



COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL ENTRE RESINA
IMPRESA EN 3D Y NANOHÍBRIDA CONVENCIONAL

AUTORES

WILLIAM FERNANDO HINESTROZA ROJAS

GERALDIN LÓPEZ TABORDA

COLEGIO ODONTOLÓGICO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC

REHABILITACIÓN ORA

SANTIAGO DE CALI

21 DE OCTUBRE DE 2025





COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL ENTRE
RESINA IMPRESA EN 3D Y NANOHÍBRIDA CONVENCIONAL

DIRECTOR

Edgar Meneses Silva
Especialista en Rehabilitación Oral

CODIRECTOR

Carlos Humberto Martínez Cajas
Magister en epidemiología

ASESOR METODOLÓGICO

Alejandra Ordoñez Molina
Magister en Epidemiología

ASESOR ESTADÍSTICO

Julián Andrés Tamayo
Magister en logística Integral

COLEGIO ODONTOLÓGICO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
REHABILITACIÓN ORAL IV SEMESTRE

2025-2

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Santiago de Cali, 21 de octubre de 2025

DEDICATORIA

A nuestra familia, fuerza inquebrantable:

A nuestros padres, por sembrar en nosotros el valor del conocimiento y la
perseverancia.

A nuestros esposos (a), compañero(a) fiel, cuyo apoyo incondicional transformó
desafíos en conquistas.

A nuestros hijos, luz de nuestro camino e inspiración para trascender.

A nuestros docentes, faros de sabiduría que guiaron mis pasos en este recorrido
científico.

Este logro es el fruto de sus enseñanzas, amor y paciencia.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos sinceramente a todas las personas que hicieron posible este trabajo:

A nuestros directores y asesores, en especial a el doctor Edgar Meneces por su invaluable guía y conocimiento compartido.

A nuestras familias:

A mi esposo, Juan Camilo e hijos Luciana y Juan Martin, pilares fundamentales en este camino - Geraldin

A mi esposa Andrea y Miguel Ángel, fuente constante de motivación - William

A la Institución Universitaria Colegios de Colombia, por brindarnos esta oportunidad de crecimiento académico.

Este logro es el reflejo del apoyo de todos ustedes.

TABLA DE CONTENIDO

1.GLOSARIO	8
2. INTRODUCCIÓN.....	11
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
3.1 Pregunta de investigación	16
4. MARCO TEÓRICO.....	17
5. OBJETIVOS	22
5.1 Objetivo general.....	22
5.2 Objetivos específicos	22
6. METODOLOGÍA.....	24
6.1 Diseño de estudio.....	24
6.2 Población objetivo.....	24
6.3 Criterios de selección	24
6.3.1Criterios de inclusión.	24
6.3.2 Criterios de exclusión.	24
6.4 Tamaño de muestra y diseño de muestro	25

6.4.1 Cálculo del tamaño de muestra.....	25
6.4.2 Diseño de muestreo.....	26
6.5 Definición de variables	26
6.5.1 Variables	26
6.6 Cuadro operacional de las variables	26
6.7 Recolección de la información	27
6.8 Análisis estadístico.....	31
7.RESULTADOS	33
8. DISCUSIÓN	35
9. RECOMENDACIONES.....	38
10. CONCLUSIONES	39
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
12. ANEXOS	45

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Definición operacional de las variables	26
Tabla 2: <i>Pruebas de normalidad</i>	33
Tabla 3: <i>Prueba no paramétrica de Mann-Whitney</i>	33
Tabla 4: Valores de rugosidad de cada muestra en los dos grupos de estudio	34
Tabla 5 : Distribución de los datos	45

LISTA DE GRÁFICOS

Figura 1: <i>Pass 2021 Power Analysis & Sample Size</i>	25
Figura 2 : Confección de Cuerpos de Resina Z350 vs Cuerpos de Resina Biocrow	28
Figura 3: <i>Protocolo de pulido con discos soflex</i>	30
Figura 4 : <i>Cajas y alambres</i>	34
Figura 5: <i>Perfil de rugosidad</i>	46
Figura 6: <i>Parametros de rugosidad</i>	46

1.GLOSARIO

- **Arandela metálica:** Pieza circular con orificios, utilizada en este caso como molde para dar forma uniforme a los cuerpos de muestra de resina.
- **Bluephase G4:** Lámpara de fotopolimerización LED de alta intensidad utilizada en odontología para endurecer materiales fotocurables como resinas compuestas.
- **Condensación de resina:** Proceso manual de compactación del material restaurador dentro del molde, con el fin de evitar burbujas de aire y garantizar una masa homogénea.
- **Cuerpo de muestra:** Fragmento de material estandarizado (en forma y dimensiones) que se utiliza para realizar pruebas o análisis científicos.
- **Discos Sof-Lex:** Sistema abrasivo de pulido utilizado en odontología, compuesto por discos de diferente granulometría que permiten alisar y dar brillo a las superficies restauradas.
- **Elegoo Mars 4:** Impresora 3D de resina basada en tecnología LCD, utilizada para fabricar objetos dentales de alta precisión a partir de diseños digitales.
- **Fotopolimerización:** Proceso mediante el cual un material (generalmente una resina compuesta) se endurece al ser expuesto a una fuente de luz, generalmente LED o halógena.
- **Lámpara de polimerización:** Dispositivo que emite luz en una longitud de onda específica, activando la reacción química que endurece los materiales restauradores fotocurables.

- **Loseta de vidrio:** Superficie plana de vidrio utilizada en procedimientos clínicos o de laboratorio para manipular materiales de forma limpia y controlada.
- **Micromotor:** Herramienta rotatoria utilizada en odontología y laboratorio, capaz de controlar con precisión la velocidad para procesos como el pulido.
- **Mylar (tira de poliéster):** Tira plástica delgada y transparente que se coloca sobre las resinas antes de su fotocurado para obtener una superficie más lisa y libre de oxígeno.
- **Nanohíbrida:** Término que describe resinas compuestas con partículas de carga de tamaño nanométrico y micrométrico, diseñadas para ofrecer buena estética y resistencia mecánica.
- **Postprocesado:** Conjunto de pasos que se realizan después de la impresión 3D para limpiar, desinfectar y estabilizar los objetos impresos antes de su uso o análisis.
- **Pulido:** Procedimiento que permite suavizar la superficie de una restauración o muestra, eliminando irregularidades para lograr un acabado liso y brillante.
- **Resina compuesta:** Material restaurador utilizado en odontología, compuesto por una matriz de resina orgánica y partículas inorgánicas que le otorgan resistencia y estética.
- **Rugosidad superficial:** Medida que indica el grado de aspereza o irregularidad de una superficie. En odontología, influye en la estética, acumulación de placa y desgaste.

- **STL (Standard Triangle Language):** Lenguaje estandarizado para describir geometrías tridimensionales mediante la representación de triángulos, muy utilizado en impresión 3D.

2. INTRODUCCIÓN

La odontología restauradora ha experimentado avances significativos en la última década, impulsada por la constante búsqueda de materiales y tecnologías que optimicen la eficiencia, precisión y durabilidad de las restauraciones. En este panorama, la tecnología de impresión 3D (fabricación aditiva) ha emergido como una alternativa disruptiva y prometedora frente a los métodos convencionales sustractivos. Esta innovación ha permitido el desarrollo de restauraciones dentales personalizadas en tiempos notablemente reducidos y con una alta precisión morfofuncional, ofreciendo además ventajas operativas claves como la reducción de costos, el uso optimizado de material y una mayor flexibilidad en el diseño para restauraciones indirectas permanentes. No obstante, a pesar de sus prometedoras aplicaciones, la masificación de esta tecnología introduce un interrogante fundamental en la práctica odontológica moderna: la necesidad de verificar la confiabilidad clínica, la durabilidad y las propiedades de estos nuevos materiales impresos en 3D en comparación directa con las resinas compuestas de última generación ampliamente establecidas (1)

Las resinas compuestas nanohíbridas fotopolimerizables han evidenciado, a lo largo del tiempo, un desempeño clínico predecible en aspectos como la estética, la resistencia mecánica, el pulido, el brillo y la durabilidad. En contraste, las resinas elaboradas mediante tecnología de impresión 3D han sido desarrolladas con el propósito de optimizar los tiempos de producción y mejorar la adaptación marginal, consolidándose como una alternativa innovadora en el campo de la rehabilitación protésica. No obstante, uno de los parámetros críticos que podría afectar su desempeño clínico es la rugosidad superficial.(2)

La morfología superficial de los materiales restauradores influye no solo en sus propiedades ópticas y estéticas, sino también en su resistencia al desgaste, su

comportamiento frente al entorno oral y su susceptibilidad a la acumulación bacteriana (2)

A pesar del creciente interés en las resinas impresas en 3D para restauraciones permanentes, la evidencia científica disponible sobre sus propiedades mecánicas a menudo presenta resultados heterogéneos y, en general, sugiere propiedades inferiores en comparación con los materiales fabricados mediante métodos convencionales o sustractivos (3). Una de las principales razones de esta heterogeneidad y de la dificultad para comparar resultados entre estudios es la falta de protocolos de investigación uniformes (4).

Actualmente, no existen estándares específicos plenamente actualizados o liberados (normatividad ISO tradicional) que rijan de manera particular las pruebas y la evaluación de las propiedades mecánicas de los materiales dentales fabricados mediante tecnologías aditivas, como la impresión 3D, especialmente cuando se aplican a restauraciones permanentes (4).

Por lo tanto, surge la necesidad de evaluar de manera específica, comparativa y utilizando un protocolo controlado (ante la ausencia de estándares específicos para impresión 3D permanente) la rugosidad superficial (Ra) que es un parámetro crítico para el desempeño clínico de materiales restauradores, comparando una resina nanohíbrida convencional (Filtek™ Z350 XT, 3M Espe®) con una resina impresa en 3D (Prizma 3D Biocrown®), con el propósito de determinar si la tecnología aditiva alcanza niveles de acabado superficial equivalentes o superiores a los materiales tradicionales.

Esta investigación es fundamental para generar datos confiables que, a falta de normatividad específica para impresión 3D permanente, contribuyan a la comprensión de sus propiedades y guíen a los clínicos en la selección de materiales

y técnicas de fabricación para restauraciones posteriores permanentes, asegurando resultados predecibles y duraderos.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La alta prevalencia de enfermedades orales, particularmente la caries dental no tratada, acentúa la importancia de contar con materiales restauradores que mantengan condiciones óptimas de superficie a largo plazo. Según la Organización Mundial de la Salud (2025), alrededor de 3.5 mil millones de personas en el mundo se ven afectadas por enfermedades orales, siendo la caries dental en dentición permanente la condición de salud más común a nivel global (3). Esta cifra revela una carga significativa para los sistemas de salud pública y plantea la necesidad de soluciones restauradoras eficaces, duraderas y biocompatibles que contribuyan a reducir la incidencia de complicaciones clínicas como las caries recurrentes y las microfiltraciones.

En la actualidad, la odontología restauradora se enfrenta al reto de integrar tecnologías emergentes que, sin comprometer la calidad clínica, optimicen los procesos de rehabilitación. En este contexto, las resinas impresas en 3D han surgido como una alternativa innovadora que promete alta precisión en la adaptación marginal, reducción en los tiempos clínicos y personalización de las restauraciones (4). No obstante, persiste la incertidumbre respecto a su comportamiento clínico en parámetros críticos como la rugosidad superficial, en comparación con las resinas compuestas nanohíbridas convencionales, ampliamente utilizadas y validadas en la práctica odontológica (5).

Las resinas impresas en 3D, si bien la impresión 3D como concepto surgió en la década de 1980 (con la primera solicitud de patente en Japón en 1981 y la invención de la estereolitografía por Charles Hull en 1984), su aplicación y desarrollo significativo en el sector dental ha sido más reciente, consolidándose en los últimos

10 a 15 años. A partir de 2015, el mercado de la impresión 3D en la industria dental ya representaba una cifra considerable, y se espera un crecimiento continuo.

La evolución de estas resinas ha permitido pasar de su uso inicial para modelos dentales a resinas biocompatibles, aptas para permanecer más tiempo en la boca del paciente.

La rugosidad superficial (Ra) constituye un factor determinante en el desempeño clínico de los materiales restauradores, ya que influye directamente en la acumulación de placa bacteriana, el riesgo de caries secundarias, la integridad estructural, la resistencia al desgaste y la estética final de la restauración (6). Diversos estudios han reportado que las resinas nanohíbridas, como (Filtek™ Z350 XT, 3M Espe®) alcanzan valores de rugosidad clínicamente aceptables tras el pulido (aproximadamente 0.6 μm), especialmente cuando se emplean sistemas abrasivos estandarizados como Sof-Lex o OneGloss (7,8). Sin embargo, estos valores pueden verse alterados por la exposición a medios ácidos, como bebidas carbonatadas, que incrementan significativamente la rugosidad y, con ello, la susceptibilidad a la colonización bacteriana (9). Esta situación pone en evidencia la necesidad de utilizar materiales que no solo posean propiedades estéticas y mecánicas favorables, sino también estabilidad superficial frente a agentes degradantes del medio oral.

Si bien las resinas compuestas convencionales han demostrado un desempeño clínico predecible, las resinas impresas en 3D aún carecen de suficiente evidencia que respalde su comportamiento superficial en condiciones intraorales. Estudios preliminares sugieren que parámetros de impresión como el espesor de capa, la orientación del modelo y los protocolos de post-polimerización UV influyen directamente en la microestructura superficial (10,11). Por ejemplo, materiales como Formlabs Dental SG han mostrado valores iniciales de rugosidad cercanos a los 2.7

μm sin tratamiento de pulido, comparables a los de resinas nano híbridas en estado bruto, pero se desconoce su evolución tras el desgaste mecánico o la exposición prolongada a ambientes ácidos.

La ausencia de estudios comparativos que evalúen sistemáticamente la rugosidad superficial entre resinas 3D y nanohíbridas fotopolimerizables representa una brecha de conocimiento importante. Esta carencia de datos impide establecer protocolos clínicos estandarizados para la selección y el acabado de restauraciones en zonas de alta exigencia funcional, como las áreas posteriores. En consecuencia, resulta imprescindible llevar a cabo investigaciones que analicen la rugosidad superficial de estos materiales bajo condiciones controladas, con el fin de determinar si las resinas impresas en 3D ofrecen un comportamiento clínico equivalente o superior al de los compuestos tradicionales en términos de biocompatibilidad, resistencia y longevidad.

3.1 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los valores de rugosidad superficial (Ra) en especímenes de bloque 6x2mm comparando resina impresa en 3D (Prizma 3D Biocrown®) y una resina nanohíbrida convencional (Filtek™ Z350 XT, 3M Espe®) tras protocolos estandarizados de pulido bajo condiciones *in vitro*?

4. MARCO TEÓRICO

La rugosidad superficial constituye una variable crítica en la evaluación de materiales restauradores odontológicos, dado que incide directamente en la estética, la biocompatibilidad y el comportamiento clínico de las restauraciones (6). En particular, una superficie lisa y homogénea favorece la reflexión especular de la luz, lo cual mejora la apariencia estética y contribuye a una integración más natural en el entorno bucal (12). Simultáneamente, disminuye la retención de placa bacteriana, reduce la adhesión de pigmentos exógenos y limita el riesgo de inflamación gingival o de desarrollo de caries secundarias (12).

En las últimas décadas, la evolución de las resinas compuestas ha estado marcada por avances sustanciales en la tecnología de relleno y en la manipulación clínica. Las resinas nanohíbridas, como la Filtek™ Z350 XT, 3M Espe®, representan una de las formulaciones más avanzadas dentro del espectro de composites fotopolimerizables. Esta resina incorpora nanopartículas de sílice y zirconia, así como clusters de nanopartículas, que en conjunto permiten alcanzar una alta carga inorgánica y mejorar las propiedades mecánicas del material, como la resistencia al desgaste, la dureza y la estabilidad cromática (13). La inclusión de partículas nanométricas también optimiza los procedimientos de acabado y pulido, posibilitando la obtención de superficies más lisas y con menor rugosidad, lo cual repercute positivamente en la longevidad de la restauración y en su aceptabilidad clínica (14). Además, su matriz de resina, conformada por monómeros como UDMA y Bis-GMA, le confiere un grado de conversión adecuado y una estabilidad química compatible con el medio oral.

De manera paralela, la incorporación de la impresión 3D en la práctica odontológica ha transformado los procesos de diseño y fabricación de

restauraciones temporales y dispositivos clínicos. Esta tecnología, basada en la manufactura aditiva, permite la construcción capa a capa de objetos tridimensionales a partir de resinas fotocurables mediante técnicas como la estereolitografía (SLA) o el procesamiento digital de luz (DLP). (15).

El uso de resinas específicas para impresión 3D, como (Prizma 3D Biocrown®), se ha extendido progresivamente en la elaboración de provisionales y restauraciones de corta duración. Estas resinas, diseñadas para ser impresas con alta precisión, presentan una matriz fotopolimerizable que incluye metacrilatos y cargas inorgánicas en suspensión, cuya composición y proporción determinan sus propiedades físicas y mecánicas (13). No obstante, un desafío inherente a los materiales impresos radica en las irregularidades generadas durante la deposición de capas, fenómeno que produce microescalonamientos conocidos como líneas de capa, los cuales elevan la rugosidad superficial del objeto impreso (14) se emplean protocolos de postcurado y limpieza con alcohol isopropílico, estas irregularidades pueden persistir, generando superficies más rugosas que las obtenidas con resinas fotopolimerizadas directamente en boca.

La comparación entre materiales restauradores convencionales y aquellos obtenidos mediante impresión 3D es un objeto de investigación importante. Diversos estudios han documentado que las resinas compuestas nanohíbridas, cuando son adecuadamente pulidas mediante discos abrasivos o sistemas rotatorios, alcanzan valores de rugosidad significativamente menores en comparación con las resinas impresas, incluso después de aplicar técnicas de acabado. Esta diferencia puede atribuirse a varios factores: el tamaño de las partículas de carga, el grado de conversión del material, la homogeneidad de la matriz orgánica, así como la eficiencia de los procesos de fotocurado. En el caso de los materiales impresos, además de la rugosidad intrínseca derivada del proceso

aditivo, se ha observado que el acabado depende del tipo de orientación utilizada durante la impresión, del grosor de capa, del tiempo de exposición y del protocolo de limpieza posterior, factores que en conjunto limitan el control sobre la textura final de la superficie.

Rugosidad superficial: medición y repercusiones clínicas

La medición de la rugosidad superficial se realiza comúnmente mediante rugosímetros de contacto, los cuales permiten obtener parámetros como Ra (rugosidad media aritmética), Rz (altura media máxima) y Rt (rugosidad total). Estos indicadores permiten establecer comparaciones objetivas entre diferentes materiales y protocolos de tratamiento superficial (15). En el contexto de la odontología restauradora, una menor rugosidad no solo favorece la estética y la comodidad del paciente, sino que también contribuye a la salud periodontal al evitar la acumulación de biofilm en zonas críticas (16). En definitiva, la selección de un material restaurador debe fundamentarse no solo en su facilidad de manipulación o en su compatibilidad con tecnologías digitales, sino también en su comportamiento clínico a largo plazo, dentro del cual la rugosidad superficial desempeña un papel determinante (17). Si bien la impresión 3D ofrece ventajas indiscutibles en términos de eficiencia y personalización, es indispensable valorar críticamente el desempeño superficial de los materiales generados por esta vía, particularmente en restauraciones provisionales o de uso prolongado. Comparar científicamente la rugosidad superficial entre una resina nanohíbrida convencional y una resina impresa en 3D permite generar evidencia relevante que oriente la toma de decisiones clínicas en el marco de una odontología basada en la evidencia.

En el contexto de la evaluación de rugosidad superficial (*Ra*) de resinas compuestas, la resina de nanorrelleno Filtek™ Z350 XT, 3M Espe® ha sido

ampliamente estudiada como referencia en condiciones de desafío químico. Según Alarcón-Torres y Chávez-Méndez (2024), esta resina exhibió valores basales de Ra entre $0,54 \pm 0,29 \mu\text{m}$ (Inca Kola®) y $0,95 \pm 0,59 \mu\text{m}$ (Kola Escocesa®), incrementándose significativamente tras 14 días de inmersión cíclica en bebidas carbonatadas, alcanzando hasta $1,05 \pm 0,62 \mu\text{m}$ en agua destilada y $0,85 \pm 0,37 \mu\text{m}$ en Inca Kola® ($p < 0,05$). Estos resultados demuestran que la Ra de la Filtek™ Z350 XT, 3M Espe® se ve afectada por la interacción tiempo**bebida** ($p = 0,000$), aunque no por el factor bebida de forma aislada ($p = 0,156$), evidenciando su susceptibilidad a la degradación química prolongada. Así, en estudios *in vitro*, valores de $Ra \leq 1,05 \mu\text{m}$ tras 14 días de exposición a agentes ácidos pueden considerarse parámetros de referencia para evaluar su estabilidad superficial, destacando la relevancia del tiempo de inmersión como variable crítica.

La rugosidad superficial de los materiales restauradores es un parámetro determinante en su desempeño clínico, ya que influye directamente en la estética, el brillo, la resistencia al desgaste y la acumulación bacteriana en las superficies expuestas al medio oral. En el caso de las resinas compuestas nanohíbridas fotopolimerizables, su formulación con nanorrellenos ha permitido obtener superficies más lisas, pulibles y resistentes al desgaste, lo que contribuye a una menor adhesión bacteriana y una apariencia más estable en el tiempo (19).

Las resinas impresas en 3D, aunque han surgido como una alternativa moderna para la fabricación de restauraciones indirectas, presentan variaciones en su rugosidad superficial dependiendo de los parámetros de impresión, la orientación de construcción y los procedimientos de poscurado. Estas variables pueden generar superficies menos lisas que las obtenidas por técnicas convencionales, afectando su brillo, pulido y susceptibilidad a la colonización microbiana (2,20,21)

Los estudios que evalúan la topografía superficial mediante perfilometría o microscopía han evidenciado que las resinas 3D impresas tienden a exhibir una mayor irregularidad superficial, especialmente cuando se alteran factores como el tipo de resina, el grosor de capa o el tiempo de exposición durante la fotopolimerización. Esto podría influir negativamente en la retención de placa y pigmentos, afectando el comportamiento clínico y estético del material (2,20).

Además, aunque el arenado se utiliza ocasionalmente para mejorar la adhesión entre materiales, en el contexto de superficies expuestas puede incrementar la rugosidad superficial y favorecer la formación de microdefectos, que actúan como puntos de iniciación de fracturas o zonas de retención bacteriana. No obstante, algunos estudios en resinas impresas en 3D han reportado que, pese al aumento de rugosidad, la resistencia a la fractura no se ve necesariamente comprometida, lo que sugiere que el efecto depende del tipo de resina y del protocolo aplicado (2,20).

Finalmente, la evaluación de rugosidad superficial mediante técnicas normalizadas, como la perfilometría de contacto o los sistemas ópticos 3D, ha sido fundamental para comparar el comportamiento entre resinas nanohíbridas convencionales y resinas impresas 3D. Estos estudios contribuyen a determinar cuál de los materiales ofrece mejor lisura superficial y, por tanto, una menor adhesión bacteriana y mayor durabilidad clínica (2,19–21)

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Determinar los valores de rugosidad superficial (Ra) en bloques estandarizados de resina impresa en 3D (Prizma 3D Biocrown®) fabricados con Elegoo Mars 4 y y resina nanohíbrida convencional (Filtek™ Z350 XT, 3M Espe®) mediante medición con microscopía 3D KEYENCE VR3000 tras protocolo de pulido con discos Sof-Lex.

5.2 Objetivos específicos

1. Comparar la rugosidad superficial (Ra) entre especímenes de resina impresa en 3D (Prizma 3D Biocrown®) y resina nanohíbrida convencional (Filtek™ Z350 XT, 3M Espe®) sometidos a protocolos idénticos de pulido estandarizado.
2. Evaluar cuantitativamente mediante microscopía 3D las diferencias en rugosidad superficial (Ra) de bloques estandarizados fabricados con resina fotopolimerizable Prizma 3D Biocrown® (tecnología aditiva) versus resina nanohíbrida Filtek™ Z350 XT, 3M Espe® (técnica convencional) bajo condiciones experimentales controladas.
3. Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de rugosidad superficial (Ra) entre muestras de resina Prizma 3D Biocrown® impresas en Elegoo Mars 4 y muestras de resina Filtek™ Z350

XT, 3M Espe® condensada manualmente, tras aplicación de protocolo idéntico de pulido con discos Sof-Lex.

6. METODOLOGÍA

6.1 Diseño de estudio

Es un estudio experimental *in vitro*.

6.2 Población objetivo

La población de este estudio está constituida por bloques de resina impresa y bloques de resina convencional condensable

6.3 Criterios de selección

6.3.1 Criterios de inclusión.

Muestras sin defectos visibles (burbujas, grietas).

Dimensiones estándar (6 mm de diámetro por 2 mm de espesor).

6.3.2 Criterios de exclusión.

Muestras contaminadas durante el proceso.

Muestras con irregularidades no relacionadas con la rugosidad.

6.4 Tamaño de muestra y diseño de muestro

A continuación, se describen los parámetros del tamaño de la muestra.

6.4.1 Cálculo del tamaño de muestra.

Se realizó cálculo de tamaño de muestra mediante el uso del software PASS 2021 (Power Analysis and Sample Size software) Se eligieron 15 muestras por grupo para asegurar confiabilidad estadística. El cálculo se basó en un intervalo de confianza del 95% y desviaciones estándar estimadas en 0.20

- **Grupo 1:** 15 bloques de resina 3D (marca PRIZMA BioCrown®) impresos con una impresora Marca Elegoo Referencia mars 4.
- **Grupo 2:** 15 bloques de resina nanohíbrida convencional marca Filtek Z350 XT (3M Espe®)

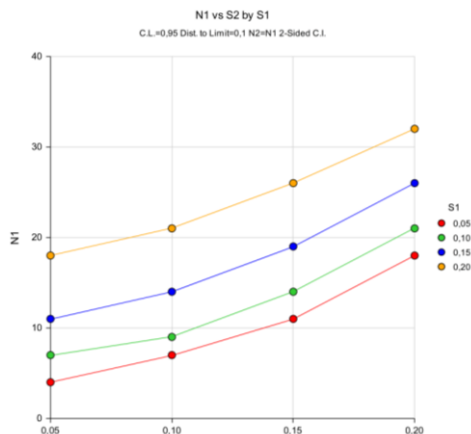


Figura 1: Pass 2021 Power Analysis & Sample Size

6.4.2 Diseño de muestreo.

El estudio utilizó un muestreo por conveniencia basado en criterios técnicos y de disponibilidad, alineado con las características específicas requeridas para los materiales dentales.

6.5 Definición de variables

6.5.1 Variables

6.5.1.1 Variable dependiente: Rugosidad superficial.

6.5.1.2 Variable independiente: Tipo de Resina

6.6 Cuadro operacional de las variables

Tabla 1. Definición operacional de las variables

Variable	Definición	Tipo de variable	Escala de Medición	Valores posibles	Fuente de información
Rugosidad RA	Promedio aritmético de las irregularidades absolutas del	Cuantitativa Continua	Razón	Valores en μm	Equipo microscopio 3D marca KEYENCE serie VR3000

	perfil de la superficie				
Tipo de resina	Definir	Cualitativa	Nominal	(Prizma 3D Biocrown®) (Filtek™ Z350 XT, 3M Espe®)	Impresora Marca Elegoo Referencia mars 4

6.7 Recolección de la información

El estudio incluyó dos grupos experimentales. El primer grupo estuvo conformado por 15 bloques de resina fotopolimerizable impresas en 3D (Prizma 3D Biocrown®), mientras que el segundo grupo experimental consistió en 15 bloques de resina compuesta nanohíbrida convencional (Filtek™ Z350 XT, 3M Espe®). Ambos materiales fueron seleccionados con base en sus indicaciones clínicas actuales en

Figura1: Rehabilitación Oral, estética y funcional.

Figura 2 : Confección de Cuerpos de Resina Filtek™ Z350 XT, 3M Espe® vs
Cuerpos de Resina Prizma 3D Biocrown®

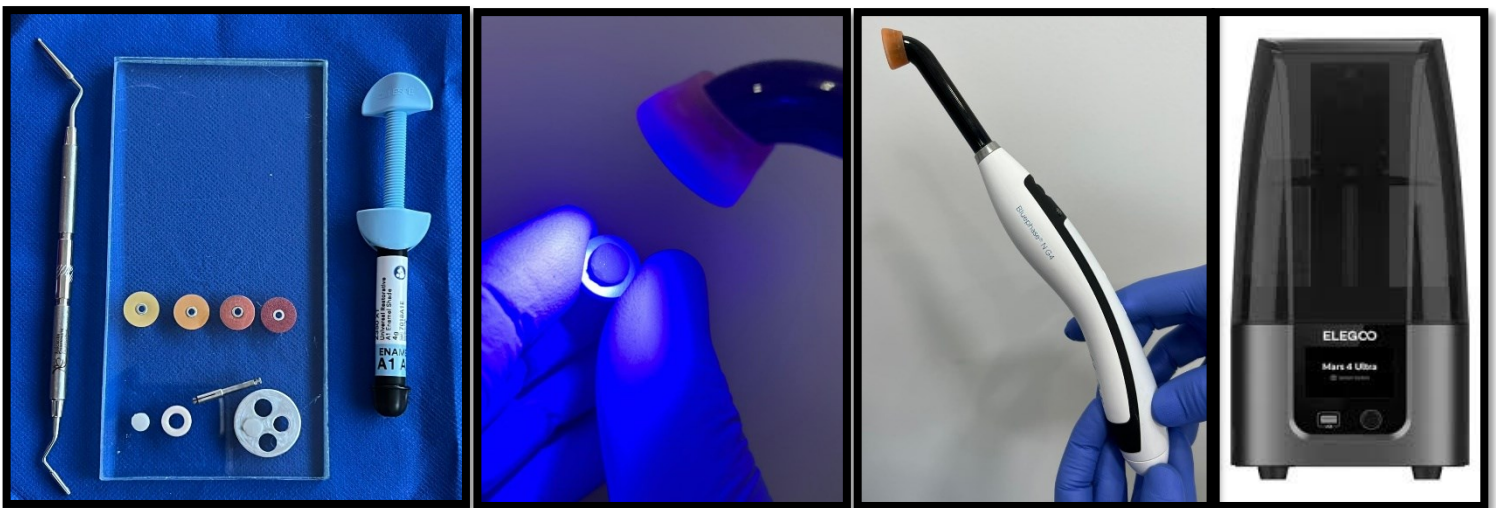


Figura 3 Impresora Elegoo Mars 4

Procedimiento de confección de los bloques de resina

Para el primer grupo, correspondiente a la resina impresa en 3D, se diseñó digitalmente el cuerpo de muestra **Chitubox V1.9.4** con dimensiones estandarizadas de 6 mm de diámetro por 2 mm de altura. Este diseño fue exportado en formato STL, compatible con la impresora Elegoo, Mars 4, configurada con un grosor de capa de 50 μm . Finalizada la impresión de los bloques en resina Prizma 3D Biocrown®, se procedió al postproceso, que consistió en una limpieza inicial mediante inmersión de los bloques en agua tibia con jabón, seguida de un frotado suave con un cepillo dental y posterior enjuague con agua destilada.

Posteriormente, se realizó la desinfección mediante inmersión en alcohol isopropílico por 4 minutos, con el fin de eliminar residuos de resina no polimerizada. Finalmente, las muestras fueron secadas al aire en un ambiente controlado, libre de partículas contaminantes.

Para el segundo grupo, correspondiente a la resina nanohíbrida fotopolimerizable (Filtek™ Z350 XT, 3M Espe®), se confeccionó una arandela de acero inoxidable con cuatro orificios, cada uno con las mismas dimensiones utilizadas en el grupo anterior (6 mm de diámetro por 2 mm de altura), la cual fue utilizada como molde estandarizado para la elaboración de los cuerpos de muestra. La inserción del material se realizó de forma manual, mediante la colocación de incrementos de resina de 2 mm de espesor, asegurando una adecuada condensación en cada capa para evitar la formación de burbujas. La arandela fue colocada sobre una loseta de vidrio limpia y, una vez completada la inserción, se cubrió la superficie con una tira de poliéster (Mylar) antes del proceso de fotopolimerización.

La fotopolimerización se llevó a cabo con una lámpara de polimerización Bluephase G4,(Ivoclar,Liechtenstein) en modo High Power, manteniendo 1 mm de distancia entre la punta activa de la lámpara y la superficie de la muestra. El tiempo de exposición fue de 60 segundos por muestra, conforme a las recomendaciones del fabricante para asegurar una conversión óptima del monómero (10,11). Posteriormente, se procedió al acabado y pulido de todas las muestras del segundo grupo utilizando el sistema de discos abrasivos Sof-Lex (3M Espe®) en grano decreciente. Para garantizar la estandarización del procedimiento, se utilizó un micromotor dental woodpecker medical, China, con control de revoluciones.

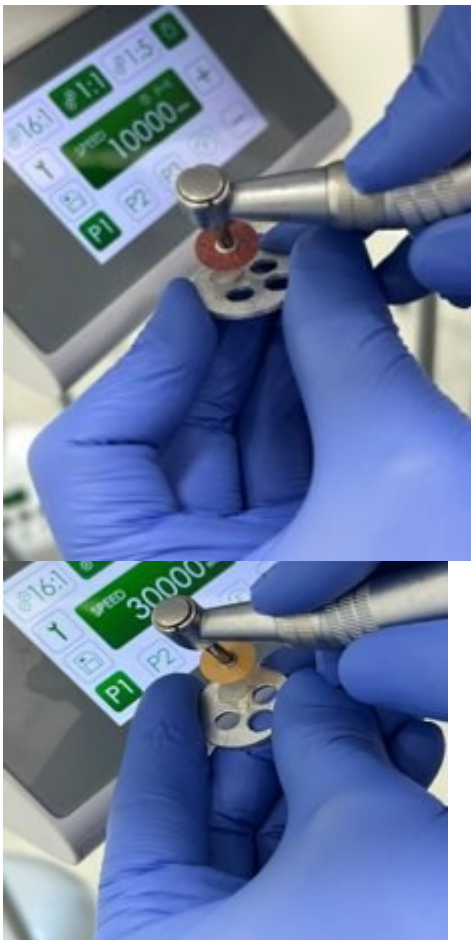
Para controlar las revoluciones por minuto en cada etapa del protocolo, que se desarrolló de la siguiente manera:

- Paso 1: Disco de grano grueso a 10.000 rpm durante 20 segundos.
- Paso 2: Disco de grano medio a 10.000 rpm durante 20 segundos.
- Paso 3: Disco de grano fino a 30.000 rpm durante 20 segundos.
- Paso 4: Disco de grano superfino a 30.000 rpm durante 20 segundos.

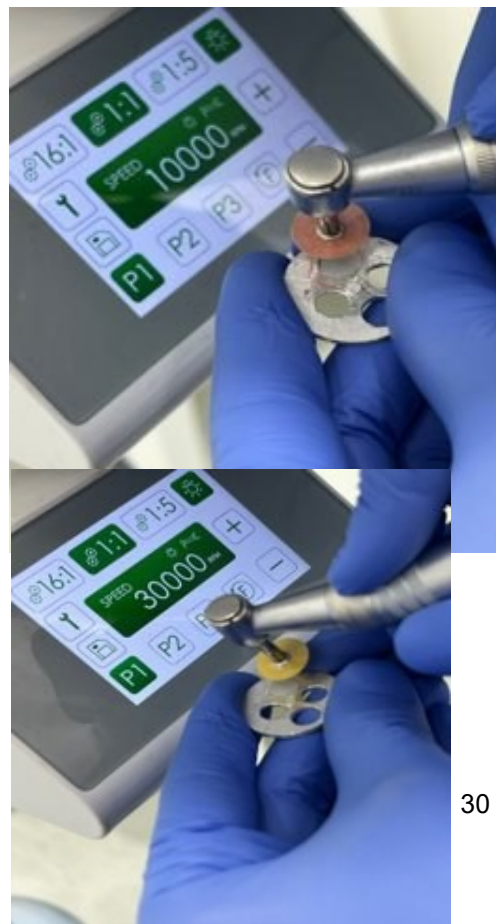
Este protocolo permitió obtener superficies comparables en cuanto a acabado superficial, lo que garantiza la validez de la evaluación posterior de la rugosidad superficial en ambos grupos experimentales.

Figura 3: *Protocolo de pulido con discos Soflex*

Paso #1



paso #2



Determinación de la rugosidad

Se realizó la medición de rugosidad con un microscopio 3D marca KEYENCE serie VR3000, en el Laboratorio de Materiales de la Universidad Autónoma de Occidente (Cali, Colombia).

6.8 Análisis estadístico

Para determinar la normalidad de los datos obtenidos, se aplicaron las pruebas de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Los resultados de ambas pruebas indicaron que las variables no seguían una distribución normal, por lo cual se optó por utilizar un análisis no paramétrico para comparar los grupos.

Se empleó la prueba de Mann-Whitney U para evaluar si existían diferencias estadísticamente significativas en la rugosidad superficial entre los dos grupos de estudio: grupo 1 (Prizma 3D Biocrown®) y grupo 2 (Filtek™ Z350 XT, 3M Espe®) . Esta prueba arrojó un valor de $p = 0,325$. Dado que este valor es superior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), se acepta la hipótesis nula, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la rugosidad superficial entre ambas resinas.

6.9 Consideraciones éticas

Este estudio experimental *in vitro* se ajustó a los principios éticos establecidos en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, que regula la investigación en salud garantizando la transparencia de los datos y la integridad de

los procedimientos estandarizados. De acuerdo con el artículo 11 de dicha resolución, esta investigación se clasifica como "sin riesgo", en virtud de su naturaleza *in vitro* y la ausencia de intervención directa en sujetos humanos, tal como se fundamenta en los criterios previamente expuestos.

7.RESULTADOS

Se realizaron dos pruebas estadísticas para comprobar si los datos seguían una distribución normal, con el objetivo de saber si se debía utilizar una prueba paramétrica o no paramétrica para el contraste de hipótesis (Tabla 2).

Tabla 2: *Pruebas de normalidad*

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ra	0,242	30	0,000	0,719	30	0,000

Tabla 3: *Prueba no paramétrica d Mann-Whitney*

La tabla compara estadísticamente la rugosidad superficial (Ra, en μm) entre los dos grupos, donde la media de rugosidad de (Prizma 3D Biocrown®) (0.037 μm) fue ligeramente mayor que la de (Filtek™ Z350 XT, 3M EspeÒ) (0.029 μm), por lo tanto, la prueba confirma que esta diferencia no es estadísticamente significativa.

		Media-Ra	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75	p-valor
RESINA	1 resina biocrown	0,036533333	0,011	0,048550219	0,006	0,066	0,325
	2 resina convencional	0,028866667	0,021	0,022132286	0,013	0,035	

Tabla 4: Valores de rugosidad de cada muestra en los dos grupos de estudio

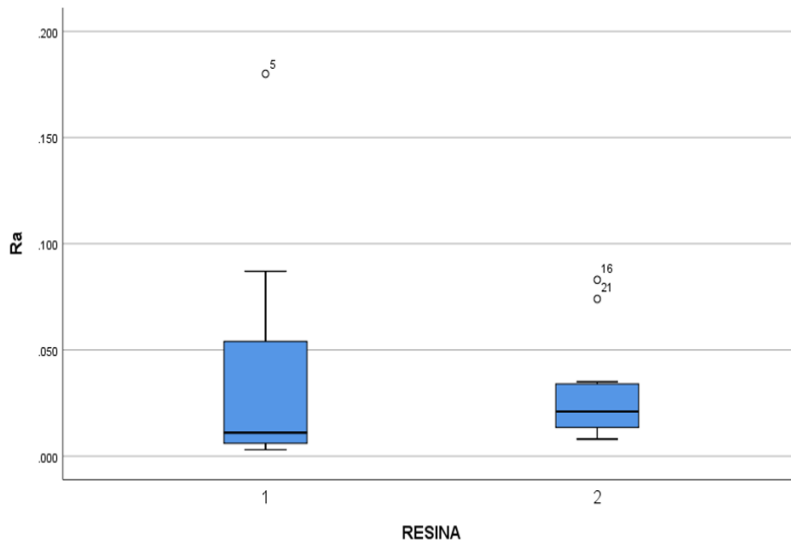


Figura 4: Cajas y alambres

Podemos observar que el grupo 1 perteneciente a la resina impresa 3D tiene dispersión mayor comparada con la resina convencional que tiene menor dispersión.

8. DISCUSIÓN

En el presente estudio, los resultados obtenidos a partir de la prueba estadística de U de Mann-Whitney indicaron que no existieron diferencias estadísticamente significativas en los valores de rugosidad superficial entre las resinas Filtek™ Z350 XT, 3M Espe® (nanohíbrida) y Prizma 3D Biocrown® (resina impresa en 3D). Este hallazgo sugiere que, bajo las condiciones experimentales controladas y especialmente tras la aplicación de un protocolo estandarizado de pulido, ambas resinas presentan comportamientos superficiales comparables en términos de pulimiento (21).

Una posible explicación de esta ausencia de diferencias puede atribuirse al impacto del procedimiento de acabado y pulido. Es ampliamente conocido que la rugosidad superficial no solo depende de la composición intrínseca del material, sino también del método y eficacia del pulido final (22). En este estudio, al aplicar un mismo sistema de pulido y protocolo clínico para ambas resinas, se pudo haber homogeneizado la superficie final de los materiales, minimizando así las diferencias que podrían derivarse de sus características estructurales iniciales.

Además, aunque la resina Filtek™ Z350 XT, 3M Espe® es una resina nanohíbrida con partículas de relleno de tamaño optimizado para mejorar la estética y la resistencia al desgaste, Prizma 3D Biocrown®—aunque pertenece a una tecnología distinta basada en impresión aditiva— ha sido formulada para lograr propiedades físicas similares a las de los composites convencionales, incluyendo una superficie de alta calidad post-polimerización (23). Esto podría explicar por qué, luego de ser

sometidas al mismo tratamiento de pulido, ambas superficies resultaron similares en rugosidad.

Cabe destacar que las impresiones 3D modernas, como en el caso de Biocrown 3D, han mejorado considerablemente en términos de resolución de capa y precisión dimensional, lo cual puede reducir la presencia de irregularidades como líneas de capa (24). No obstante, sin un tratamiento de pulido adecuado, estas microescalas suelen contribuir a una mayor rugosidad. En este sentido, el efecto homogeneizador del pulido habría mitigado dichas diferencias, equiparando la textura superficial con la del material nanohíbrido (25).

En conclusión, el resultado obtenido pone de manifiesto la importancia del protocolo de acabado y pulido en la evaluación de la rugosidad superficial de los materiales restauradores. Bajo condiciones estandarizadas, materiales con composiciones distintas pueden alcanzar niveles comparables de rugosidad superficial, lo cual puede ser clínicamente relevante al momento de seleccionar materiales para restauraciones temporales o definitivas (26).

La principal fortaleza de esta investigación es su diseño experimental *in vitro* altamente controlado. Al estandarizar variables clave como el protocolo de pulido, las dimensiones de las muestras y el equipo de medición (microscopio 3D KEYENCE VR3000), se minimizó los factores de confusión y se aisló el efecto del tipo de resina sobre la rugosidad superficial. Además, el uso de pruebas no paramétricas, como el test de Mann-Whitney U, fue una elección apropiada, ya que las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk demostraron que los datos no seguían una distribución normal. Esta elección estadística aumenta la fiabilidad de los hallazgos.

Una debilidad inherente al estudio es su naturaleza *in vitro*. La cavidad oral es un entorno dinámico con exposición continua a la saliva, variaciones de temperatura, agentes ácidos y desgaste mecánico. Estos factores, que podrían alterar la estabilidad de la rugosidad superficial a largo plazo, no se replicaron en este estudio (27, 28). Otra limitación es el uso de un único sistema de pulido. Si bien el sistema Sof-Lex es un estándar de comparación válido, diferentes técnicas o sistemas de pulido podrían generar resultados distintos, ya que la interacción entre el abrasivo y la matriz del material puede variar (29, 30). Por lo tanto, los hallazgos son específicos de la metodología empleada y no son completamente generalizables a todas las situaciones clínicas.

El significado clínico de estos hallazgos es sustancial. Una superficie lisa es crucial para la longevidad y el éxito de una restauración dental, ya que una superficie rugosa puede llevar a complicaciones como mayor acumulación de placa bacteriana, tinciones y gingivitis (31). El hecho de que la resina impresa en Prisma 3D Biocrown®, cuando se procesa y pule de forma adecuada, logre una rugosidad superficial comparable a la de la resina nanohíbrida convencional Filtek™ Z350 XT, 3M Espe®, sugiere que las restauraciones fabricadas con tecnología aditiva son una opción clínicamente viable desde la perspectiva de la calidad superficial (32). Esto proporciona confianza a los clínicos que consideran el uso de la impresión 3D para la fabricación de restauraciones. Sin embargo, es fundamental enfatizar que el protocolo de post-procesamiento y pulido es un paso crucial y no negociable para asegurar una lisura superficial óptima y, en consecuencia, un mejor desempeño clínico y la salud a largo plazo del paciente. Se necesitan futuros estudios *in vivo* para confirmar estos hallazgos bajo las condiciones dinámicas del entorno bucal y evaluar la estabilidad a largo plazo del acabado superficial (33).

9. RECOMENDACIONES

Explorar técnicas de pulido avanzadas.

Realizar estudios *in vivo* para correlacionar rugosidad con fracaso clínica

10. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las pruebas de normalidad (Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk) evidenciaron que los datos no seguían una distribución normal, lo que justificó el uso de pruebas estadísticas no paramétricas para el análisis comparativo.

La aplicación de la prueba de Mann-Whitney U permitió establecer que no existieron diferencias estadísticamente significativas en los valores de rugosidad superficial promedio (R_a) entre la resina impresa en 3D (Biocrown) y la resina convencional condensable, con un valor de $p = 0,325$.

Con base en los resultados, se acepta la hipótesis nula, lo que sugiere que, desde el punto de vista estadístico, ambas resinas presentan un comportamiento similar en cuanto a rugosidad superficial, siendo comparables en este aspecto para su aplicación clínica.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mandurino M, Cortili S, Coccoluto L, Greco K, Cantatore G, Gherlone EF, et al. Mechanical Properties of 3D Printed vs. Subtractively Manufactured Composite Resins for Permanent Restorations: A Systematic Review. *Materials* [Internet]. 2025;18(5). Available from: <https://www.mdpi.com/1996-1944/18/5/985>
2. Balestra D, Lowther M, Goracci C, Mandurino M, Cortili S, Paolone G, et al. 3D Printed Materials for Permanent Restorations in Indirect Restorative and Prosthetic Dentistry: A Critical Review of the Literature. *Materials* [Internet]. 2024;17(6). Available from: <https://www.mdpi.com/1996-1944/17/6/1380>
3. Zanini M, Tenenbaum A, Azogui-Lévy S. La caries dental, un problema de salud pública. *EMC - Tratado de Medicina* [Internet]. 2022 Mar 1 [cited 2025 May 27];26(1):1–8. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1636541022460429>
4. Duarte S, Phark JH. Advances in Dental Restorations: A Comprehensive Review of Machinable and 3D-Printed Ceramic-Reinforced Composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* [Internet]. 2024 Jan 1 [cited 2025 May 27];37(1):257–76. Available from: [/doi/pdf/10.1111/jerd.13371](https://doi.org/10.1111/jerd.13371)
5. Mandurino M, Cortili S, Coccoluto L, Greco K, Cantatore G, Gherlone EF, et al. Mechanical Properties of 3D Printed vs. Subtractively Manufactured Composite Resins for Permanent Restorations: A Systematic Review. *Materials* [Internet]. 2025 Mar 1 [cited 2025 May 27];18(5):985. Available from: <https://www.mdpi.com/1996-1944/18/5/985/htm>

6. Hao Y, Huang X, Zhou X, Li M, Ren B, Peng X, et al. Influence of dental prosthesis and restorative materials interface on oral biofilms. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2018 Oct 14 [cited 2025 May 27];19(10). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30322190/>
7. Evaluation of Surface Roughness of Composite Resins with Three Different Polishing Systems and the Erosive Potential with Apple Cider and Rice Vinegar Using Atomic Force Microscopy-An in Vitro Study - ProQuest [Internet]. [cited 2025 May 27]. Available from: <https://www.proquest.com/openview/ebb517d5b65c432fd19bd9651841fdc2/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
8. Carballo Aguilar AG, Coyago Cholango JO. Efectos del tiempo de polimerización de la resina nano híbrida Bio Crown impresa en 3D. 2024 May 27 [cited 2025 May 27]; Available from: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13046>
9. Rosa MPMB A, Acra L, Rucheles Dias Nogueira GMV, Maria Pereira Moises Barbosa de Andrade R, Carla Rocha Acosta Lancellotti A, Guenka Palma-Dibb R, et al. Effect of Chemical Degradation on Surface Roughness and on Color Stability of Micro hybrid and Nanofilled Composites. *Journal of Health Sciences* [Internet]. 2018 Sep 30 [cited 2025 May 27];20(3):167–72. Available from: <https://journalhealthscience.pgsscogna.com.br/JHealthSci/article/view/5921>
10. Pot GJ, Van Overschelde PA, Keulemans F, Kleverlaan CJ, Tribst JPM. Mechanical Properties of Additive-Manufactured Composite-Based Resins for Permanent Indirect Restorations: A Scoping Review. *Materials* [Internet]. 2024 Aug 1 [cited 2025 May 27];17(16):3951. Available from: <https://www.mdpi.com/1996-1944/17/16/3951/htm>

11. de Castro EF, Nima G, Rueggeberg FA, Araújo-Neto VG, Faraoni JJ, Palma-Dibb RG, et al. Effect of build orientation in gloss, roughness and color of 3D-printed resins for provisional indirect restorations. *Dental Materials* [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2025 May 27];39(7):e1–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37248138/>
12. Intiaz T, Ganesh SB, Jayalakshmi S. Surface roughness changes of two composite resin restorative materials after thermocycling. *J Adv Pharm Technol Res* [Internet]. 2022;13(Suppl 2). Available from: https://journals.lww.com/japtr/fulltext/2022/13002/surface_roughness_changes_of_two_composite_resin.21.aspx
13. Holban AM, Farcasiu C, Andrei OC, Grumezescu AM, Farcasiu AT. Surface modification to modulate microbial biofilms—applications in dental medicine. *Materials* [Internet]. 2021 Nov 1 [cited 2025 May 27];14(22). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34832390/>
14. Rodrigues BT, Paraguassu SP, Freitas DI de SM, Ishikiriama SK, Maenosono RM. Surface hardness evaluation of a 3D printable resin designed for final restorations. *Braz Dent Sci* [Internet]. 2024 Dec 6 [cited 2025 May 27];27(3). Available from: <https://ojs.ict.unesp.br/index.php/cob/article/view/4416/4913>
15. Nagai T, Alfaraj A, Lin WS. Color Stability, Surface Gloss, Surface Roughness, and Wettability of Material Jetting 3D-Printed Denture Material Under Various Surface Treatments. *Dent J (Basel)* [Internet]. 2025 May 20 [cited 2025 May 27];13(5):220. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40422640/>
16. Ayuso Montero R, Ayuso Montero R. Efecto del tipo de resina y del tipo de matriz en la rugosidad superficial de prótesis dentales fijas provisionales confeccionadas con la técnica individualizada. Efecto del tipo de resina y del

tipo de matriz en la rugosidad superficial de prótesis dentales fijas provisionales confeccionadas con la técnica individualizada. 2007;

17. Loha Cristina. MANEJO DE LOS TEJIDOS BLANDOS DURANTE EL TRATAMIENTO RESTAURADOR.
18. De Barcelona Facultat D'odontologia U. Efecto del tipo de resina y del tipo de matriz en la rugosidad superficial de prótesis dentales fijas provisionales confeccionadas con la técnica individualizada. Tesis Doctorals - Departament - Odontoestomatologia [Internet]. 2007 Jul 14 [cited 2025 May 28]; Available from: <https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/35849>
19. RODRIGUEZ G DR, PEREIRA S NA. Acta odontológica venezolana. Acta Odontol Venez [Internet]. 1963 [cited 2025 Nov 3];46(3):381–92. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026&lng=es&nrm=iso&tlng=es
20. Tribst JPM, Veerman A, Pereira GKR, Kleverlaan CJ, Dal Piva AM de O. Comparative Strength Study of Indirect Permanent Restorations: 3D-Printed, Milled, and Conventional Dental Composites. Clin Pract [Internet]. 2024;14(5):1940–52. Available from: <https://www.mdpi.com/2039-7283/14/5/154>
21. Paranna S, Thosar N, Kanitkar A. Effect of Build Orientation on Mechanical and Physical Properties of Additively Manufactured Resins Using Digital Light Processing Technology in Dentistry: A Systematic Review. Journal of Contemporary Dental Practice. 2024;25(9):892–903.
22. Senawongse P, Pongprueksa P. Surface Roughness of Nanofill and Nanohybrid Resin Composites after Polishing and Brushing. Journal of

Esthetic and Restorative Dentistry [Internet]. 2007 Oct 1 [cited 2025 May 27];19(5):265–73. Available from: [/doi/pdf/10.1111/j.1708-8240.2007.00116.x](https://doi/pdf/10.1111/j.1708-8240.2007.00116.x)

23. Mahran GA, El-Banna A, El-Korashy DI. Evaluation of a 3D-printed nanohybrid resin composite versus a milled resin composite for flexural strength, wear and color stability. *BMC Oral Health*. 2025 Dec 1;25(1).
24. Zhang L, Yu P, Wang XY. Surface roughness and gloss of polished nanofilled and nanohybrid resin composites. *J Dent Sci* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2025 May 27];16(4):1198–203. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S199179022100043X>
25. Iftekar SF, Aabid A, Amir A, Baig M. Advancements and Limitations in 3D Printing Materials and Technologies: A Critical Review. *Polymers (Basel)* [Internet]. 2023 Jun 1 [cited 2025 May 27];15(11). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37299318/>
26. Senawongse P, Pongprueksa P. Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* [Internet]. 2007 Oct [cited 2025 May 28];19(5):265–73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17877626/>
27. Zhang L, Yu P, Wang XY. Surface roughness and gloss of polished nanofilled and nanohybrid resin composites. *J Dent Sci* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2025 May 28];16(4):1198–203. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S199179022100043X>

12. ANEXOS

Tabla 5 : Distribución de los datos

VARIABLE	GRUPO	MEDIDA (UM)	DESVIACION ESTANDAR (UM)	RANGO (UM)
Ra	Biocrown 3d	0.45	+/- 0.12	0.30-0.60
Ra	Z350 filtek	0.28	+/- 0.08	0.20-0.40

Se realizó un análisis exploratorio inicial para determinar la distribución de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$. Sin embargo, la prueba es pequeña. Luego se realizó cálculo de la media, mediana y moda.

Shapiro-Wilk:

Datos Analizados

Ra: 0.027,0.037,0.0310.

Media: $0.027+0.037+0.0313/3= 0.095/3= 0.0317$

Mediana: Ordenados: 0.027, 0.031, 0.037

Mediana = 0.031

Moda: No hay moda

CERTIF. DE INSPECCION

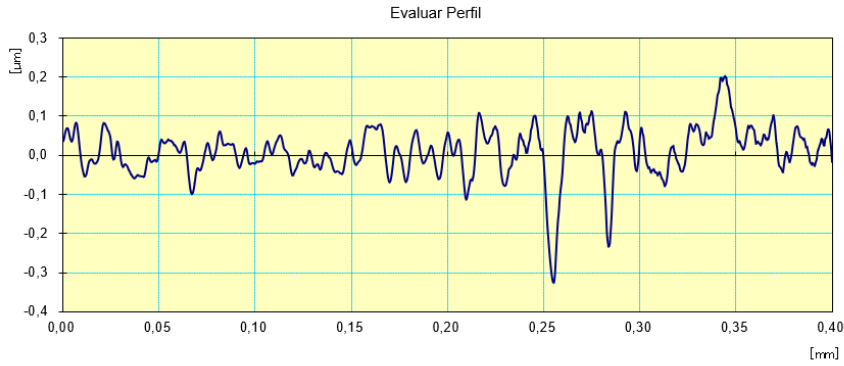


Figura 5: Perfil de rugosidad

Referencia	RUGOSIDAD	Operario	:RALDIN LOPEZ UNICOC
Equipo de medida	Surftest SJ-210	Comentario	SINA PRIZMA BIOCROWN
Norma	ISO 1997	N	5
Perfil	R	Cut-Off	0.08mm
λs	2.5µm	Filtro	GAUSS
Ra	0.027 µm		
Rq	0.033 µm		
Rz	0.147 µm		

Figura 6: Parámetros de rugosidad