

**Comparación indirecta de la rugosidad superficial relativa en resina Forma Ultradent tras
la aplicación de dos sistemas de pulido: estudio in vitro.**

**Juan David Rico Solano, Luis Alejandro correa Ordoñez, Mariana Stefannia
Hernández Carvajal**

Trabajo de grado para optar el título de Odontólogo

Director

Juan José Aria Sedano

Espacialista en Rehabilitación Oral

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División Ciencias de la Salud

Facultad de Odontología

2026

Agradecimientos

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) por brindarnos la formación académica, los espacios y los recursos necesarios para el desarrollo de este trabajo de investigación, así como por fomentar en nosotros el compromiso con la excelencia profesional.

De manera especial, agradecemos al Ingeniero Víctor Hugo Cuéllar por su valiosa orientación, disposición y apoyo constante durante el desarrollo de este estudio. Su acompañamiento, conocimientos y aportes fueron fundamentales para la ejecución y culminación de este proyecto.

Contenido

1. Introducción	11
1.1 Planteamiento del problema	12
1.2 Justificación	14
2. Marco teórico	15
2.1 Resinas	16
2.1.1 Resinas microrrelleno	16
2.1.2 Resinas híbridas	17
2.1.3 Resinas nanohíbridas	17
2.2 Sistemas de pulido de resina compuesta	18
2.3 Clasificación de los sistemas de pulido	18
2.3.1 Fresas multilaminadas	18
2.3.2 Copas, puntas, discos siliconadas	18
2.3.3 Discos abrasivos	19
2.3.4 Cepillos abrasivos	20
2.3.5 Pastas de pulido	20
2.3.6 Tiras de pulido	20
2.3.7 Piedras diamantadas	21
2.4 Parámetros de evaluación del pulido	21
2.4.1 Rugosidad superficial	21
2.4.2 Brillo superficial	22
2.5 Métodos de evaluación de rugosidad de superficies en resinas	22
2.5.1 Microscopio electrónico de barrido	23

2.5.2 Microscopia confocal de barrido láser	24
2.5.3 Microscopia confocal de escaneo láser	24
2.6 Estado del arte	25
3. Objetivos.....	26
3.1 Objetivo general	26
3.2 Objetivos específicos	26
3.3 Hipótesis	27
4. Materiales y método	27
4.2 Población	27
4.2.1 Muestra y muestreo.....	28
4.3 Criterios de selección.....	29
4.3.1 Criterios de inclusión	29
4.4 Variables de estudio	29
4.4.1 Variable dependiente	30
4.4.2 Variable independiente	30
4.5 Instrumento	30
4.6 Procedimiento	32
4.6.1 Protocolo de pulido.....	33
4.7 Prueba piloto	38
4.8 Plan de análisis estadístico.....	39
4.8.1 Plan de análisis estadístico univariado.....	39
4.8.2 Plan de análisis estadístico bivariado.....	39
4.9 Consideraciones éticas.....	39

5. Resultados.....	40
5.1 Rugosidad superficial según sistema de pulido	41
5.2 Análisis descriptivo	42
5.3 Análisis inferencial.....	42
6. Discusión	43
6.1 Eficacia del pulido.....	44
6.2 Similitud entre sistemas abrasivos	44
6.3 Relevancia clínica.....	45
7. Conclusiones	48
8. Recomendaciones.....	49
Apéndices	54

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Estudios que evalúan diferentes sistemas de pulimento en resinas compuestas y su efecto en la rugosidad superficial.</i>	25
Tabla 2. <i>Ficha de registro de valores de cada micrografía</i>	31
Tabla 3. <i>Descripción integrada de los resultados obtenidos</i>	40
Tabla 4. <i>Valores descriptivos de rugosidad superficial (Ra) expresados en GLU</i>	42
Tabla 5. <i>Comparación de sistemas de pulido Vs Grupo control</i>	43

Lista de figuras

Figura 1. <i>Muestras estandarizadas</i>	28
Figura 2. <i>Software ImageJ.JS</i>	41
Figura 3. <i>Resultados de las muestras a través de micrografías</i>	42

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Cuadro de operacionalización de variables</i>	54
Apéndice B. <i>Instrumento de recolección de datos</i>	55
Apéndice C. <i>Plan de análisis</i>	56

Resumen

Introducción: El acabado y pulido de las resinas compuestas constituye una etapa fundamental en la odontología restauradora, ya que influye directamente en la rugosidad superficial, la estabilidad del color y la durabilidad clínica de las restauraciones. **Objetivo:** Comparar la rugosidad superficial obtenida tras la aplicación de dos sistemas de pulido, Sof-Lex (3M ESPE) y Shofu (Super-Snap Single), en la resina compuesta Forma (Ultradent). **Metodología:** Se realizó un estudio experimental in vitro con 35 bloques de resina estandarizados (10 mm de diámetro y 2 mm de altura), distribuidos en tres grupos: 15 muestras pulidas con discos Sof-Lex, 15 con discos Shofu y 5 sin pulido (grupo control). Las superficies fueron analizadas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y las micrografías procesadas con el software ImageJ para obtener valores de rugosidad superficial (Ra) expresados en Gray Level Units (GLU). El análisis estadístico incluyó estadística descriptiva y bivariado con ANOVA de una vía con prueba post hoc de Bonferroni ($p < 0,05$). **Resultados:** El grupo sin pulido presentó los mayores valores de rugosidad superficial ($9186,23 \pm 2345,92$ GLU), mientras que los grupos pulidos mostraron menores valores: Sof-Lex ($5413,86 \pm 1210,93$ GLU) y Shofu ($4323,95 \pm 1304,94$ GLU). El análisis ANOVA evidenció diferencias significativas entre los grupos Sof-Lex vs grupo control y Shofu vs grupo control ($p < 0,001$), encontrándose diferencias entre el grupo control y ambos sistemas de pulido, pero no entre Sof-Lex y Shofu ($p > 0,05$). **Conclusiones:** Ambos sistemas de pulido reducen significativamente la rugosidad superficial de la resina compuesta en comparación con superficies sin pulido; sin embargo, no se evidenció superioridad estadísticamente significativa entre Sof-Lex y Shofu, por lo que ambos pueden considerarse clínicamente eficaces para el acabado de restauraciones en resina compuesta.

Palabras clave: resina compuesta, rugosidad superficial, sistemas de pulido, estudio in vitro

Abstract

Introduction: The finishing and polishing of composite resins is a fundamental step in restorative dentistry, as it directly influences the surface roughness, color stability, and clinical durability of restorations. **Objective:** To compare the surface roughness obtained after applying two polishing systems, Sof-Lex (3M ESPE) and Shofu (Super-Snap Single), to Forma composite resin (Ultradent). **Methodology:** An in vitro experimental study was conducted using 35 standardized resin blocks (10 mm in diameter and 2 mm in height), divided into three groups: 15 samples polished with Sof-Lex discs, 15 with Shofu discs, and 5 unpolished (control group). The surfaces were analyzed using scanning electron microscopy (SEM), and the micrographs were processed with ImageJ software to obtain surface roughness values (Ra) expressed in Gray Level Units (GLU). Statistical analysis included descriptive and bivariate statistics with one-way ANOVA and a Bonferroni post hoc test ($p < 0.05$). **Results:** The unpolished group had the highest surface roughness values (9186.23 ± 2345.92 GLU), while the polished groups showed lower values: Sof-Lex (5413.86 ± 1210.93 GLU) and Shofu (4323.95 ± 1304.94 GLU). The ANOVA analysis revealed significant differences between the Sof-Lex group and the control group, and between the Shofu group and the control group ($p < 0.001$); differences were found between the control group and both polishing systems, but not between Sof-Lex and Shofu ($p > 0.05$). **Conclusions:** Both polishing systems significantly reduce the surface roughness of composite resin compared to unpolished surfaces; however, no statistically significant superiority was demonstrated between Sof-Lex and Shofu, so both can be considered clinically effective for finishing composite resin restorations.

Keywords: composite resin, surface roughness, polishing systems, in vitro study

1. Introducción

En la actualidad, la odontología restauradora no se limita únicamente a devolver la función perdida del diente, sino que también procura alcanzar una estética armónica, de aspecto natural y con durabilidad clínica comprobada. En este sentido, el acabado y pulido final de las restauraciones en resina compuesta desempeña un papel fundamental, ya que constituye la etapa que determina no solo la apariencia final de la restauración, sino también aspectos funcionales relevantes como la resistencia al desgaste, la acumulación de biofilm y la estabilidad del color a lo largo del tiempo (Robinson, 2021).

La rugosidad superficial es uno de los factores más determinantes en la durabilidad clínica de las restauraciones. Una superficie rugosa favorece la retención de placa bacteriana, aumenta el riesgo de pigmentaciones, altera la sensación táctil y puede comprometer la salud periodontal. Por ello, la obtención de una superficie lisa y brillante se convierte en un objetivo clínico esencial, alcanzable a través de la implementación de sistemas de pulido adecuados (Brijesh, 2016).

La resina *Forma* (Ultradent) es un material ampliamente utilizado en la práctica odontológica, cuya composición basada en nanopartículas le confiere excelentes propiedades mecánicas y estéticas. Su facilidad de manipulación y capacidad para mantener el brillo la convierten en una opción confiable para restauraciones. No obstante, para optimizar sus beneficios, resulta imprescindible seleccionar un sistema de pulido eficaz y compatible con sus características (Forma Ultradent, 2020).

En el mercado existen múltiples sistemas de acabado y pulido que difieren en el número de pasos, en la abrasividad y en los resultados obtenidos. Entre ellos destacan los sistemas con discos abrasivos, como Sof-Lex (3M) y Shofu (super-snap single), ampliamente empleados en la clínica diaria. Sin embargo, la literatura científica evidencia resultados variables, y son escasos los

estudios que comparen de manera directa su desempeño en resinas nanoparticuladas como la resina Forma.

Por lo anterior, el presente estudio in vitro tiene como objetivo evaluar y comparar la rugosidad superficial obtenida tras el uso de dos sistemas de pulido Sof-Lex y Shofu en restauraciones elaboradas con resina *Forma* de Ultradent. Con ello se busca generar evidencia científica que oriente al odontólogo en la selección del sistema de pulido más adecuado, contribuyendo así a restauraciones estéticas, duraderas y confortables para el paciente.

1.1 Planteamiento del problema

En el ámbito de la odontología integral, la estética constituye un componente fundamental que integra diversos elementos morfológicos y se relaciona directamente con la selección del tratamiento más adecuado para cada paciente. En este sentido, tanto el material empleado como la técnica utilizada son factores determinantes en la calidad del resultado clínico. Gracias a los avances en nanotecnología, los materiales restauradores han experimentado mejoras significativas, favoreciendo el logro de resultados estéticos que no solo contemplan la belleza y la armonía, sino también la adecuada función dental.

Se busca mejorar la autoestima del paciente del paciente, fortaleciendo su seguridad personal. En este contexto, esta demanda estética no es solo superficial; impacta directamente en la seguridad personal del paciente. Para satisfacerla, la odontología ha recurrido a la nanotecnología, desarrollando materiales que, además de ser estéticos, ofrecen la resistencia mecánica necesaria para garantizar la longevidad de la restauración. Un aspecto clave para el éxito clínico de estas restauraciones es el procedimiento de acabado y pulido dental, que influye directamente en la estética final y la durabilidad; existen sistemas de acabado y pulido de un solo

paso y de múltiples pasos. Diversos estudios han demostrado que los sistemas de múltiples pasos tienden a ser más efectivos en cuanto a resultados estéticos y clínicos. Sin embargo, aún no se ha determinado con claridad cuál de estos sistemas de múltiples pasos ofrece el mejor desempeño general.

El acabado y pulido dental es una técnica que se realiza al finalizar la restauración en resina, para ello se debe preparar la cavidad previamente para poder realizar el protocolo de adhesión y elaborar la restauración. Existen múltiples instrumentos para lograr esta etapa de pulido, en este caso vamos a enfocar este proyecto en analizar y evaluar la comparación entre dos sistemas de pulido dental en una resina compuesta como lo es la resina Forma ultradent, la garantía de que el paciente logre la completa satisfacción de su tratamiento estético.

Para lograr estos resultados, se observará por medio de la rugosidad generada por la restauración en la superficie dentaria. En esta investigación se trabajará con la resina forma de ultradent, reconocida por su composición a base de nanorrelleno, lo que le brinda una excelente estética y buenas propiedades mecánicas para el uso clínico. Sin embargo, lograr que la restauración luzca realmente natural y brillante no depende solo del material, sino también del sistema de pulido que se utilice al finalizar el procedimiento. Este paso final es clave, ya que influye directamente en aspectos importantes como la retención de placa, la duración de la restauración y en la satisfacción del paciente con el resultado final.

En el mercado actual, hay una gran variedad de sistemas de pulido disponibles. Cada uno cuenta con características particulares: distintos materiales, pasos clínicos, facilidad de aplicación y resultados. Esto ha generado cierta duda entre los odontólogos a la hora de elegir cuál sistema les dará mejores resultados.

Aunque se reconoce la importancia de un adecuado acabado y pulido en las restauraciones dentales, aún son limitados los estudios que comparan de manera directa el efecto de diferentes sistemas de pulido sobre la superficie de este tipo de resinas. En este contexto, surge la necesidad de realizar una evaluación comparativa entre dos sistemas de pulido dental, con el fin de analizar su influencia en la rugosidad superficial evaluada de manera indirecta mediante unidades GLU en la resina Forma Ultradent.

El propósito de este estudio es determinar cuál de los sistemas de pulido proporciona un mejor acabado desde el punto de vista estético y clínico. De esta manera, se busca aportar evidencia que contribuya a la toma de decisiones por parte de los profesionales, favoreciendo la obtención de resultados óptimos en las restauraciones estéticas.

¿Cuál sistema de pulido, Sof-Lex o Shofu, genera menor rugosidad superficial evaluada de manera indirecta mediante unidades GLU en restauraciones elaboradas con resina compuesta Forma Ultradent?

1.2 Justificación

El presente estudio busca fortalecer la práctica clínica odontológica mediante la generación de evidencia científica que oriente la correcta selección de protocolos de acabado y pulido en restauraciones directas con resina compuesta. Si bien la resina se ha consolidado como el material de elección para restauraciones estéticas, persiste una notable discrepancia en la literatura sobre un protocolo estandarizado para el procedimiento de pulido.

La investigación propuesta contribuirá a establecer parámetros clínicos basados en evidencia, orientados a mejorar la calidad del acabado superficial de las restauraciones y optimizar los resultados estéticos.

Esta investigación aportará al conocimiento de estudiantes, odontólogos generales y especialistas, pues demostrará cuál de los dos sistemas de pulido más comunes “Discos Sof-Lex (3M ESPE)” y “discos Shofu (super-snap single)”, es más efectivo para alisar la superficie restaurada, logrando un mejor resultado estético y funcional, y aumentando las posibilidades de éxito del tratamiento. Este estudio adquiere importancia al comparar directamente los dos sistemas de pulido bajo condiciones controladas, proporcionando resultados cuantificables y medibles que subsanen los vacíos del conocimiento que existen con respecto a la eficiencia de los sistemas de pulido antes mencionados.

La ejecución de este estudio es factible dado que se cuenta con el equipamiento técnico y los recursos económicos necesarios, además del respaldo institucional y la disponibilidad de tiempo del equipo investigador

Por otro lado, el conocimiento adquirido como grupo de investigación en cuanto al método científico no solo representa una herramienta fundamental para nuestra formación académica, sino que también nos permitirá construir una base sólida para enfrentar diversos retos en el ámbito profesional y contribuir al avance de la odontología a través de una práctica clínica sustentada en la evidencia.

2. Marco teórico

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

2.1 Resinas

Las resinas son un material de restauración usadas en odontología. Están formadas por múltiples partículas de relleno inorgánico, como el cuarzo, que se recubren con un agente de unión para integrarlas a la matriz de resina (Castillón, 2019)

Esta matriz de resina, acompañada de rellenos inorgánicos, sistemas iniciador (inicia la reacción de polimerización) y catalizador (acelera o facilita), hacen parte de la composición básica de las resinas compuestas, trabajando así en grupo para que el material se transforme de maleable a uno rígido y perdurable en una restauración (Xinxuan, 2019).

Las resinas compuestas tienen propiedades como translucidez y opacidad, que favorece la adaptación a la estructura dental, siendo así el material más estético para restauraciones directas e indirectas y pueden dividirse en resinas directas e indirectas. Las resinas directas son usadas para restaurar dientes en un ámbito clínico y se debe tener en cuenta morfología y funcionalidad. Por otro lado, las resinas indirectas, se fotopolimerizan fuera de la cavidad oral lo que conlleva a un trabajo de la mano con el laboratorio. (Hervás, 2006)

Las resinas compuestas en función de su composición se pueden dividir en resinas de microrelleno, resinas de macrorelleno, resinas híbridas, resinas nanohíbridas, resinas bulk fills (Hervás, 2006).

2.1.1 Resinas microrrelleno

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

La sílice coloidal ha sido el relleno más utilizado en este tipo de resinas, ofrecen una excelente estética, permitiendo un pulido eficiente y un brillo perdurable, Contienen partículas de carga con una determinada dimensión que oscila entre 0.01 y 0.05 μm , Tiene restricciones en las áreas posteriores debido a sus características físicas y mecánicas, por lo que uso está indicado en el sector anterior mayormente (Castillón, 2019).

2.1.2 Resinas híbridas

En esta resina encontramos dos clases de partículas como el sílice coloidal y fragmentos de vidrio pulverizado. que al contener metales pesados mejoran la funcionalidad de esta, adaptándose a las necesidades del operador (Blando, 2022). Además, están reforzadas con vidrio en un 60% y su tamaño va desde 0,6 a 1 μm . Su uso es indicado para el sector anterior y posterior, presentan diversos grados de opacidad, translucidez y fluorescencia, lo que permite integrarse con la estructura dental de una manera adecuada y estética (Castillón, 2019).

2.1.3 Resinas nanohíbridas

Son una de las resinas más novedosas, en estas encontramos Sílice pirogénica en una concentración de 0.0.4 μm correspondiente a 40 nanómetros. Los fabricantes incorporaron nanopartículas a la composición de las resinas, lo que da como resultado una resina mejorada y con mejores propiedades estéticas y restaurativas (Blando, 2022).

2.1.3.1 Resina forma – ultradent. Es una resina compuesta fotopolimerizable formulada con una matriz orgánica basada en monómeros de dimetacrilato y rellenos inorgánicos de tamaño

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

micrométrico y nanométrico. Esta combinación permite un balance ideal entre resistencia mecánica, manejo clínico y rugosidad superficial (Forma Ultradent, 2020).

2.2 Sistemas de pulido de resina compuesta

Conjunto de materiales utilizados para impartir brillo, hacer suave y lisa una superficie mediante la fricción (Foundation, 2017).

Se utilizan en conjunto para es mejorar el aspecto de la restauración, perfeccionando los excesos de resina y suavizando la superficie (Castillón, 2019).

2.3 Clasificación de los sistemas de pulido

Hay diferentes sistemas de pulido entre los cuales destacamos las fresas multilaminadas, copas, puntas, discos siliconados, Discos abrasivos, Cepillos abrasivos, pastas de pulido, Tiras de pulido, piedras diamantadas.

2.3.1 Fresas multilaminadas

Son fresas que están hechas de aleaciones extraduras, que nos permiten eliminar excesos de material restaurador y realizar ajuste oclusal. Tiene en su composición 18 hojas que aportan un gran brillo y acabado (Flores, 2023).

2.3.2 Copas, puntas, discos siliconadas

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

Son instrumentos rotatorios utilizados en procedimientos de acabado y pulido, Cubiertos de diamantes abrasivos y óxido de aluminio (Flores, 2023). Se deben utilizar en una secuencia de grano grueso, medio, fino, extrafino, en donde el último de estos es el que proporciona el alisado y brillo final (Castillón, 2019).

2.3.3 Discos abrasivos

Contienen óxido de aluminio, se utilizan para terminado de dientes anteriores (Flores, 2023). Mayormente por las caras vestibulares y linguales (Castillón, 2019). Existen cuatro grados de abrasividad utilizados en los sistemas de pulido, los cuales se distinguen por su tonalidad y el tamaño de sus partículas. Estos incluyen el grano grueso (naranja oscuro), empleado para la remoción inicial de irregularidades, el grano mediano (naranja), utilizado para suavizar la superficie, el grano fino (naranja claro), que ayuda a refinar el acabado, y el grano extrafino (amarillo), diseñado para proporcionar un brillo final y pulido óptimo (Flores, 2023).

2.3.3.1 Discos Shofu (Super-snap single). Según Palacios (2017), los discos Shofu (Super-Snap Single) están compuestos de carburo de silicio, siendo fabricado sin utilizar metales, lo que permite reducir irregularidades superficiales en una restauración directa en resina. Se compone de un sistema de cuatro pasos que está organizado por colores, cada uno corresponde a un paso en el pulido. La disposición de colores va de la siguiente manera en orden ascendente: Negro genera un contorno, Violeta genera el acabado, Verde genera un pulido y Rosado, correspondiente al grano superfino responsable del brillo final.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

2.3.3.2 Discos SOF-LEX. Están elaborados con una cubierta de uretano, lo que les proporciona gran flexibilidad. Este sistema incluye cuatro niveles de abrasividad con partículas de óxido de aluminio, que van desde grano grueso hasta grano superfino. para acabado y pulido. A medida que el material se adelgaza, se vuelve más rígido, lo que favorece una mejor definición de las troneras. (Palacios, 2017).

2.3.4 Cepillos abrasivos

Son cepillos pulidores de resina, sus cerdas contienen dimetacrilato de uretano que permiten sacar brillo a la restauración, además de que esta embebido de diamantes abrasivos (Castillón, 2019).

2.3.5 Pastas de pulido

El principal componente es el óxido de aluminio, que permite dar el aspecto final al procedimiento del pulido (Flores, 2023).

Incorporar pastas de pulido como etapa final del procedimiento permite obtener una superficie lisa. Esto se debe a que estas pastas contienen partículas de diamante ultrafinas 2-4 μm), las cuales generan un desgaste superficial controlado, reduciendo la presencia a de defectos, grietas, porosidades e irregularidades (Meléndez, 2023).

2.3.6 Tiras de pulido

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

Son utilizadas para las zonas interproximales y vienen en varios colores y tamaños de agentes abrasivos permitiendo un acabado preciso y adaptado a las necesidades de cada restauración (Flores, 2023).

2.3.7 Piedras diamantadas

Se utilizan para alisar una preparación antes de la aplicación del material restaurador. Vienen de diferentes colores Rojo, Amarillo y blanco los cuales indican distintos grados de abrasividad para un adecuado alisado de la superficie dental (Wheeler, 2020).

2.4 Parámetros de evaluación del pulido

El acabado y pulido de las restauraciones en resina compuesta influyen directamente en la calidad de su superficie. Para evaluar su eficacia, se emplean parámetros como la rugosidad superficial y el brillo, los cuales permiten determinar el grado de alisamiento alcanzado y su impacto en el comportamiento clínico de la restauración.

2.4.1 Rugosidad superficial

(Vilcayauri, 2023) señala que la rugosidad superficial se define como las irregularidades presentes en una restauración de resina, las cuales dependen del tamaño de las partículas del material y de la técnica de acabado y pulido empleada en la práctica clínica (p. 12). Asimismo, el autor explica que el rugosímetro, también conocido como perfilómetro, es el dispositivo utilizado para medir la rugosidad superficial. Este equipo analiza electrónicamente el perfil de una superficie

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

en una sección transversal, permitiendo calcular la rugosidad promedio (Ra), la cual se expresa en micras (μm) (p. 22).

2.4.2 Brillo superficial

(Avalos, 2019) menciona que el brillo es un factor relevante en las restauraciones dentales, ya que mejora la estética al proporcionar una apariencia más natural y contribuye a su durabilidad en el medio oral. Este parámetro está directamente influenciado por los sistemas de acabado y pulido, los cuales permiten obtener superficies más uniformes y lisas. Asimismo, se recomienda realizar el pulido posterior a las 24 horas, con el fin de garantizar una adecuada polimerización del material restaurador (pp. 28-29).

El brillo superficial se define como la capacidad de una superficie para reflejar la luz de manera especular y puede expresarse en unidades de brillo (*Gloss Units*). Este parámetro permite evaluar la calidad del acabado superficial de los materiales restauradores.

Diversos estudios han demostrado que existe una relación inversa entre el brillo superficial y la rugosidad, de modo que superficies más lisas tienden a presentar mayores valores de brillo. Por esta razón, el brillo puede considerarse un indicador indirecto de la rugosidad superficial en materiales restauradores.

2.5 Métodos de evaluación de rugosidad de superficies en resinas

(Flores, 2023), señala que se utilizan para analizar y cuantificar las irregularidades presentes en la superficie de las restauraciones garantizando un acabado óptimo de resina compuesta después de haber hecho una restauración. Entre los métodos empleados para evaluar la

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

rugosidad de las superficies resinosas se incluyen la perfilometría de contacto, la microscopía electrónica de barrido, la microscopía confocal y la interferometría (pág. 14).

En la actualidad, se han incorporado herramientas de análisis digital de imágenes como complemento a los métodos tradicionales. En este contexto, el software ImageJ se ha posicionado como una herramienta versátil y de código abierto ampliamente utilizada en la comunidad científica para la visualización, procesamiento y análisis de imágenes. Su aplicación permite evaluar características superficiales mediante el análisis de imágenes, incluyendo la cuantificación de irregularidades y parámetros de rugosidad cuando se integra con técnicas como la microscopía electrónica de barrido (Mendes, 2025).

Además, ImageJ ofrece ventajas como su accesibilidad, bajo costo y capacidad de adaptación a diferentes técnicas de análisis, lo que lo convierte en una alternativa viable frente a métodos tradicionales que pueden ser más costosos o complejos. No obstante, diversos autores destacan la importancia de la estandarización en su uso, ya que los resultados pueden variar dependiendo de los procedimientos y herramientas empleadas durante el análisis (Mendes, 2025).

2.5.1 Microscopio electrónico de barrido

Según Ipohorski (2013), concluye que las imágenes obtenidas mediante un microscopio electrónico se generan al detectar, procesar y visualizar las señales producidas por la interacción de un haz de electrones de alta energía con el material observado. Este tipo de microscopio permite alcanzar aumentos de hasta 2000x, facilitando así la visualización detallada de la superficie de los materiales (pág. 43).

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

Como menciona Ipohorski (2013), particularmente menciona que el microscopio electrónico de barrido (SEM) no genera una imagen real como ocurre en la microscopía óptica, sino que construye una imagen virtual a partir de las señales emitidas por la muestra, lo que permite obtener información morfológica y topográfica precisa. En esta investigación, el SEM será utilizado como herramienta principal para ampliar la información del sistema de medida, ya que permitirá observar y comparar la calidad del acabado superficial de las restauraciones con resina compuesta, tras la aplicación de diferentes sistemas de pulido. Esto proporcionará datos cuantificables y visuales sobre la rugosidad y uniformidad de las superficies tratadas, contribuyendo al análisis objetivo del desempeño de cada protocolo evaluado. (págs. 45-46).

2.5.2 Microscopia confocal de barrido láser

Según Ferrer (2012), resalta que es un microscopio de alta tecnología que nos permite observar con una mayor resolución de lo que un microscopio normal lo hace. Este laser se aplica en forma de barrido, y combina láseres de distintas longitudes de onda en un amplio rango del espectro de luz, facilitando el detalle (págs. 2-3).

2.5.3 Microscopia confocal de escaneo láser

Según Godoy (2023), explica que un microscopio de luz que utiliza un láser en una trayectoria de un haz confocal con el objetivo de tener imágenes mucho más detalladas y definidas, emite un rayo láser 17 utilizando espejos galvánicos (págs. 17-18).

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

2.6 Estado del arte

Teniendo en cuenta la múltiple bibliografía encontrada con respecto a análisis de superficies rugosas en resinas pulidas por diferentes sistemas, se puede hacer una tabla considerando los diferentes resultados, materiales y autores principales los cuales se describen en el siguiente cuadro

Tabla 1. Estudios que evalúan diferentes sistemas de pulimento en resinas compuestas y su efecto en la rugosidad superficial.

. Estudio	Tipo de resina / marca	Tipo de pulimento / marca	Instrumento de medición	Unidad de medida	Datos de rugosidad (sin pulido / con pulido)	Conclusiones
Sarıcı et al., 2025	Resinas compuestas restauradoras (varias marcas comerciales)	Sistemas de pulido de un paso y múltiples pasos	Perfilómetro	Ra (μm)	Las superficies sin pulido presentaron mayor Ra. Los sistemas de pulido redujeron significativamente la rugosidad.	Los diferentes sistemas reducen significativamente la rugosidad frente al control, pero no siempre existen diferencias significativas entre sistemas comerciales.
Wheeler et al., 2020	Resinas compuestas convencionales	Diferentes sistemas comerciales de pulido	Perfilómetro + análisis morfológico	Ra (μm)	Reducción significativa de Ra tras el pulido	Diferentes sistemas pueden producir valores de Ra similares aunque la morfología superficial sea distinta.
Dennis et al., 2021	Resinas compuestas restauradoras	Sistemas de pasos reducidos vs multietapa	Perfilómetro	Ra (μm)	Resultados comparables entre sistemas reducidos y multietapa	Los sistemas simplificados pueden comportarse como nuevo estándar clínico al alcanzar resultados similares en rugosidad.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

<i>. Estudio</i>	<i>Tipo de resina / marca</i>	<i>Tipo de pulimento / marca</i>	<i>Instrumento de medición</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Datos de rugosidad (sin pulido / con pulido)</i>	<i>Conclusiones</i>
Elmarsafy et al., 2023	Cuatro resinas compuestas	Diferentes sistemas de pulido	Perfilómetro (con termociclado)	Ra (μm)	La rugosidad aumenta tras envejecimiento artificial	El envejecimiento puede modificar el comportamiento superficial incluso cuando inicialmente no hay diferencias significativas.
Erturk-Avunduk et al., 2024	Resinas compuestas convencionales y manufacturadas aditivamente	Sistemas de pulido comerciales	Perfilómetro	Ra (μm)	Variaciones en Ra asociadas al tipo de resina y sistema	La rugosidad superficial influye en propiedades ópticas y estabilidad del color.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Comparar el efecto de dos sistemas de pulido Sof-Lex (3M Espe) y Shofu (Super-Snap single) sobre la rugosidad superficial relativa evaluada de manera indirecta mediante unidades GLU en resina compuesta forma Ultradent.

3.2 Objetivos específicos

Evaluar el grado de rugosidad superficial determinada de manera indirecta mediante unidades GLU, tras la aplicación de los sistemas de pulido Sof-Lex (3M espe) y Shofu (Super-Snap Single)

Establecer cuál de los dos sistemas de pulido genera una superficie menos rugosa.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

3.3 Hipótesis

Si se comparan los discos abrasivos Sof-Lex con los discos abrasivos Shofu en procedimientos de pulido dental, entonces los discos Sof-Lex mostrarán una mayor eficiencia en la reducción de la rugosidad superficial.

4. Materiales y método

4.1 Tipo de estudio

Este estudio es experimental porque se realizará una intervención con los dos sistemas de pulido para evaluar su efecto sobre la rugosidad superficial indirecta de la resina Forma Ultradent; además, al tratarse de un estudio in vitro, se desarrollará bajo condiciones de laboratorio controladas, fuera del entorno biológico y así garantizar mayor precisión en la medición de resultados.

4.2 Población

La población estará conformada por 35 bloques de resina compuesta Forma ultradent que se dividirán en 3 grupos. 15 bloques de resina pulidos con discos abrasivos Shofu y 15 bloques de resina pulidos con discos abrasivos Sof-Lex, además, 1 grupo control que será conformado por 5 bloques de resina sin pulir. Las estructuras que se diseñen seguirán un mismo patrón aplicado a todos los bloques, de manera que cada uno conserve exactamente la misma amplitud y longitud.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

Esto garantiza la uniformidad de las muestras y permite realizar comparaciones más confiables entre los grupos de estudio.

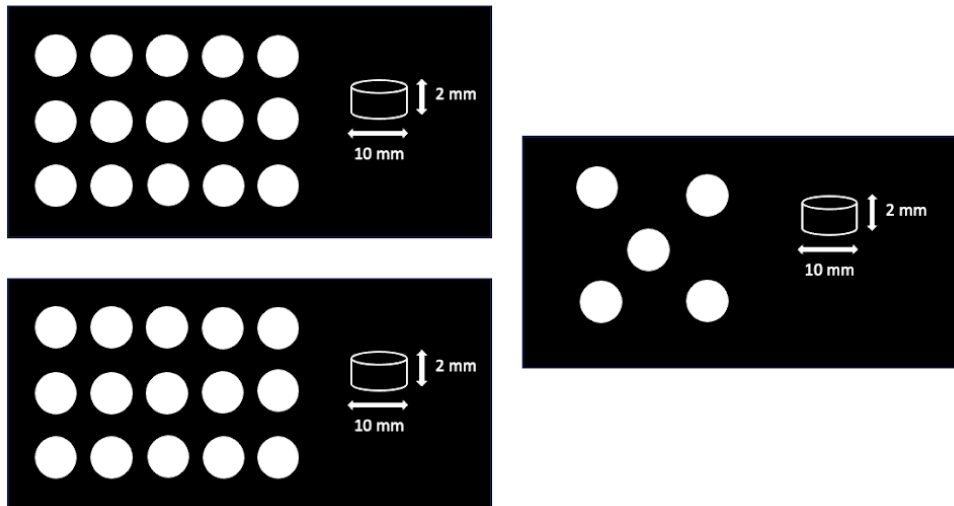
4.2.1 Muestra y muestreo

Será no probabilístico por conveniencia y estarán estandarizados en un tamaño de 10 mm de diámetro y 2 mm de alto medibles con un calibrador los cuales representarán unidades experimentales destinadas a evaluar el efecto de los dos sistemas de pulido discos SOF-LEX y SHOFU.

Estos serán divididos aleatoriamente en dos grupos experimentales y uno control.

Esta distribución permitirá la comparación entre los dos sistemas de pulido bajo las condiciones controladas mencionadas anteriormente.

Figura 1. Muestras estandarizadas



COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

4.3 Criterios de selección

Para el desarrollo del presente estudio se establecieron criterios de selección con el fin de garantizar la homogeneidad de las muestras y la validez de los resultados obtenidos. Estos criterios permitieron definir las condiciones que debían cumplir las muestras de resina compuesta utilizadas en la investigación, así como identificar aquellas que debían ser descartadas del análisis. Los criterios de selección se dividieron en criterios de inclusión y criterios de exclusión.

4.3.1 Criterios de inclusión

- Muestras de resina compuesta forma Ultradent del mismo lote de fabricación.
- Muestras que hayan sido fotopolimerizadas bajo condiciones controladas utilizando una lámpara LED marca VVDental con una intensidad de 1.200 mW/cm², aplicando un tiempo de fotopolimerización de 20 segundos, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- Resinas que tengan el mismo protocolo de preparación según la casa comercial.

4.3.2 Criterios de exclusión

- Muestras que presenten desgaste o alteraciones previas al pulido.
- Muestras que al retirarse de la formaleta de diseño no presenten buena compactación o que presenten cracks de fractura.

4.4 Variables de estudio

En el presente estudio se identificaron y definieron las variables necesarias para analizar la relación entre los sistemas de pulido y la rugosidad superficial de la resina compuesta. Estas

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

variables permitieron establecer las características a evaluar dentro del proceso experimental y facilitar el análisis de los resultados obtenidos. A continuación, se describen las variables dependiente e independiente consideradas en la investigación.

4.4.1 Variable dependiente

Hace referencia al grado de irregularidades presentes en la superficie de la resina compuesta después del procedimiento de pulido. Esta variable fue evaluada a partir del promedio aritmético de las desviaciones absolutas (Ra) obtenido mediante el análisis de las micrografías del microscopio electrónico de barrido (SEM) utilizando el software ImageJ, a partir de los valores de intensidad de gris (GLU).

4.4.2 Variable independiente

Tipo de sistema de pulido aplicado a las muestras de resina compuesta Forma (Ultradent). En el presente estudio se evaluaron tres grupos experimentales: discos Sof-Lex (3M ESPE), discos Shofu (Super-Snap Single) y un grupo control sin pulido, los cuales fueron utilizados con el fin de comparar su efecto sobre la rugosidad superficial de las muestras. (Ver apéndice A)

4.5 Instrumento

El instrumento de recolección de datos consistió en una ficha de registro estructurada en forma de tabla, en la cual se consignaron de manera sistemática los datos obtenidos de cada bloque de resina compuesta Forma (Ultradent), previamente identificado y asignado a su grupo

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

correspondiente (control, Sof-Lex o Shofu). Las mediciones se obtuvieron a partir de micrografías tomadas con microscopio electrónico de barrido (SEM), las cuales fueron analizadas mediante el software ImageJ para determinar los valores de intensidad en escala de grises (GLU). A partir de estos datos se calcularon parámetros como la rugosidad promedio (R_a), el total de picos por 100 μm y la desviación estándar. Todos los resultados fueron registrados en la matriz de datos, incluyendo varias mediciones por muestra y sus promedios, para posteriormente ser procesados en el software STATA 14.0 y realizar el análisis estadístico correspondiente.

Tabla 2. *Ficha de registro de valores de cada micrografía*

Código	Grupo ó Sistema de pulido	Total de picos/100 μm	Desviación estándar (SD)	R_a expresado en GLU
A1	Sof-Lex	23,86268508	9687,843857	6425,316341
A2	Sof-Lex	24,56023812	8309,970073	5929,574763
A3	Sof-Lex	22,46601069	6789,550778	4860,457801
A4	Sof-Lex	23,98059417	10153,03263	7097,913869
A5	Sof-Lex	26,53616712	9411,356377	7237,172694
A6	Sof-Lex	22,53108408	8072,968069	5573,551
A7	Sof-Lex	23,31854793	9230,707797	6659,979136
B1	Sof-Lex	25,24382071	7564,607434	5197,516
B2	Sof-Lex	22,9694672	6744,794412	4734,69
B3	Sof-Lex	24,12066005	6257,703365	4180,684
B4	Sof-Lex	25,32376884	6680,133347	4651,303
B5	Sof-Lex	25,15255995	3867,177343	2708,302
B6	Sof-Lex	24,68010783	8101,320905	5674,042
B7	Sof-Lex	22,81476542	6733,570544	4415,797
C1	Sof-Lex	22,393522	8762,66847	5861,684
D1	Shofu	25,17372425	7904,130492	5026,407
D2	Shofu	24,60392194	7054,254388	4799,976
D3	Shofu	23,44320128	4042,066245	2831,545
D4	Shofu	24,606623	3926,153847	2570,732
D5	Shofu	23,60608031	7075,837672	4894,884

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

<i>Código</i>	<i>Grupo ó Sistema de pulido</i>	<i>Total de picos/100 μm</i>	<i>Desviación estándar (SD)</i>	<i>Ra expresado en GLU</i>
D6	Shofu	25,32225432	5303,631204	3665,347
D7	Shofu	22,87291428	6816,960879	4471,689
E1	Shofu	22,68662921	9898,959896	7018,44
E2	Shofu	23,29340605	6680,586294	4568,244
E3	Shofu	24,97683496	7361,996629	5263,295
E4	Shofu	25,03190917	4826,099561	3370,928
E5	Shofu	24,64078558	3476,930997	2446,754
E6	Shofu	23,57480732	4486,139076	2991,33
E7	Shofu	22,9694672	8037,478461	5448,033
F1	Shofu	23,70081921	7881,201355	5491,658
G1	Control	22,03158952	14978,59716	12432,17
G2	Control	20,83818379	8261,330945	6493,176
G3	Control	20,17107594	10190,90434	8010,979
G4	Control	22,8344184	10826,30051	8346,416
G5	Control	21,18455233	13283,17434	10648,4384

4.6 Procedimiento

El grupo de investigación dividirá el trabajo de operación de las muestras de la siguiente manera.

- Investigador 1L Realizó las muestras teniendo en cuenta que todas queden con el mismo patrón diseñado en el apartado de muestra.
- El Investigador 2J se encargó del pulido de las muestras utilizando el sistema Shofu, empleando un sistema nuevo para cada muestra con el fin de evitar sesgos asociados al desgaste del material abrasivo.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

- Investigador 3M hizo el pulido del segundo grupo con disco Sof-Lex, empleando un sistema nuevo para cada muestra con el fin de evitar sesgos asociados al desgaste del material abrasivo.

La determinación de los parámetros de diseño se basará en el Gold estándar definido por el director del trabajo, lo que garantizará la uniformidad en la aplicación del protocolo de pulido.

4.6.1 Protocolo de pulido

4.6.1.1 Investigador 1L. El primer investigador elaboró un total de seis moldes de silicona utilizando la silicona de Speedex Coltene, una silicona por condensación ampliamente empleada en odontología. Este material está constituido por una base de polidimetilsiloxano y un catalizador de pasta que contiene ortosilicato de etilo y un agente de platino como iniciador de la reacción. Su fraguado ocurre a través de una reacción de condensación por policondensación de silicona, en la que se libera alcohol etílico como subproducto, razón por la cual puede presentar cambios dimensionales si no se vierte el material de forma inmediata.

Los moldes fueron confeccionados con una forma circular, tomando como referencia el diámetro es de la base de un cilindro utilizado comúnmente en instrumentos de escritorio, de un diámetro de 10mm, con una altura de 2 mm, lo cual permitió obtener muestras uniformes para la prueba.

Una vez fraguados los moldes, se procedió al llenado de cada muestra con resina compuesta Forma (Ultradent). El material fue comprimido cuidadosamente dentro de cada molde con ayuda

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

de una espátula de resina y un instrumento plástico (en este caso, el dedo índice protegido con un guante de nitrilo para evitar contaminación cruzada), aplicando una ligera presión para asegurar la condensación del material dentro del molde y minimizar la presencia de burbujas o vacíos.

Cada muestra fue fotopolimerizada durante 20 segundos utilizando una lámpara de fotopolimerización LED “VVDental” con 1.200 mW/cm² de intensidad, manteniendo una distancia de 1 a 2 mm de la punta emisora de la lámpara y perpendicularidad entre la fuente de luz y la superficie de la resina, para garantizar una polimerización uniforme.

Una vez finalizado el proceso de fotopolimerizado, las muestras fueron cuidadosamente extraídas de los moldes de silicona, asegurando que no se produjeran deformaciones ni daños estructurales. Luego, las muestras fueron almacenadas individualmente dentro de una bolsa hermética tipo Ziploc, rotuladas adecuadamente para su posterior pulido.

4.6.1.2 Investigador 2J. El protocolo para la utilización de los discos Shofu indica que, previamente a su colocación, se debe verificar que la pieza de mano de baja velocidad esté en buen estado y completamente seca; luego, se inserta firmemente el mandril correspondiente y se coloca el disco abrasivo con la superficie activa hacia fuera, cuidando que quede bien ajustado; a continuación, se selecciona el grano adecuado iniciando siempre con el más grueso y avanzando progresivamente hacia los más finos hasta lograr el acabado y pulido deseados (Grano grueso: Negro – Grano medio: Violeta – Grano fino: Verde – Grano super fino: Rojo), utilizando cada disco con una presión ligera y movimientos continuos lineales o de barrido siguiendo la forma anatómica del diente, evitando permanecer en un mismo punto para prevenir el sobrecalentamiento

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

o desgaste excesivo del material restaurador; durante el procedimiento, se recomienda mantener un control visual constante y, de ser posible, refrigeración por aire para mejorar la eficacia; finalmente, tras completar el pulido, se retira el disco del mandril, se desecha de manera segura y se procede a la limpieza de la pieza de mano.

4.6.1.3 Investigador 3M. El protocolo para la utilización de los discos Sof-Lex de 3M indica que, previamente a su colocación, se debe verificar que la pieza de mano de baja velocidad esté en buen estado y completamente seca; luego, se inserta firmemente el mandril correspondiente y el disco abrasivo Sof-Lex se coloca en dicho mandril original, trabajando a una velocidad constante entre 10.000 y 20.000 rpm. Se recomienda aplicar una presión ligera, uniforme y controlada, evitando generar calor o deformaciones en el material, y mantener movimientos de barrido intermitentes sin detenerse en un solo punto. La secuencia de granos debe respetarse de forma estricta, comenzando con el disco grueso (rojo oscuro) para eliminar irregularidades iniciales, continuando con el medio (naranja) para suavizar la superficie, luego el fino (naranja claro) para otorgar un acabado más homogéneo y, finalmente, el superfino (amarillo) para conseguir el brillo final. Cada disco debe utilizarse durante un tiempo estandarizado de 20 a 30 segundos por muestra. Una vez finalizado el pulido, las muestras deben ser enjuagadas, secadas y almacenadas en agua destilada a 37 °C hasta su análisis. Posteriormente, se procede a la evaluación de la rugosidad superficial mediante microscopio electrónico de barrido, registrando en una tabla comparativa los valores antes y después del pulido, con el propósito de establecer de manera objetiva la eficacia del sistema Sof-Lex en la obtención de superficies lisas y clínicamente

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

aceptables. Una vez obtenidas y pulidas las muestras, serán sometidas a una evaluación de la rugosidad superficial mediante observación visual y análisis con microscopio electrónico de barrido (SEM). Para ello, previamente cada muestra será recubierta con una capa ultrafina de oro utilizando un equipo sputter coater. Este proceso se realiza en el interior de una cámara de vacío, donde se genera un plasma con gas argón que permite depositar el recubrimiento metálico. Dicho recubrimiento confiere a la superficie propiedades conductoras, necesarias para garantizar una adecuada interacción con el haz de electrones y obtener imágenes de alta resolución en el SEM.

4.6.1.4 Protocolo de análisis por microscopía electrónica de barrido. El análisis morfológico de las muestras se realizó mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) utilizando un equipo TESCAN MIRA 3 FEG-SEM. Previamente al análisis, las muestras fueron deshidratadas y aseguradas en condiciones sólidas y libres de humedad, posteriormente fueron fijadas sobre un stub metálico mediante cinta adhesiva conductora de carbono con el fin de garantizar su estabilidad durante la observación. Para conferir conductividad eléctrica y evitar artefactos derivados de la acumulación de carga, se recubrieron mediante la técnica de sputter coating con una fina capa de oro, obteniendo un recubrimiento homogéneo sin alterar la topografía superficial de aproximadamente 10–20 nm. Las micrografías se obtuvieron bajo condiciones de alto vacío, ajustando progresivamente los parámetros operativos como voltaje de aceleración, distancia de trabajo y modo de escaneo. Se realizaron observaciones a aumentos de 250X, 2000X y 10.000X; sin embargo, para el análisis comparativo de la rugosidad superficial relativa se

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

seleccionaron las imágenes a 250X, ya que permitieron una visualización general del patrón superficial generado por los diferentes sistemas de pulido.

4.6.1.5 Procesamiento digital de micrografías mediante ImageJ. Las micrografías obtenidas a 250X mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) fueron procesadas utilizando el software ImageJ (National Institutes of Health, USA) con el objetivo de cuantificar la rugosidad superficial.

Cada imagen fue convertida a escala de grises en formato de 16 bits para estandarizar los valores de intensidad. Posteriormente, se realizó la calibración mediante la herramienta “Set Scale”, tomando como referencia la barra de escala incluida en cada micrografía correspondiente a 100 μm ; para ello, se trazó una línea sobre dicha barra y se asignó el valor real de 100 micrómetros, permitiendo establecer la equivalencia entre píxeles y distancia real. La calibración se efectuó en micrómetros debido a que la escala proporcionada por el equipo SEM se expresa en esta unidad, lo que garantizó la estandarización de la longitud del perfil analizado y la reproducibilidad del procedimiento, aun cuando los valores finales de rugosidad fueron expresados en unidades de intensidad de gris (GLU).

Para el análisis se trazó una única línea diagonal sobre cada micrografía, manteniendo siempre la misma dirección y longitud en todas las muestras con el fin de estandarizar el procedimiento. La línea fue ubicada en una zona representativa de la superficie, evitando artefactos o irregularidades externas.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

Mediante la función “Plot Profile”, se obtuvo el perfil de intensidad de grises a lo largo de la línea seleccionada, generándose una serie de valores numéricos correspondientes a las variaciones superficiales. Estos valores fueron exportados a una hoja de cálculo en excel donde se calculó el promedio aritmético de las desviaciones absolutas respecto a la media, obteniéndose así el valor de rugosidad media aritmética (Ra) para cada micrografía. Este procedimiento fue aplicado de manera uniforme a todas las muestras analizadas.

4.7 Prueba piloto

Se realizó una prueba piloto con 10 muestras de resina compuesta pulidas con los dos sistemas de discos evaluados. Para esta fase, se utilizaron moldes de silicona con un diámetro de 16 mm y una altura de 4 mm, dimensiones que se modificaron para una mejor adaptación en la torreta del SEM, las cuales se estandarizaron en 10mm de diámetro y 2mm de altura.

Las muestras fueron analizadas mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) con el propósito de evaluar el aspecto superficial obtenido tras el pulido y confirmar que las muestras presentaran condiciones adecuadas para su observación en el microscopio. Durante esta fase se realizaron observaciones en diferentes aumentos (250X, 2000X y 10.000X) con el objetivo de determinar cuál permitía una mejor visualización comparativa del patrón superficial. Tras el análisis preliminar, se estableció que el aumento de 250X proporcionaba una vista más general y representativa del desgaste generado por los discos de pulido, permitiendo identificar de manera más uniforme las diferencias superficiales entre los grupos. En consecuencia, este aumento fue seleccionado para el análisis definitivo del estudio.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

4.8 Plan de análisis estadístico

4.8.1 Plan de análisis estadístico univariado

Se realizó un análisis descriptivo de las variables cuantitativas correspondientes a los valores de rugosidad superficial (Ra). Para cada grupo de estudio (**Sof-Lex**, **Shofu** y **grupo control sin pulido**), se calcularon: **Media**, **Desviación estándar (DE)**, **Valores mínimo y máximo**

Previamente, se evaluó la distribución de los datos mediante la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk, con el fin de determinar la aplicabilidad de pruebas paramétricas.

Los resultados fueron presentados en tablas y mediante diagramas de caja y bigotes (boxplot) para visualizar la dispersión y posible presencia de valores atípicos. (apéndice c)

4.8.2 Plan de análisis estadístico bivariado

Para comparar los valores promedio de rugosidad superficial (Ra) entre los tres grupos de estudio, se utilizó la prueba ANOVA de una vía, dado que los datos presentaron distribución normal. Posteriormente, se aplicó la prueba post hoc de Bonferroni para identificar diferencias específicas entre pares de grupos.

Se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

4.9 Consideraciones éticas

Este estudio se ajusta a los lineamientos éticos para la investigación científica y se considera sin riesgo según la resolución 8430 de 1993, ya que se desarrolla bajo un modelo in vitro utilizando bloques de resina compuesta.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

No se involucran seres humanos ni animales en los procedimientos, lo que excluye la posibilidad de causar daño físico, psicológico o social.

Este tipo de investigación se clasifica como sin riesgo y se asegura el cumplimiento de los principios de integridad, responsabilidad y transparencia en el manejo de los datos y resultados, así como la correcta disposición de los materiales y residuos generados durante el desarrollo del proyecto.

Dado que no se incluyeron sujetos humanos ni animales, este trabajo no requirió consentimiento informado ni aprobación por parte de un comité de ética en investigación.

5. Resultados

La normalidad de los datos fue evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk, evidenciándose distribución normal ($p > 0,05$).

Tabla 3. Descripción integrada de los resultados obtenidos

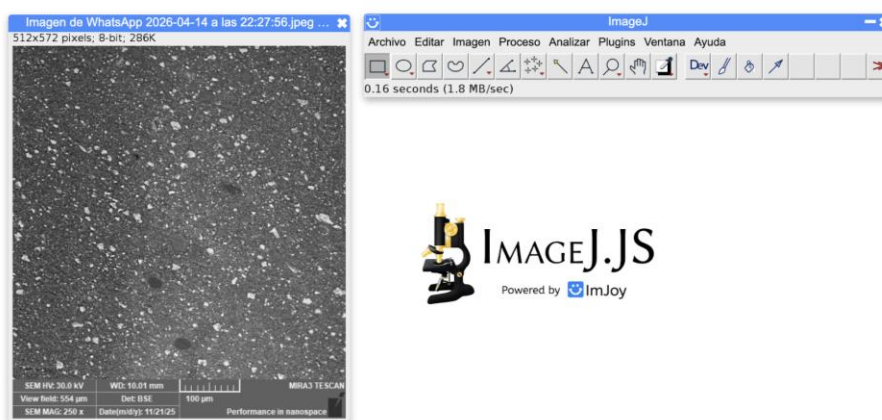
<i>Estudio</i>	<i>Tipo de resina / marca</i>	<i>Sistema de pulido / marca</i>	<i>Instrumento de medición</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Datos de rugosidad</i>	<i>Conclusiones</i>
Presente estudio (2026)	Resina forma de ultradent	Sof-Lex (3M ESPE) y Shofu (Super-snap single).	Análisis digital de micrografías (GLU) + cálculo matemático de Ra	GLU y Ra	Grupo sin pulido: 9153 GLU (mayor variabilidad). Disminución significativa de rugosidad tras pulido. No hubo diferencia significativa entre Sof-Lex y Shofu ($p > 0,05$).	Ambos sistemas reducen significativamente la rugosidad frente al control. No existe superioridad estadísticamente demostrable entre Sof-Lex y Shofu.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

5.1 Rugosidad superficial según sistema de pulido

Los datos fueron reportados en términos de rugosidad superficial media (Ra), obtenida a partir del análisis de micrografías del Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) procesadas mediante el software ImageJ. Los valores fueron expresados en Gray Level Units (GLU).

Figura 2. *Software ImageJ.JS*



La normalidad de los datos fue evaluada previamente y, al cumplir los supuestos requeridos para análisis paramétricos, se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA) de una vía para determinar diferencias entre los sistemas de pulido. Para comparaciones múltiples entre grupos se aplicó la prueba post hoc de Bonferroni, considerando un nivel de significancia estadística de $p \leq 0,05$

Los resultados se presentan mediante estadística descriptiva utilizando promedios y desviación estándar.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

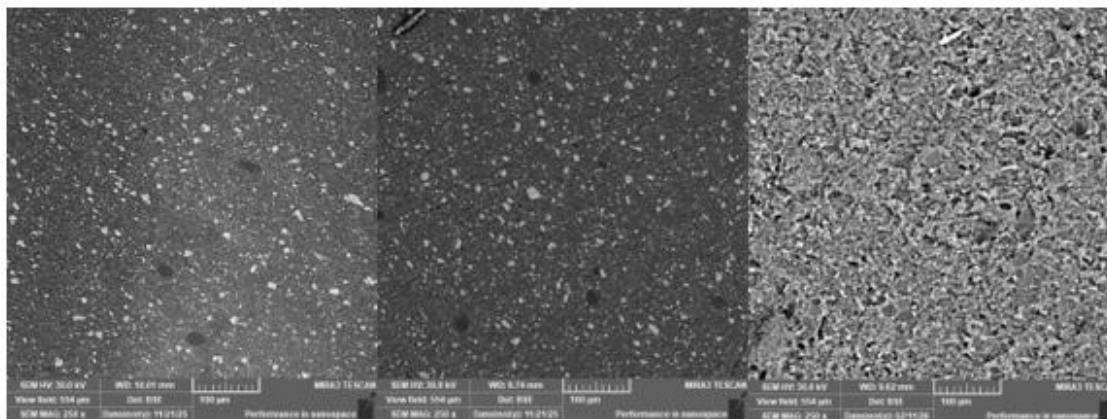
5.2 Análisis descriptivo

En la tabla 1 se presentan los valores descriptivos de rugosidad superficial (Ra) expresados en GLU según el sistema de pulido empleado. El grupo sin pulido presentó los mayores valores promedio de rugosidad superficial, mientras que los grupos sometidos a pulido evidenciaron menores valores de Ra (tabla 1). Entre los sistemas evaluados, el grupo Shofu mostró el promedio más bajo; sin embargo, ambos sistemas presentaron valores inferiores al grupo control (tabla 4).

Tabla 4. Valores descriptivos de rugosidad superficial (Ra) expresados en GLU

Sistema de pulido	N	X ($\pm DE$)
Sof-Lex	15	5413,86 ($\pm 1210,93$)
Shofu	15	4323,95 ($\pm 1304,94$)
Sin pulido	5	9186,23($\pm 2345,92$)

Figura 3. Resultados de las muestras a través de micrografías



5.3 Análisis inferencial

Para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en los valores de rugosidad superficial (Ra) entre los sistemas de pulido evaluados, se realizó un análisis de

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

varianza (ANOVA) de una vía. El análisis mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($F = 21,40$; $p < 0,001$). La prueba de Bartlett no evidenció diferencias significativas en la homogeneidad de varianzas ($p = 0,173$), permitiendo asumir igualdad de varianzas entre los grupos.

Las comparaciones múltiples mediante la prueba post hoc de Bonferroni evidenciaron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas Sof-Lex y Shofu. Sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo sin pulido y ambos sistemas de pulido (tabla 3).

Tabla 5. Comparación de sistemas de pulido Vs Grupo control

<i>Comparación</i>	<i>Diferencia de medias (GLU)</i>	<i>p</i>
Sof-Lex vs Shofu	1089,92	0,139*
Sin pulido vs Sof-Lex	3772,37	<0,001
Sin pulido vs Shofu	4862,28	<0,001

*ANOVA

6. Discusión

En el presente estudio, la rugosidad superficial fue evaluada mediante análisis digital de micrografías, obteniendo valores iniciales en GLU (Gray Level Units), correspondientes a la variabilidad en la intensidad de grises de imágenes digitales de 16 bits. El grupo sin pulido presentó la media más alta ($9186,23 \pm 2345,92$ GLU), evidenciando una mayor heterogeneidad topográfica y, por tanto, el grupo control presenta una mayor amplitud de picos y valles superficiales lo cual se traduce en la alta desviación estándar reportada ($\pm 2345,92$ GLU). En contraste, los grupos sometidos a pulido mostraron una reducción marcada de la variabilidad superficial, registrando

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

5413,86 $\pm$ 1210,93 GLU para Sof-Lex y 4323,95 $\pm$ 1304,94 GLU para Shofu. El análisis estadístico mediante ANOVA demostró diferencias globales significativas entre los grupos ($p < 0,05$), confirmando la eficacia del pulido en la modificación de la topografía superficial en comparación con superficies sin tratamiento.

6.1 Eficacia del pulido

La reducción significativa observada en los grupos Sof-Lex y Shofu frente al grupo sin pulido confirma que los sistemas abrasivos cumplen su función principal: homogeneizar la superficie mediante la nivelación de la matriz orgánica y las partículas de relleno. Este hallazgo coincide con lo reportado por Sarıcı et al. (2025), quienes evidenciaron que la aplicación de sistemas de pulido disminuye significativamente la rugosidad superficial frente a superficies sin tratamiento. De igual manera, Wheeler et al. (2020) demostraron que el pulido reduce de forma objetiva el Ra y mejora la morfología superficial observable al microscopio. En concordancia con estos estudios, los resultados obtenidos respaldan que la diferencia estadísticamente significativa en el presente trabajo se establece principalmente entre superficies pulidas y no pulidas.

6.2 Similitud entre sistemas abrasivos

Aunque numéricamente el sistema Shofu presentó una media menor de GLU que Sof-Lex (4323,95 vs 5413,86), el análisis post hoc de Bonferroni evidenció que esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p > 0,05$). Esto indica que ambos sistemas poseen una capacidad comparable para producir una superficie homogénea bajo las condiciones experimentales

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

evaluadas. Este comportamiento ha sido descrito por Dennis et al. (2021), quienes plantean que los sistemas de pasos reducidos pueden alcanzar resultados equivalentes a los sistemas multietapa, cuestionando la idea de que un mayor número de pasos necesariamente implique mejor calidad superficial. Asimismo, Wheeler et al. (2020) señalaron que distintos sistemas pueden generar valores de rugosidad estadísticamente similares aun cuando presenten diferencias morfológicas microscópicas.

Estos antecedentes respaldan el hallazgo del presente estudio, sugiriendo que la similitud entre Sof-Lex y Shofu podría explicarse por la eficacia del tamaño y dureza de sus partículas abrasivas, así como por su interacción con el tipo de resina utilizada. En este sentido, la composición del abrasivo y su compatibilidad con el material restaurador podrían ser más determinantes que el número de pasos del protocolo.

6.3 Relevancia clínica

Desde la perspectiva clínica, la disminución significativa de la rugosidad superficial es fundamental, ya que superficies más lisas se asocian con menor retención de biofilm, menor pigmentación y mayor estabilidad estética. Erturk-Avunduk et al. (2024) demostraron que la rugosidad superficial influye directamente en las propiedades ópticas y en la estabilidad del color de las resinas compuestas, reforzando la importancia clínica de lograr valores bajos de Ra tras el pulido. De igual forma, Sarıcı et al. (2025) relacionaron la reducción de la rugosidad con una menor susceptibilidad a la decoloración superficial.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

Aunque en el presente estudio no se encontraron diferencias significativas entre Sof-Lex y Shofu, ambos sistemas lograron una reducción estadísticamente significativa frente al grupo sin pulido, lo que indica que cualquiera de los dos puede considerarse clínicamente eficaz para mejorar la calidad superficial de la restauración. Por otra parte, Elmarsafy et al. (2023) demostraron que el envejecimiento artificial mediante termociclado puede modificar la rugosidad superficial con el tiempo, lo que sugiere que estudios futuros podrían evaluar la estabilidad a largo plazo de los sistemas aquí analizados.

En conjunto, los resultados del presente estudio confirman la eficacia del pulido en la reducción significativa de la rugosidad superficial (ANOVA $p < 0,05$), evidencian la similitud estadística entre Sof-Lex y Shofu ($p > 0,05$), y refuerzan la relevancia clínica de disminuir la irregularidad superficial para optimizar el comportamiento estético y biológico de las restauraciones en resina compuesta. La ausencia de diferencias significativas entre sistemas sugiere que la elección clínica puede fundamentarse en criterios operativos como facilidad de uso, tiempo clínico y disponibilidad, más que en superioridad objetiva de rugosidad.

En el análisis integral del presente estudio, se identifican fortalezas y debilidades que permiten contextualizar adecuadamente los hallazgos obtenidos. Como principal fortaleza, se destaca el control sistemático y estandarizado de las variables experimentales bajo un diseño in vitro, lo que permitió garantizar uniformidad en la elaboración de las muestras, en la aplicación de los sistemas de pulido y en el protocolo de análisis mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), aportando consistencia interna y alta reproducibilidad. Asimismo, el uso de análisis digital mediante ImageJ representa un enfoque innovador que posibilitó la cuantificación indirecta de la

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

rugosidad superficial a través de valores GLU. No obstante, el estudio presenta diversas limitaciones. En primer lugar, el uso de ImageJ no permite la medición directa de la rugosidad superficial como lo haría un perfilómetro, sino que se basa en una estimación indirecta a partir de la variabilidad de la intensidad de grises, lo que puede afectar la precisión y la comparabilidad de los resultados. En segundo lugar, la naturaleza in vitro del estudio limita la extrapolación de los hallazgos al entorno clínico real, donde intervienen factores como la saliva, el pH, las cargas oclusales y el envejecimiento del material. Adicionalmente, el tamaño muestral, aunque adecuado para el análisis estadístico realizado, podría no ser suficiente para detectar diferencias más sutiles entre los sistemas evaluados. A esto se suma la evaluación de las muestras en un único momento, sin considerar procesos de envejecimiento artificial como el termociclado o el desgaste mecánico, los cuales pueden modificar la rugosidad superficial a lo largo del tiempo. De igual manera, el análisis se centró en una sola resina compuesta, lo que limita la generalización de los resultados a otros materiales con diferente composición o tamaño de partícula. Bajo esta perspectiva, los resultados deben ser analizados dentro de las condiciones propias del modelo experimental; sin embargo, los hallazgos obtenidos siguen mostrando de manera clara que el pulido es efectivo en la reducción de la rugosidad superficial y tiene un impacto clínico relevante, lo que sugiere que, en la práctica, la elección del sistema puede basarse más en aspectos como la facilidad de uso, el tiempo clínico y la disponibilidad, que en diferencias reales en la rugosidad obtenida.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

7. Conclusiones

No se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas de pulido Sof-Lex (3M ESPE) y Shofu (Super-Snap Single) en cuanto a la rugosidad superficial relativa de la resina compuesta Forma (Ultradent). Ambos sistemas mostraron un comportamiento similar en la reducción de la rugosidad superficial relativa.

Se determinó que tanto el sistema de pulido Sof-Lex como el sistema Shofu generaron una disminución en la rugosidad superficial relativa en comparación con el grupo sin pulido, evidenciando valores promedio de Ra (GLU) inferiores al grupo control.

No fue posible establecer que uno de los dos sistemas de pulido genere una superficie significativamente menos rugosa que el otro, ya que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

La elección del sistema de pulido puede fundamentarse más en factores como la facilidad de uso, el tiempo clínico requerido y la disponibilidad del sistema, ya que no se evidenciaron diferencias significativas en la rugosidad superficial obtenida entre los métodos evaluados.

La hipótesis inicial planteaba que el sistema de pulido Sof-Lex presentaría una menor rugosidad superficial en comparación con el sistema Shofu. Sin embargo, los resultados obtenidos no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sistemas, por lo que la hipótesis fue rechazada.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

8. Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se recomienda ampliar el tamaño de muestra, con el fin de aumentar la potencia estadística y evaluar si pueden detectarse diferencias más sutiles entre los sistemas de pulido.

Se recomienda realizar estudios que incluyan medición de rugosidad mediante perfilometría convencional en micrómetros (μm), para comparar los resultados obtenidos por análisis digital en GLU con métodos instrumentales directos.

Se recomienda la realización de estudios futuros que incorporen procedimientos de termociclado o envejecimiento acelerado, con el fin de simular las condiciones clínicas y el paso del tiempo en el medio oral. Esto permitiría evaluar si la similitud observada entre los sistemas de pulido Sof-Lex y Shofu se mantiene a largo plazo en términos de rugosidad superficial y desempeño clínico.

Se podría evaluar otras variables complementarias como brillo superficial, desgaste, acumulación de biofilm o estabilidad del color, para establecer una correlación clínica más integral.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

Referencias

- Academy of Prosthodontics. (2017). *The glossary of prosthodontic terms* (9th ed.).
https://www.academyofprosthodontics.org/lib_ap_articles_download/GPT9.pdf
- Creus Solé, A. (2010). *Instrumentación industrial* (7.^a ed.). Alfaomega.
- Coronel Ávalos, C. N. (2019). *Cumplimiento de protocolos operatorios en restauraciones realizadas por los alumnos del tercer y cuarto curso en clínicas de la Facultad de Odontología “Santo Tomás de Aquino” de la Universidad Nacional del Caaguazú, año 2019* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Caaguazú. <https://odontounca.edu.py/wp-content/uploads/2021/06/CORONEL-AVALOS-CYNTHIA-NOEMI.pdf>
- Coronel Castellón, Y. (2019). *Técnicas para el acabado y pulido de resinas compuestas en restauraciones directas* (Trabajo de suficiencia profesional). Universidad Privada Juan Pablo II, Escuela Profesional de Estomatología.
- Dennis, T., Zottle, T., Wood, D., & Altaie, A. (2021). *Reduced-step composite polishing systems: ¿A new gold standard?* *Journal of Dentistry*, 112, 103769.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103769>
- Elmarsafy, S. M., Abdelwahab, S. A., & Hussein, F. (2023). *Influence of polishing systems on surface roughness of four resin composites subjected to thermocycling aging*. *Dental Research Journal*, 20(1), 35. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.372652>
- Ertürk Avunduk, A. T., Atılan Yavuz, S., Filiz, H., & Cengiz Yanardağ, E. (2024). *A comparative study of polishing systems on optical properties and surface roughness of additively*

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

- manufactured and conventional resin-based composites. Scientific Reports*, 14, Article 77449. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-77449-9>
- Flores Godoy, N. M. (2023). *Rugosidad generada en resinas nano-híbridas y de nano-tecnología con diferentes sistemas de pulimento. Fase 1*. Universidad El Bosque.
- Infoapac. (2020). *Forma*. Ultradent. <https://infoapac.ultradent.com/forma>
- Jaramillo-Cartagena, R., López-Galeano, E. J., Latorre-Correa, F., & Agudelo-Suárez, A. A. (2021). Effect of polishing systems on the surface roughness of nano-hybrid and nano-filling composite resins: A systematic review. *Dentistry Journal*, 9(8), 95. <https://doi.org/10.3390/dj9080095>
- Liu, L., & Miao, H. (2004). A specification-based approach to testing polymorphic attributes. En J. Davies, W. Schulte, & M. Barnett (Eds.), *ICFEM 2004: Formal methods and software engineering* (pp. 306–319). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-30482-1_28
- Melendez, D. D., Mas, J., & Tay, L. (2023). *Sistemas de pulido para restauraciones cerámicas: Revisión de la literatura. Revista Estomatológica Herediana*, 33(1), 68–75. <https://doi.org/10.20453/reh.v33i1.4437>
- Mendes, G. N., Floresta, L. G., Takeshita, W. M., Brasileiro, B. F., & Trento, C. L. (2025). The application of ImageJ software for roughness analysis of dental implants. *Journal of Imaging Informatics in Medicine*, 38, 1812–1819. <https://doi.org/10.1007/s10278-024-01298-1>
- Monzalvo Blando, R. A. (2022). *Comparación de las propiedades mecánicas entre resinas de nanorrelleno y compómeros, al restaurar lesiones en tercio cervical* (Tesina de

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

- licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Odontología.
<https://ru.dgb.unam.mx/items/f707ff6f-6567-4e9a-b333-b4ab819fbe5f>
- Navarrete-Abedrabbo, X. C., Valle-Lozada, B. S., & Real-Freire, Á. D. (2023). Uso de las resinas bulk y su posibilidad de aplicación en odontopediatría: revisión sistemática de la literatura. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 27(Supl. 2). <https://scielo.sld.cu>
- Palacios, G. (2017). Efecto de tres sistemas de pulido en la rugosidad superficial de resinas microhíbridas y de nanorrelleno (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia.
<https://repositorio.unal.edu.co/items/953f81be-6ca7-4394-ac40-1efe82fa311c>
- Parasher, A., Ginjupalli, K., Somayaji, K., & Kabbinah, P. (2023). Comparative evaluation of the depth of cure and surface roughness of bulk-fill composites: An in vitro study. *Dental and Medical Problems*.
- Sarici, T., & Dayi, B. (2025). Evaluation of the effects of different polishing systems on surface roughness and surface discoloration of various restorative materials. *BMC Oral Health*, 25, 978. <https://doi.org/10.1186/s12903-025>
- Vilcayauri, V. (2023). *Evaluación de la eficiencia de cuatro sistemas de acabado y pulido para resinas compuestas en relación a la rugosidad superficial: Estudio in vitro*. Universidad Privada Norbert Wiener.
- Wheeler, J., Deb, S., & Millar, B. J. (2020). Evaluation of the effects of polishing systems on surface roughness and morphology of dental composite resin. *British Dental Journal*, 228(7), 527–532. <https://doi.org/10.1038/s41415-020-1411-2>

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

- Wigner, E. P. (1964). *Theory of traveling-wave optical laser*. *Physical Review*, 134(6A), A635–A646. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.134.A635>
- Zhou, X., Huang, X., Li, M., Peng, X., Wang, S., Zhou, X., & Cheng, L. (2019). *Development and status of resin composite as dental restorative materials*. *Journal of Applied Polymer Science*, 136(44), 48180. <https://doi.org/10.1002/app.48180>

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

Apéndices

Apéndice A. *Cuadro de operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Naturaleza	Escala de medición	Valor
Rugosidad superficial	Característica de una superficie que representa las irregularidades o asperezas presentes.	Valor numérico obtenido del análisis digital de micrografías SEM mediante el cálculo del promedio aritmético de las desviaciones absolutas (Ra), expresado en GLU.	Cuantitativa	Razón	Valor continuo expresado en GLU (Gray Level Units).
Sistema de pulido	Conjunto de instrumentos o materiales diseñados para alisar o abrillantar superficies	Sistema de pulido aplicado sobre la resina Forma Ultradent, dividido en dos grupos experimentales: Discos Sof-Lex (3M ESPE) y Discos Shofu (Super snap-single).	Cualitativa	Nominal	-Discos Sof-Lex (3M ESPE) -Discos Shofu (Super-snap single) -Muestras sin pulir

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

Apéndice B. *Instrumento de recolección de datos*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Naturaleza	Escala de medición	Valor
Rugosidad superficial	Característica de una superficie que representa las irregularidades o asperezas presentes.	Valor numérico registrado en GLU correspondiente al cálculo de Ra obtenido a partir del análisis digital de micrografías SEM en ImageJ.	Cuantitativa	Razon	Número continuo en GLU
Sistema de pulido	Conjunto de instrumentos o materiales diseñados para alisar o abrillantar superficies.	Tipo de tratamiento superficial aplicado a cada muestra antes del análisis por SEM.	Cualitativa	Nominal	-Discos Sof-Lex (3M ESPE) -Discos Shofu (Super-snap single).

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PULIDO

Apéndice C. Plan de análisis**Plan de análisis univariado**

Variable	Naturaleza	Pruebas estadísticas
Rugosidad superficial	Cuantitativa	Medidas de tendencia central (media), dispersión (desviación estándar), valores mínimo y máximo
Sistemas de pulido	Cualitativa	Frecuencias absolutas y relativas

Plan de análisis bivariado

Objetivo	Variable 1	Variable 2	Naturaleza	Pruebas estadísticas
Evaluar el grado de rugosidad superficial según el sistema de pulido aplicado	Rugosidad superficial	Sistemas de pulido	Cuantitativa vs cualitativa	Prueba ANOVA de una vía y prueba post hoc de Bonferroni