.34	0.21	0.35	0.32
14	0.58	0.64	0.51	0.44	0.54
15	0.37	0.50	0.54	0.32	0.43
16	0.27	0.29	0.44	0.39	0.35





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



INFORME DE ENSAYO N°		IE-096C-2020	EDICION N° 2	Página 3 de 4	
Grupo A2		Resina Palfique LX5 y Sistema de pulido Super Snap - Final			
Espécimen	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	PROMEDIO Ra (µm)
9	0.09	0.06	0.05	0.08	0.07
10	0.18	0.15	0.31	0.19	0.21
11	0.07	0.16	0.17	0.12	0.13
12	0.22	0.29	0.22	0.17	0.23
13	0.31	0.27	0.16	0.26	0.25
14	0.27	0.10	0.22	0.18	0.19
15	0.41	0.32	0.66	0.11	0.38
16	0.14	0.21	0.22	0.17	0.19
Grupo B1		Resina Z350 XT y Sistema de pulido SOF-LEX - Inicial			
Espécimen	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	PROMEDIO Ra (µm)
1	0.19	0.32	0.28	0.29	0.27
2	0.37	0.30	0.36	0.42	0.36
3	0.34	0.44	0.37	0.37	0.38
4	0.48	0.42	0.42	0.48	0.45
5	0.41	0.35	0.53	0.47	0.44
6	0.17	0.20	0.13	0.22	0.18
7	0.34	0.36	0.37	0.33	0.35
8	0.40	0.53	0.29	0.33	0.39
Grupo B1		Resina Z350 XT y Sistema de pulido SOF-LEX - Final			
Espécimen	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	PROMEDIO Ra (µm)
1	0.23	0.10	0.10	0.13	0.14
2	0.12	0.10	0.10	0.08	0.10
3	0.08	0.11	0.09	0.09	0.09
4	0.09	0.23	0.16	0.19	0.17
5	0.23	0.15	0.39	0.06	0.21
6	0.06	0.09	0.05	0.09	0.07
7	0.11	0.10	0.15	0.15	0.13
8	0.16	0.16	0.17	0.15	0.16







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

INFORME DE ENSAYO N°		IE-096C-2020	EDICION N° 2	Página 4 de 4	
Grupo B2		Resina Z350 XT y Sistema de pulido Super Snap - Inicial			
Espécimen	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	PROMEDIO Ra (µm)
9	0.31	0.31	0.24	0.33	0.30
10	0.31	0.27	0.30	0.23	0.28
11	0.22	0.23	0.14	0.21	0.20
12	0.61	0.59	0.50	0.47	0.54
13	0.38	0.40	0.25	0.38	0.35
14	0.26	0.27	0.29	0.36	0.30
15	0.52	0.33	0.39	0.44	0.42
16	0.25	0.38	0.29	0.21	0.28
Grupo B2		Resina Z350 XT y Sistema de pulido Super Snap - Final			
Espécimen	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	PROMEDIO Ra (µm)
9	0.06	0.04	0.15	0.04	0.07
10	0.26	0.31	0.16	0.13	0.22
11	0.19	0.12	0.12	0.18	0.15
12	0.26	0.08	0.08	0.18	0.15
13	0.26	0.31	0.34	0.17	0.27
14	0.17	0.13	0.16	0.11	0.14
15	0.12	0.32	0.15	0.15	0.19
16	0.28	0.18	0.11	0.13	0.18
7. CONDICIONES AMBIENTALES		TEMPERATURA: 24 °C HUMEDAD RELATIVA: 57 %			
8. VALIDÉZ DE INFORME		VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME			
 ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN INGENIERO MECANICO CIP N° 193364		 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN					
ING. MECANICO					
LABORATORIO HTL CERTIFICATE					



### **ANEXO D. PRUEBAS DE NORMALIDAD Y HOMOCEASTICIDAD**

Al evaluar la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y a un nivel de significancia del 95% con un  $p < 0.05$ , se pudo observar que los valores de rugosidad superficial presentes en ambas resinas, antes de aplicar el sistema de pulido presentan distribución normal por cada subgrupo experimental. (Ver en tabla 3).

***Prueba de Normalidad para la comparación de la rugosidad superficial entre grupos de resinas, antes de aplicar diferentes sistemas de pulido.***

Resina	Sistema de pulido	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	p-valor
Palfique LX5	Sof-lex	0,947	8	0,685
	Super Snap	0,902	8	0,300
Filtek Z350 XT	Sof-lex	0,907	8	0,334
	Super Snap	0,903	8	0,306

*\*Normalidad de los datos  $p > 0,05$*

Posterior al análisis de la normalidad de los datos, se realizó la Prueba de Homocedasticidad o Prueba de Levene, teniendo en este caso un p-valor de 0,446 y razón por la cual se concluye que existe homogeneidad de varianzas entre los grupos de estudio. (Ver en la tabla 3).

***Prueba de Homocedasticidad para la comparación de la rugosidad superficial entre grupos de resinas, antes de aplicar diferentes sistemas de pulido.***

<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>p-valor</b>
0,916	3	28	0,446

\*p>0,05

Considerando que los valores de rugosidad superficial evaluados cumplen con tener distribución normal y homogeneidad de varianzas se elige la prueba paramétrica de Anova entre sujetos con dos factores (Ver tabla 3) y T- Student para muestras relacionadas (Ver tabla 5).

Para el caso de los valores de rugosidad superficial presentes entre grupos de resina, después de aplicar diferentes sistemas de pulido, se pudo observar mediante la Prueba de Shapiro-Wilk a un nivel de confianza del 95% con un  $p < 0,05$ , que existe una distribución normal. (Ver en tabla 4).

***Prueba de Normalidad para la comparación de la rugosidad superficial entre grupos de resinas, después de aplicar diferentes sistemas de pulido.***

<b>Resina</b>	<b>Sistema de pulido</b>	<b>Shapiro-Wilk</b>		
		<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>
<b>Palfique LX5</b>	<b>Sof-lex</b>	0,847	8	0,089
	<b>Super Snap</b>	0,948	8	0,692
<b>Filtek Z350 XT</b>	<b>Sof-lex</b>	0,978	8	0,954
	<b>Super Snap</b>	0,973	8	0,923

\*Normalidad de los datos  $p > 0,05$

Al realizar la Prueba de Homocedasticidad o Prueba de Levene, se obtuvo un p-valor de 0,389 por lo que se concluye que existe homogeneidad de varianzas entre los grupos de estudio. (Ver en la tabla 6).

***Prueba de Homocedasticidad para la comparación de la rugosidad superficial entre grupos de resinas, después de aplicar diferentes sistemas de pulido.***



<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>p-valor</b>
1,043	3	28	0,389

\* $p > 0,05$

Respecto al análisis de la distribución normal utilizando la prueba de Shapiro-Wilk y a un nivel de significancia del 95% con un  $p < 0,05$ , se pudo observar que la comparación de la variación de los valores de rugosidad superficial que presentan los grupos de resinas, entre el antes y después de aplicar el sistema de pulido, presentaron distribución normal. (Ver en tabla 6).

***Prueba de Normalidad para la comparación de la variación de la rugosidad superficial entre grupos de resinas, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.***

<b>Resina</b>	<b>Sistema de pulido</b>	<b>Shapiro-Wilk</b>		
		<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>
<b>Palfique LX5</b>	<b>Sof-lex</b>	0,958	8	0,787
	<b>Super Snap</b>	0,956	8	0,769
<b>Filtek Z350 XT</b>	<b>Sof-lex</b>	0,875	8	0,170
	<b>Super Snap</b>	0,882	8	0,198

\*Normalidad de los datos  $p > 0,05$

En cuanto a la Prueba de Homocedasticidad o Prueba de Levene para este caso, se obtuvo un p-valor de 0,209 por lo que se concluye que existe homogeneidad de varianzas entre los grupos de estudio. (Ver en la tabla 6).

***Prueba de Homocedasticidad para la comparación de la variación de la rugosidad superficial entre grupos de resinas, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.***

<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>p-valor</b>
1,043	3	28	0,389

\* $p > 0,05$

Considerando que los valores de rugosidad superficial evaluados cumplen con tener distribución normal y homogeneidad de varianzas se elige para este caso la prueba paramétrica de Anova. (Ver tabla 6).

**ANEXO E. MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cuál es la diferencia de la rugosidad superficial de las resinas compuestas con nanopartículas utilizando dos sistemas de pulido?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>1. ¿Qué valores de rugosidad superficial presenta la resina compuesta con nanopartículas Palfique LX5, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-lex y Super Snap?</p> <p>2. ¿Qué valores de rugosidad superficial presenta la resina compuesta con nanopartículas Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-lex y Super Snap?</p> <p>3. ¿Existen diferencias significativas al comparar la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Evaluar la rugosidad superficial de resinas compuestas con nanopartículas sometidas a dos sistemas de pulido.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>1. Determinar los valores de rugosidad superficial que presenta la resina compuesta con nanopartículas Palfique LX5, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-lex y Super Snap.</p> <p>2. Determinar los valores de rugosidad superficial que presenta la resina compuesta con nanopartículas Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-lex y Super Snap.</p> <p>3. Comparar la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT,</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>La rugosidad superficial de las resinas compuestas con nanopartículas presentaría diferencias significativas, al ser sometidas a dos sistemas de pulido.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>1. La rugosidad superficial de la resina compuesta con nanopartículas Palfique LX5, presentaría diferentes valores, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-lex y Super Snap.</p> <p>2. La rugosidad superficial de la resina compuesta con nanopartícula Filtek Z350 XT, presentaría diferentes valores, antes y después de aplicar el sistema de pulido Sof-lex y Super Snap.</p> <p>3. La rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y</p>	<p><b>VARIABLES</b></p> <p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Sistemas de pulido: - Sof-Lex - Super Snap</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Rugosidad Superficial</p> <p><b>MÉTODO</b></p> <p>El método usado en el estudio fue la observación, con el que a través de las fichas de recolección fueron recopilados los valores de rugosidad superficial obtenidos del ensayo de Rugosidad, utilizando el rugosímetro.</p>	<p><b>TIPO DE ESTUDIO</b></p> <p>Experimental in vitro, prospectivo, longitudinal y comparativo.</p> <p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>En la presente investigación, se utilizaron materiales restauradores definitivos de Resina Compuesta con nanopartículas fotopolimerizables.</p> <p><b>MUESTRA</b></p> <p>Se calculó la muestra utilizando la fórmula para comparar medias. Por lo que se trabajó con 8 especímenes de resina compuesta para cada grupo de comparación (4 grupos) dando un total de 32.</p>

<p>Filtek Z350 XT, antes de aplicar diferentes sistemas de pulido?</p> <p>4. ¿Existen diferencias significativas al comparar la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, después de aplicar diferentes sistemas de pulido?</p> <p>5. ¿Qué diferencias existen en la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido?</p> <p>6. ¿Existen diferencias significativas al comparar la variación de la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido?</p>	<p>antes de aplicar diferentes sistemas de pulido.</p> <p>4. Comparar la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, después de aplicar diferentes sistemas de pulido.</p> <p>5. Comparar la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.</p> <p>6. Comparar la variación de la rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.</p>	<p>Filtek Z350 XT, presentarían diferencias significativas, antes de aplicar diferentes sistemas de pulido.</p> <p>4.La rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, presentarían diferencias significativas, después de aplicar diferentes sistemas de pulido.</p> <p>5.La rugosidad superficial entre las resinas compuestas con nanopartículas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT, presentarían diferencias significativas al comparar el antes y después de aplicar diferentes sistemas de pulido.</p> <p>6.La rugosidad superficial de las resinas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT presentarán diferencias significativas al comparar las variaciones, entre el antes y después, de aplicar diferentes sistemas de pulido</p>	<p><b>TÉCNICA</b></p> <p>La técnica se realizó mediante la observación de las variables. Basadas en las especificaciones establecidas por la Norma ISO 4049:2019 para “Materiales de Restauración a Base de Polímeros”.</p>	<p>Distribución de la muestra en grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grupo A1: Resina Palfique LX5 y sistema de pulido Sof-Lex.</li> <li>- Grupo A2: Resina Palfique LX5 y sistema de pulido Super Snap.</li> <li>- Grupo B1: Resina Filtek Z350 XT y sistema de pulido Sof-Lex.</li> <li>- Grupo B2: Resina Filtek Z350 XT y sistema de pulido Super Snap.</li> </ul> <p><b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b></p> <p>Un espécimen de resina compuesta con nanopartículas activada mediante fotopolimerización con luz Led.</p>
--	---	---	---	---