

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



**Rugosidad superficial en resinas compuestas nanoparticulada convencional
y Bulk Fill, ante la exposición de agentes químicos y físicos**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ODONTOLOGÍA
RESTAURADORA Y ESTÉTICA**

AUTOR

Rosa Alicia Llontop Avellaneda

ASESOR

Rosa Josefina Roncal Espinoza

<https://orcid.org/0000-0002-1102-9613>

Chiclayo, 2024

**Rugosidad superficial en resinas compuestas nanoparticulada
convencional y Bulk Fill, ante la exposición de agentes químicos y
físicos**

PRESENTADA POR

Rosa Alicia Llontop Avellaneda

A la Facultad de Medicina de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el Título de

**SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN
ODONTOLOGÍA RESTAURADORA Y ESTÉTICA**

APROBADA POR

Denisse Mabel Arones Mazzeto

PRESIDENTE

Rocío Lizet Torres Verástegui

SECRETARIO

Rosa Josefina Roncal Espinoza

VOCAL

Dedicatoria

A mis padres, Alicia y Roberto, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida

A mis hijos, Fátima y Lucas, motivo y gestores de mis ganas de superación constante

A Aldo, mi compañero de armas, mezcla de amistad y amor

Agradecimientos

A la Sanidad del Grupo Aéreo N°7 de la Fuerza Aérea del Perú

Rugosidad superficial en resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk Fill, ante la exposición de agentes químicos y físicos...docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	13%	2%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upsjb.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	scielo.sld.cu Fuente de Internet	1%
7	Submitted to ULACIT Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología Trabajo del estudiante	1%
8	acfo.edu.co Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Revisión de literatura	10
Bases teóricas	11
Materiales y Métodos	19
Discusión	27
Conclusiones	31
Recomendaciones	31
Referencias	32
Anexos	37

Resumen

Este estudio tuvo como finalidad comparar la rugosidad superficial (RA) de resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill, ante la exposición de Vitamina C y dentífricos. Se fabricaron 64 discos de resina compuesta (10mm de diámetro por 2 de espesor) divididos en dos grupos, 32 de resina de nanopartículas convencional y 32 de resina de nanopartículas Bulk fill, 8 muestras de cada grupo fueron expuestas 2 min. a Vit C por 28 días, a dentífrico convencional y a un dentífrico blanqueador, donde los discos recibieron el tratamiento de cepillado dental mediante una máquina que simulaba los movimientos horizontales de este procedimiento en 120 ciclos por 1 minuto también en 28 días, los grupo control fueron expuestos a agua destilada. Se realizó una lectura de RA en un rugosímetro al inicio y al final de la exposición a los agentes. Los resultados de RA fueron analizados por el test de Anova ($p < 0,00$), la prueba de Tukey y t de Student ($p < 0,05$). Existieron diferencias estadísticamente significativas al comparar la RA de resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill, ante la exposición de agentes químicos y físicos, donde el grupo correspondiente a la resina Bulk fill expuesta el dentífrico convencional, presenta mayor RA. Asimismo existieron diferencias estadísticamente significativas al comparar la RA de resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill antes y después de la exposición a Vit C y dentífricos convencional y blanqueador.

Palabras clave: resinas compuestas, nanopartículas, propiedades de superficie (rugosidad superficial), Vitamina C, dentífricos

Abstract

The purpose of this study was to compare the surface roughness (RA) of conventional nanoparticulate and bulk fill composite resins, when were exposed to Vitamin C and toothpastes. 64 composite resin discs were manufactured (10mm in diameter by 2mm thick) divided into two groups, 32 of conventional nanoparticle resin and 32 of Bulk fill nanoparticle resin, 8 samples from each group were exposed for 2 min. to Vit C for 28 days, to conventional toothpaste and to a whitening toothpaste, where the discs received the tooth brushing treatment in a machine that simulated the horizontal movements of this procedure in 120 cycles per 1 minute also in 28 days, the groups control were exposed to distilled water. The RA reading was taken on a rugosimeter at the beginning and at the end of exposure to the agents. The RA results were analyzed by the Anova test (p 0.00), the Tukey test and the Student`s t-test (p 0.05). There were statistically significant differences when comparing the RA of conventional nanoparticulate composite resins and Bulk fill, when exposed to chemical and physical agents, where the group corresponding to the Bulk fill resin exposed to conventional toothpaste presents greater RA. Likewise, there were statistically significant differences when comparing the RA of conventional nanoparticulate composite resins and Bulk fill before and after exposure to Vit C and conventional and whitening toothpastes.

Keywords: composite resins, nanoparticle, surface properties (surface roughness), Vitamin C, dentifrices.

Introducción

Las resinas compuestas son consideradas un material restaurador versátil para diversos tipos de restauraciones directas o indirectas¹ de acuerdo a la elección del operador y necesidad del paciente. Las resinas compuestas se constituyen básicamente de una matriz orgánica, partículas de relleno inorgánicas y un agente de unión. Dependiendo del tamaño de las partículas, de su distribución y forma se les atribuye a cada una de ellas propiedades físicas que el operador podría considerar durante la elección de la resina a utilizar, asimismo otros aspectos como el área de la pieza dentaria a restaurar (cervical, oclusal, vestibular), la técnica a utilizar (directa o indirecta) y la pieza en sí (anterior o posterior).²

Si bien el material posee propiedades que mantienen su apariencia y aceptación estética por un periodo relativo, hay factores que podrían acortar su tiempo de vida en boca afectando su morfología y función, entre los que destacan: hábitos, dieta, técnicas de cepillado, dentífricos y otros. Estos factores no solo podrían afectar a los materiales restauradores sino también a las piezas dentarias originando lesiones no cariosas caracterizadas por la pérdida de estructura dentaria como por ejemplo en la unión cemento-esmalte. La etiología de estas lesiones es multifactorial y se les asocia al estrés a nivel cervical (abfracción), fricción mecánica y biocorrosión (ácidos endógenos y exógenos).³

En este sentido, se ha demostrado que los líquidos y bebidas pueden degradar la superficie de los materiales restauradores así como el cepillado de dientes por medio de la abrasión, lo cual provocaría alteraciones en la superficie del material lo que afectaría la coloración y contorno, favoreciendo la retención de placa⁴. Por tanto, el acabado de la superficie para las restauraciones de resina compuesta se valora principalmente por medio de la rugosidad superficial del material, siendo que, una superficie rugosa impacta negativamente en la estética de la restauración haciéndola además susceptible a manchas extrínsecas.⁵

Existen diferentes tipos de resinas compuestas en cuanto a técnicas, entre ellas, las denominadas Bulk fill que permiten incrementos mayores a 4mm, beneficio que las podría hacer más atractivas para su uso entre odontólogos. Es así que, se han desarrollado investigaciones que evalúan este tipo de resinas Bulk fill en diferentes aspectos; entre los que destacan la medición de la rugosidad superficial después de la exposición a bebidas ácidas y cepillado dando conclusiones en base a los resultados de los efectos en la rugosidad superficial de estos materiales y que dependieron de la composición física y

química de estos agentes, el pH de las bebidas y la presencia o no del cepillado⁴; así mismo, una investigación desarrollada en resinas nanoparticuladas, en donde se evalúa también la rugosidad superficial demostró que ésta aumenta tras el uso continuo de dentífricos blanqueadores.⁶

Por otro lado, unos de los factores que también podría afectar a las resinas compuestas es el uso de multivitamínicos que contienen ácido ascórbico o Vitamina C, así lo demuestra un estudio en el que se evidenció que se originaron cambios físicos sobre los materiales de restauración tras el consumo de este producto.⁷

En la literatura disponible de estos días no existe investigación que integre la evaluación de agentes físicos como los dentífricos de acción blanqueadora y químicos como la vitamina C en conjunto sobre las resinas compuestas nanoparticulada convencional y de técnica Bulk fill, siendo estas las más comerciales en el mercado internacional de los últimos cinco años.⁸

Por tanto, el presente estudio tiene por finalidad comparar la rugosidad superficial en resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill ante la exposición de agentes químicos (vitamina C) y físicos (dentífricos blanqueadores).

Revisión de literatura

Antecedentes

Binhasan et al.⁶ evaluaron el efecto del cepillado con Colgate Optic White y Colgate Optic White Charcoal (dentífricos blanqueadores) sobre el brillo superficial, microrrugosidad y microdureza en las resinas de nanopartículas Filtek Z350 y Tetric N Ceram Bulk-fill, en un total de 96 muestras de discos de resina. Para los datos de referencia de la microrrugosidad se utilizó un perfilómetro. Se observó un aumento significativo en la microrrugosidad para ambas resinas después de la exposición a los dentífricos siendo mayor la microrrugosidad en la resina bulk fill (Tetric N Ceram). Se concluyó que la resina convencional nanoparticulada convencional mostró una mayor durabilidad en cuanto a sus propiedades de superficie en comparación con la resina Bulk fill.

En el 2021 Gurdogan et al.⁷ evaluaron el efecto de los jarabes multivitamínicos y tabletas efervescentes pediátricas sobre la microdureza y rugosidad superficial de un cemento de ionómero de vidrio y un giómero. Se prepararon 140 discos de los materiales en mención y se subdividieron en 4 grupos donde las muestras fueron inmersas en 4 tipos de vitaminas a base de ácido ascórbico o Vitamina C (jarabes y efervescentes). La rugosidad superficial fue medida con un perfilómetro en periodos de 7 días durante 28 días, mostrando valores aumentados que resultaron ser estadísticamente significativos ($p < 0,05$) y mayores en el cemento de ionómero de vidrio. Concluyeron que el uso prolongado de jarabes multivitamínicos y tabletas efervescentes a base de vitamina C puede tener efectos negativos en las propiedades físicas de los materiales de restauración.

Kukiattrakoon en el 2021⁴ investigó los efectos de la Coca Cola y el jugo de naranja con respecto al cepillado para evaluar la rugosidad superficial y presencia de erosión en resinas Bulk fill. Se prepararon especímenes de resinas Bulk fill y giómero. Para los datos de referencia de la rugosidad superficial y la erosión se utilizó un perfilómetro y para las características de superficie un microscopio electrónico. Después de la inmersión en las bebidas y agua destilada, los especímenes se dividieron en dos subgrupos: grupo con cepillado automático y grupo de no cepillado, repitiéndose el proceso cada 8 horas. La Coca Cola causó mayor aumento en rugosidad y erosión ($P < 0,05$) así como en los grupos de cepillado ($P < 0,05$). Se concluyó que los efectos de las bebidas en la rugosidad superficial de los materiales de restauración dependieron de la composición física y química de estos, el pH de las bebidas y la presencia del cepillado.

Dos Santos et al., en el 2019⁹ investigaron el efecto de dentífricos blanqueadores sobre la rugosidad superficial en resinas nanoparticuladas después del cepillado. Treinta especímenes de resina Filtek Z350 fueron fabricados y se sometieron al cepillado simulado utilizando tres tipos de dentífricos: convencional (Colgate Up Triple) y dos con efecto blanqueador (Oral B-3D White y Colgate Luminus White) por un periodo de 15 días, con 2 exposiciones de cepillados al día de 2 minutos. La rugosidad superficial se analizó mediante un rugosímetro y se tomaron imágenes estereoscópicas para cada grupo. Se mostró un aumento en la rugosidad para todos los grupos ($p = 0,01$) y no se verificaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p = 0,17$). Se concluyó que después del cepillado simulado con los dentífricos blanqueadores hubo un aumento similar en la rugosidad superficial de dicha resina compuesta.

Bases teóricas

Resinas compuestas

Consideradas como uno de los materiales de obturación dental más comunes, ampliamente utilizado clínicamente durante más de 50 años. Su desarrollo y evolución están basados en el acrilato, y su primera introducción a la odontología se remonta a finales de la década de 1950 y principios de la de 1960. Bowen habló por primera vez sobre un monómero llamado bisfenol-A diglicidil metacrilato (bis-GMA; (2,2-bis [4- (2-hidroxi-3-metacriloxipropoxi) fenil] propano)) para añadir luego rellenos inorgánicos para esta síntesis exitosa.²

- **Composición**¹⁰

- **Monómeros**

Los monómeros que contienen grupos metacrilato, acrilato o alílicos pueden fotopolimerizarse para formar una estructura de red tridimensional que envuelve el relleno. Los monómeros dentales más comúnmente utilizados incluyen al dimetacrilato de glicerolato de bisfenol A (BisGMA), uretano dimetacrilato (UDMA) y dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA).

- **Relleno inorgánico**

Los rellenos utilizados suelen ser partículas inorgánicas. Entre estas, el dióxido de silicio (SiO₂) que generalmente actúa como relleno principal debido a su índice de refracción emparejado con la matriz de resina, buena estabilidad, propiedades mecánicas y fácil producción. Debido a la débil interacción entre la matriz de resina y los rellenos, estas partículas inorgánicas generalmente necesitan ser modificadas por agentes de acoplamiento como el silano.

- **Sistema fotoiniciador**

La canforquinona (CQ) la amina más popular que se utiliza como sistema fotoiniciador en odontología. La CQ actúa como fotoiniciador y las aminas del monómero como co-iniciador. El mecanismo de fotoiniciación de CQ/amina es la llamada "abstracción de hidrógeno". Cuando se irradia luz azul, se activa la CQ en el rango de absorbancia de 360 ~ 510 nm ($\lambda_{\text{max}} \approx 468$ nm) y luego interactúa con la amina que actúa como donante de hidrógeno para generar un radical α -aminoalquilo y un radical CQ-cetilo, siendo el primero el que inicia la polimerización de monómeros de metacrilato.

- **Clasificación²**

- De acuerdo al procedimiento restaurador

- Directa

- Indirecta

- De acuerdo al tamaño de la partícula del relleno

- De macrorelleno

- De microrelleno

- Híbrida

- Nanohíbrida

- Nanopartículas

- De acuerdo a su aplicación clínica
 - Empacable o convencional
 - Fluida
 - Compòmero (resina compuesta modificada con poliácidos)
 - Autoadhesiva
 - Infiltrativa
 - Bulk fill
- De acuerdo al sistema de curado
 - Químicamente activada o de autocurado
 - Activada con luz o de fotocurado
 - Activada con calor
 - Dual

- **Resinas de nanopartículas**

Un nanocompuesto polimérico se define como un material compuesto de una matriz polimérica y partículas de relleno que tienen al menos una dimensión inferior a 100 nm. El refuerzo de las resinas compuestas con nanopartículas de óxido metálico ha sido crucial para la mejora de sus propiedades mecánicas como para el caso de la resistencia al desgaste.¹¹ Además, las nanopartículas pueden disminuir la interacción química entre ellas y la matriz orgánica, por lo que el tratamiento del relleno inorgánico de la resina con el agente de unión que es el silano puede mejorar la fuerza de unión entre el nanorrelleno y la matriz de resina, mejorando de este modo también sus propiedades.¹²

Entre las nanopartículas comúnmente utilizadas se encuentran el dióxido de silicio (SiO₂), el dióxido de titanio (TiO₂) y el dióxido de zirconio (ZrO₂). Las nanopartículas de ZrO₂ son materiales cerámicos que reciben atención debido a sus propiedades únicas como alta resistencia, baja abrasión, biocompatibilidad, aceptabilidad estética y propiedades ópticas deseables.¹³ Las nanopartículas de TiO₂ ganaron su importancia debido a su biocompatibilidad, resistencia a la

corrosión, alta microdureza, estabilidad química con alta resistencia y actividades antimicrobianas, así como su disponibilidad y bajo costo. Muchos estudios reportaron que las resinas reforzadas con nanopartículas de TiO₂ exhibieron una resistencia al desgaste significativamente mayor, resistencia a la flexión y dureza superficial.¹² Las nanopartículas de SiO₂ aportan un buen aislamiento eléctrico y estabilidad térmica así como alta resistencia a la abrasión.¹⁴

- **Resinas Bulk fill**

Creadas con el propósito de reducir el estrés de contracción durante la polimerización y la estratificación incremental de los compuestos de resina recomendada durante décadas.¹⁵

Si esta fotoactivación no se realiza de manera efectiva, pueden quedar áreas parcialmente fotopolimerizadas del composite sea en la base o entre las capas de cualquier incremento. Esto puede conducir a una disminución en la resistencia, impedir el sellado adecuado de la restauración o provocar sensibilidad posoperatoria y fracaso temprano de la restauración. Para simplificar y acelerar la colocación de resinas compuestas en restauraciones posteriores grandes, se han producido resinas que se pueden colocar en un solo incremento o en cavidades más profundas, conocidas como resinas Bulk fill. Sobre un período de tiempo relativamente menores estas permiten aumentar incrementos a profundidades entre 4 y 10 mm.⁸

Las resinas compuestas Bulk fill se han diseñado para simplificar la técnica de restauración porque se pueden colocar en cavidades de dientes posteriores en un solo incremento de 4–5mm.¹⁶ Estos materiales ofrecen una mayor translucidez y permiten una mejor difusión de la luz a través del material; la inclusión de fotoiniciadores más reactivos que permiten una mayor profundidad de curado; e incluyen monómeros que actúan como moduladores de la reacción de polimerización para lograr una baja contracción de polimerización.¹⁷ Además, estos materiales tienen un alto contenido inorgánico de carga de relleno lo que los hace más viscosos y, por lo tanto, se utilizan en áreas de alta carga masticatoria.¹⁸

- **Propiedades de las resinas compuestas**

- **Rugosidad superficial**

La resistencia al desgaste es un requisito previo para que un material dental sea aceptado tanto por dentistas como pacientes. Una alta resistencia al desgaste contribuye a la longevidad de un material dental y por lo tanto establece una estética y función duradera.

La rugosidad superficial es el conjunto de irregularidades microgeométricas que dan como resultado una superficie, las cuales surgen de la interacción con procesos de desgaste, formadas por numerosas ranuras y raspaduras que son más o menos variables en forma, dirección y profundidad.¹⁹

La rugosidad superficial es considerada una de las propiedades más importantes de las resinas compuestas ya que con dicha propiedad se optaría por lograr un éxito estético significativo. Esta también se asocia a la comodidad del paciente ya que la lengua puede detectar asperezas superiores a 0,3 μm . La rugosidad superficial de las resinas compuestas depende del relleno, tamaño, forma y contenido de las partículas de carga, el tipo de monómero y de su grado de polimerización. Se pueden emplear varios métodos para medir la rugosidad superficial: mediante la microscopía óptica y electrónica de barrido, la perfilometría de contacto, la perfilometría láser sin contacto y la del microscopio de fuerza atómica.²⁰

- **Agentes físicos y químicos que afectan a las piezas dentarias**

- **Desgaste de los dientes y materiales dentales**

La palabra "desgaste" puede definirse como la consecuencia final de la interacción entre superficies, que se manifiesta en la eliminación paulatina de material. El desgaste dental es un fenómeno complejo y multifactorial que depende de factores biológicos, mecánicos, químicos y su interacción. Por lo tanto, del término desgaste deriva la atrición, abrasión, abfracción y erosión, utilizados indistintamente para describir la pérdida de estructura dental y biomateriales dentales.²¹

- Abrasión

La abrasión es la pérdida de estructura dental a raíz de medios mecánicos, independiente del contacto oclusal. Algunas formas de desgaste pueden estar asociadas a hábitos o actividades, como las que aparecen en forma de surco redondeado en cervical del diente debido al cepillado horizontal intenso o como muescas en los incisivos presentes en los fumadores de pipa o por morderse las uñas.²² La causa más común de abrasión dental encontrada en las áreas cervicales es por el cepillado, su severidad y la distribución del desgaste puede estar relacionado con la técnica de cepillado, el tiempo, la frecuencia, el diseño de las cerdas del cepillo y la abrasividad del dentífrico.²³

- Erosión

La erosión dental es la pérdida de la estructura dental como resultado de un proceso químico no bacteriano.²² La fuente de ácido puede ser endógena, como el reflujo gástrico, o exógena, como los alimentos y bebidas ácidas²⁴. A medida que el ácido interno ingresa a la cavidad oral a través del esófago, puede haber una pérdida significativa de la superficie dental en lingual y oclusal de los dientes. Por otra parte, debido a su entrada en la cavidad oral desde la región anterior, el ácido extrínseco provoca con frecuencia un desgaste erosivo de las superficies bucales y oclusales.²⁵

Los compuestos de resina compuesta de nanopartículas y Bulk fill utilizados para rehabilitación también están sujetos a la interferencia por productos ácidos, lo que puede resultar en una degradación constante de la matriz orgánica y los rellenos inorgánicos, deteriorando la dureza y la rugosidad superficial y aumentando la sorción de agua.²⁶ El deterioro que puede ocurrir en la superficie de la restauración conduce a la falla de la restauración al dañar sus propiedades mecánicas, apariencia estética e integridad de la superficie.²⁷

- **Vitamina C**

La vitamina C se identificó por primera vez en frutas (cítricos), vegetales y glándulas suprarrenales como ácido hexurónico en la década de 1920 por Albert Szent-Györgyi, un bioquímico húngaro. Con la ayuda de un médico estadounidense llamado Joseph Svibely, Szent-Györgyi lograron identificar que el ácido hexurónico era la vitamina C. Posteriormente se le denominó ácido ascórbico (que significa “sin escorbuto” del latín) por Szent-Györgyi y Norman Haworth.²⁸ La vitamina C es un componente crucial para la salud humana. Esta vitamina en particular es soluble en agua (de eliminación rápida y evitando el almacenamiento) y no puede ser sintetizado por humanos; por ello, es fundamental que la vitamina C se incorpore a nuestra dieta.²⁹ Otras especies potencialmente tienen la capacidad de aumentar la biosíntesis de vitamina C en tiempos de necesidad, sin embargo, en los seres humanos, debido a enfermedades inflamatorias o estrés oxidativo solo se podrá compensar el nivel de vitamina C por aumento en su ingesta o vía suplementos.³⁰ Existen numerosas razones por las que la vitamina C es importante para nuestra salud, pero muchos involucran su aspecto como factor esencial en la síntesis de colágeno, carnitina y norepinefrina.³¹ La mayor concentración de vitamina C se encuentra en células cerebrales y adrenales, por lo que es considerado como un ingrediente funcional alimentario, ya que es un importante compuesto bioactivo con propiedades antioxidantes.³² Generalmente la vitamina C es administrada por vía oral, el fármaco también puede administrarse por vía intramuscular, intravenosa o subcutánea cuando se sospecha malabsorción. La dosis protectora promedio de vitamina C para adultos es de 70 a 150 mg diarios, mientras que en la presencia de escorbuto la dosis aumenta a 300 mg a 1 g al día.³³ En nuestro país durante la pandemia del Covid-19 hubo incrementos importantes en la adquisición de analgésicos, en productos para la tos y medicamentos como la vitamina C los que casi duplicaron su venta, aduciendo los pacientes que son utilizados como preventivo para el aumento de las defensas.³⁴

- **Dentífricos**

Las pastas dentales son productos para el cuidado oral diario, cuya composición química cambia constantemente debido a la competencia del fabricante.³⁵ La función principal de los dentífricos es limpiar los dientes, lo que se considera un beneficio cosmético. Usar palabras como proteger, limpiar, refrescar el aliento, combatir las bacterias que causan problemas en las encías, blanquear o combatir el sarro se considera una demanda cosmética. Según los informes, las pastas dentales que contienen hasta 1500 ppm F nos pueden proteger contra la caries dental, ayudar a prevenir la caries dental y combatir la caries dental, todas afirmaciones que simbolizan demandas cosméticas.³⁶

- Dentífricos blanqueadores con sustancias abrasivas

El mecanismo de acción de estas pastas dentales se basa en el tamaño y la dureza de las moléculas del componente abrasivo añadido, que son más duras que las moléculas de la mancha, lo cual trae como resultado la eliminación de las manchas. Por lo general, estos dentífricos presentan un nivel de abrasividad media (RDA – 60-100) a alta (RDA>100). Las sustancias abrasivas más utilizadas son el dióxido de sílice, dióxido de sílice hidratado, calcio carbonato, fosfato de calcio dihidratado, calcio pirofosfato, óxido de alúmina, perlita (70-75% dióxido de sílice) y bicarbonato de sodio, que, junto con las cerdas del cepillo de dientes, retiran la placa exterior pigmentada lo cual no produce cambio en la coloración interna del diente.³⁵

Materiales y Métodos

La presente investigación fue aprobada por Resolución Decana emitida a nombre del Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, con Resolución N° 151-2023-USAT-FMED del 12 de julio del 2023. El estudio pertenece al nivel explicativo con diseño experimental *In vitro*.

El tamaño del grupo de estudio se determinó mediante una prueba piloto previa, reemplazando los datos en el software estadístico OpenEpi, considerando una potencia del 80% y un nivel de confianza del 95%, dando como resultado 8 muestras por grupo para un total de sesenta y cuatro (n=64) especímenes fabricados con dos tipos de resina compuesta nanoparticulada, incluyendo especímenes fabricados con resinas compuestas nanoparticuladas convencional y Bulk fill (Anexo 1), se eliminaron los especímenes que presentaron burbujas, fracturas o aquellos que excedieron el tiempo de exposición a los agentes químicos y físicos.

Se formaron dos grupos: el primero constó de treinta y dos (32) especímenes fabricados con resina nanoparticulada convencional, que a su vez fueron divididos de forma aleatoria en cuatro subgrupos de ocho (8), de la siguiente manera:

Grupo RC: Resina convencional

Grupo 1 VC-RC: Especímenes fabricados con resina convencional expuestos a vitamina C.

Grupo 2 DC-RC: Especímenes fabricados con resina convencional expuestos a dentífrico convencional.

Grupo 3 DB-RC: Especímenes fabricados con resina convencional expuestos a dentífrico blanqueador.

Grupo Control-RC: Sin exposición.

El segundo grupo constó de treinta y dos (32) especímenes fabricados con resina nanoparticulada Bulk fill, que a su vez fueron divididos de forma aleatoria en cuatro subgrupos de ocho (8), de la siguiente manera:

Grupo BF: Resina Bulk fill

Grupo 5 VC-BF: Especímenes fabricados con resina Bulk fill expuestos a vitamina C.

Grupo 6 DC-BF: Especímenes fabricados con resina Bulk fill expuestos a dentífrico convencional.

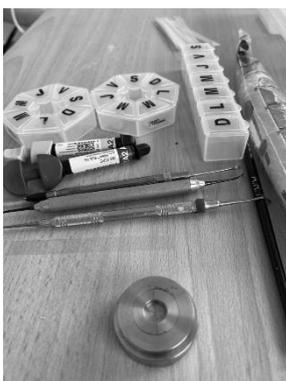
Grupo 7 DB-BF: Especímenes fabricados con resina Bulk fill expuestos a dentífrico blanqueador.

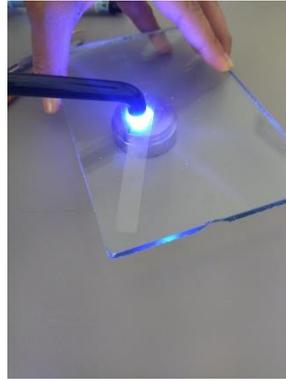
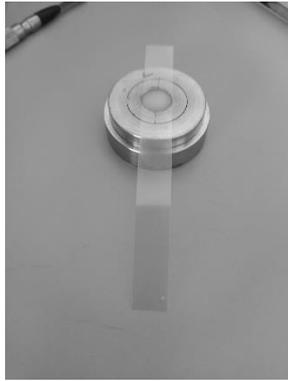
Grupo 8 Control-BF: Sin exposición.

Preparación de la muestra

Se consideraron un total de sesenta y cuatro ($n=64$) especímenes. Estos se fabricaron en forma de discos (10 mm de diámetro y 2 mm de espesor) de cada compuesto de resina nanoparticulada A2 (convencional y Bulk fill) en un molde cilíndrico metálico sobre una platina, cubiertos con una tira de matriz de Mylar. Luego, se colocó una placa de vidrio que sirvió como carga estática de 200 g sobre la tira de Mylar y se retiró el exceso de material extruido para obtener una superficie lisa y plana en cada muestra. Los especímenes fueron polimerizados 40 s con una unidad de polimerización activada por luz (Elipar Deep Cure L, 3M ESPE, St. Paul, MN, EE. UU.). Después de la polimerización, se retiró la tira de Mylar y la placa de vidrio de la parte superior y la platina del fondo del molde para finalmente retirar la muestra del molde cilíndrico. Las muestras se sometieron a un sistema de pulido (Sof-Lex, 3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) y fueron almacenadas en agua destilada en recipientes para pastillas.

De los discos de resina convencional y Bulk fill se dividieron en cuatro subgrupos cada uno de ocho (8) unidades, para la inmersión en vitamina C efervescente mezclada en agua destilada, en 20 ml de agua destilada (control) y para someterlos a ciclos de cepillado con dentífrico blanqueador y convencional.

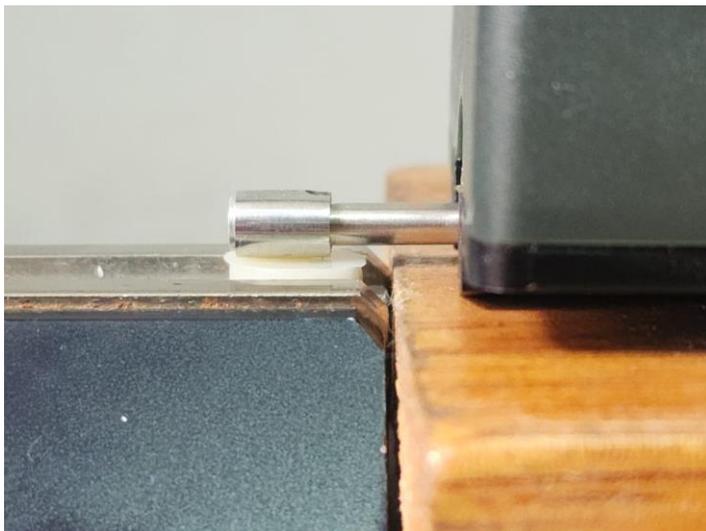




Rugosidad inicial

La rugosidad superficial (RA) se midió en dos tiempos: 24 horas después de la fabricación de los especímenes y después de la exposición a los agentes.

Los valores de cada espécimen se obtuvieron mediante un perfilómetro- rugosímetro (Huatec SRT-6200[®], Haidian, Beijing, China) en el laboratorio de ensayos High Technology Certificate (ISO/IEC Standard: 17,025) de la ciudad de Lima.



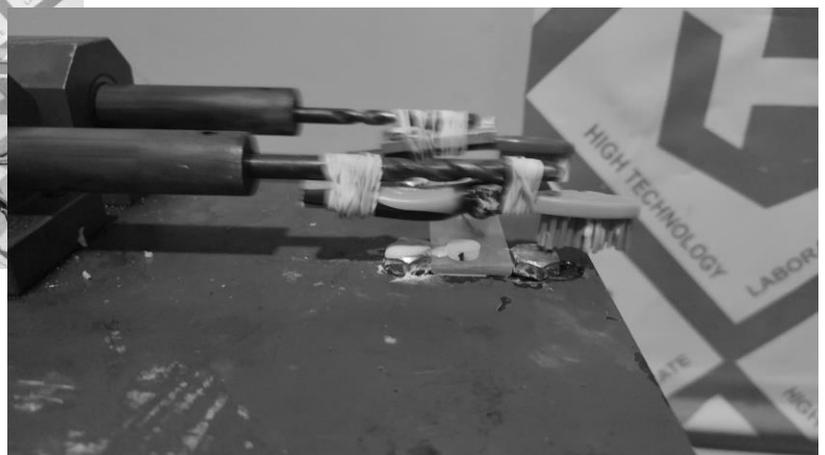
Exposición a Vitamina C

Las muestras se sumergieron alternativamente en 300 ml de vitamina C efervescente y agua destilada por 2 min. por 28 días a temperatura ambiente (alrededor de 25°C). Las bebidas se renovaron diariamente durante el experimento para mantener el nivel de pH original. Posteriormente, las muestras se enjuagaron con agua destilada y se secaron con papel de filtro para llevar a cabo la medición de la rugosidad superficial final.



Exposición a dentífricos

Se preparó un slurry o solución de 0.25 mg de dentífrico por 0.50 ml de agua destilada (proporción 1:2) esta dilución fue la réplica del dentífrico en saliva que fue aplicado sobre las muestras con una jeringa. Las muestras se llevaron a ciclos de cepillado con un cepillo dental Colgate ® Colors medio (Colgate-Palmolive) ajustado a un dispositivo que simulaba los movimientos horizontales durante el cepillado (Equipo de ciclaje Marca HTL Certificate Modelo YX3000-280007G Año 2020), programado con una fuerza de 150gr por 60 segundos a 120 ciclos para un total de 3360 ciclos que equivalían a 28 días.



Rugosidad final

El control de la rugosidad superficial (RA) para cada espécimen se realizó después de la exposición a los agentes físicos y químicos al cabo de 28 días.

Los datos fueron almacenados en una tabla de recolección en Microsoft Excel y luego sometidos al análisis estadístico mediante el programa SPSS 27.0. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de los datos, obteniendo un p valor $>0,05$. Por tanto, para analizar los valores de rugosidad superficial se utilizaron pruebas paramétricas; Anova para muestras paramétricas en la comparación entre todos los grupos de estudio ($p 0,00$), la prueba de Tukey ($p 0,05$) para identificar los grupos en los que se encontraron diferencias estadísticamente significativas y t de Student para comparar los valores iniciales y finales de las muestras en cada grupo de agentes.

Resultados

El grupo de estudio estuvo conformado por sesenta y cuatro muestras (n=64), que fueron divididas en dos grupos: uno de resina convencional y otro de resina Bulk fill. La medición de la rugosidad superficial (RA) de las muestras se realizó antes y luego de ser expuestas a los agentes físicos y químicos.

La tabla 1 muestra las medias y desviación estándar de RA de ambas resinas expuestas a Vit C, dentífrico convencional, blanqueador y control de agua destilada, luego de 28 días de tratamiento con estos agentes. Se observó que existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo 6 DC-BF con los grupos 1 VC-RC, grupo 4 Control-RC, y el grupo 5 VC-BF, siendo el primero el que presenta valores más altos de RA. Además, el grupo 4 Control-RC presenta diferencias estadísticamente significativas con el grupo 2 DC-RC y con el grupo 3 DB-RC, siendo el último el que presenta valores más altos de RA

Tabla 1: Comparación de la rugosidad superficial de resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill, ante la exposición de agentes químicos y físicos.

Grupo de estudio	Media Ra	DS	*p
Grupo 1 VC-RC	1,448 a	0,89	
Grupo 2 DC-RC	2,386 ab	0,817	
Grupo 3 DB-RC	2,413 ab	0,762	
Grupo 4 Control-RC	1,024 ac	0,695	
Grupo 5 VC-BF	1,371 a	0,589	0,00
Grupo 6 DC-BF	2,694 b	1,146	
Grupo 7 DB-BF	1,793 abc	0,610	
Grupo 8 Control-BF	1,498 abc	0,63	

*Prueba estadística Anova (p<0,05). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas. Grupo 1 VC-RC: Resina convencional expuesta a Vit C. Grupo 2 DC-RC: Resina convencional expuesta a dentífrico convencional. Grupo 3 DB-RC: Resina convencional expuesta a dentífrico blanqueador. Grupo 4 Control-RC: Resina convencional sumergida en agua destilada. Grupo 5 VC-BF: Resina Bulk fill expuesta a Vit C. Grupo 6 DC-BF: Resina bulk fill expuesta a dentífrico convencional. Grupo 7 DB-BF: Resina Bulk fill expuesta a dentífrico blanqueador. Grupo 8 Control-BF: Resina Bulk fill sumergida en agua destilada.

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos de la resina convencional y Bulk fill expuestas a Vit C, comparando los valores iniciales y finales de rugosidad superficial. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ambos grupos, tanto en la resina convencional y Bulk fill, al compararlas antes y después de la exposición a la vitamina C.

Tabla 2: Comparación de la rugosidad superficial de las resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill antes y después de la exposición de vitamina C.

Resinas expuestas a vitamina C	Inicio		Final		*p
	Media Ra	DS	Media Ra	DS	
Convencional	1,142	0,828	1,448	0,890	0,007
Bulk fill	0,962	0,547	1,371	0,589	0,002

*Prueba estadística t de Student $p < 0,05$

La tabla 3 muestra los resultados obtenidos de la resina convencional y Bulk fill expuestas al dentífrico convencional Oral B Complete, comparando los valores iniciales y finales de rugosidad superficial. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ambos grupos, tanto en el de resina convencional y Bulk fill, al compararlas antes y después de la exposición del dentífrico convencional.

Tabla 3: Comparación de la rugosidad superficial de las resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill antes y después la exposición de ciclos de cepillado con el dentífrico Oral B complete.

Resinas expuestas a Oral B Complete	Inicio		Final		*p
	Media Ra	DS	Media Ra	DS	
Convencional	1,4311	0,92677	2,386	0,817	0,000
Bulk fill	1,4311	1,27374	2,694	1,146	0,000

*Prueba estadística T de student $p < 0,05$

En la tabla 4 se observan los resultados obtenidos de la resina convencional y Bulk fill expuestas al dentífrico blanqueador Oral B 3D White Pefection, comparando los valores iniciales y finales de rugosidad superficial. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ambos grupos, tanto en la resina convencional y Bulk fill, al compararlas antes y después de la exposición dentífrico blanqueador.

Tabla 4: Comparación de la rugosidad superficial de las resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill antes y después de la exposición de ciclos de cepillado con el dentífrico Oral B 3D White Perfection.

Resinas expuestas a Oral B 3D White Perfection	Inicio		Final		*p
	Media Ra	DS	Media Ra	DS	
Convencional	1,6350	0,82871	2,413	0,762	0,000
Bulk fill	1,2981	0,65458	1,793	0,610	0,001

*Prueba estadística T de student $p < 0,05$

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo principal comparar la rugosidad superficial de las resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill, ante la exposición de agentes químicos y físicos. La tasa de supervivencia de las restauraciones de resina compuesta en dientes desgastados es del 85% en 7 años; estas restauraciones deben sobrevivir en un ambiente que los dientes no pudieron resistir, por lo que es fundamental que el paciente cambie sus hábitos y realice todas las precauciones y cuidados necesarios para mantener la calidad de las restauraciones.³⁷ Además, es importante considerar que una alta resistencia al desgaste del material restaurador contribuye a su longevidad y por lo tanto establece una estética y función duradera, en esto entran a tallar propiedades como la rugosidad superficial que se define como el conjunto de irregularidades microgeométricas que dan como resultado una superficie, las cuales surgen de la interacción con procesos de desgaste, formadas por numerosas ranuras y raspaduras que son más o menos variables en forma, dirección y profundidad.¹⁹

Los compuestos de resina convencional de nanopartículas y Bulk fill también están sujetos a la interferencia por productos ácidos, lo que puede resultar en una degradación constante de la matriz orgánica y los rellenos inorgánicos, deteriorando la dureza y la rugosidad superficial aumentando por ende la sorción de agua.²⁶ El deterioro que puede ocurrir en la superficie de la restauración conduce a la falla de la restauración al dañar sus propiedades mecánicas, apariencia estética e integridad de la superficie.²⁷

En este sentido, Vilela³⁸ en el 2021 evaluó el efecto entre el intervalo de tiempo de agentes corrosivos como las bebidas carbonatadas y abrasivos como el cepillado sobre resina compuesta de nanopartículas, demostró que la inmersión en una bebida ácida seguida inmediatamente del cepillado con pastas dentales blanqueadoras aumentó la rugosidad superficial de estas, por lo que sugiere un intervalo de 30 minutos entre la ingesta de bebidas ácidas y el proceso de cepillado, ya que en su estudio este parámetro permitió disminuir los efectos nocivos sobre las restauraciones con resina compuesta debido a la inmersión de las muestras en saliva artificial luego del desafío corrosivo generando una neutralización del ambiente ácido. En la presente investigación los valores más altos de RA (estadísticamente significativos), comparados entre todos los grupos de resina y agentes físicos y químicos, se han observado en aquellos grupos expuestos a dentífricos (agentes físicos) en los que se les realizó la lectura de RA en el rugosímetro

inmediatamente después de los ciclos de cepillado, siendo el grupo de resina Bulk fill expuesta a dentífrico convencional el que presentó una media mayor de RA (Tabla 1).

En cuanto a las muestras de resinas compuestas expuestas a Vit C, los medicamentos o suplementos ácidos provocan un efecto debilitante en los materiales dentales, lo que da como resultado una mayor rugosidad de la superficie y una baja resistencia al desgaste.⁷ En un estudio realizado por Gurdogan⁷ sus resultados demuestran que las tabletas efervescentes tienen un efecto más negativo sobre la microdureza y la rugosidad superficial de las restauraciones. Además, el ablandamiento de la superficie del material provoca el desplazamiento de las partículas de relleno de la superficie exterior de la matriz de resina, lo que contribuye a una mayor rugosidad de la superficie.³⁹ Las diferencias en las propiedades superficiales de resinas híbridas y nanohíbridas están asociadas con el bajo pH de los líquidos a los que se las expone, con la composición de su matriz polimérica y la cantidad y superficie relación área-volumen de los rellenos.⁴⁰ Una menor concentración de relleno en resinas compuestas pueden aumentar la degradación, haciéndolas más susceptibles a la degradación y el debilitamiento, mientras que el mayor porcentaje en volumen de los rellenos de resinas compuestas nanohíbridas aumenta el área de contacto entre partículas, lo que mejora las propiedades mecánicas y superficiales.⁴¹ El presente estudio utilizó una resina convencional nanoparticulada convencional Filtek Z-350 XT (78.5 wt% o 63.3 vol%) y una resina nanoparticulada Filtek Bulk fill (76.5 wt% o 58.4 vol%) que durante la exposición de Vit C ambas presentaron aumento (estadísticamente significativo) en la lectura inicial y final de RA, no hubo diferencia estadísticamente significativa de la lectura final de RA entre resina convencional y Bulk fill expuesta a Vit C (Tabla 1), lo que podría deberse a la similitud de su composición en las partículas de relleno y porcentaje peso volumen (wt%/vol%) de acuerdo a las especificaciones del fabricante (Anexo 1).

Respecto a la resina Bulk fill, esta ha sido diseñada para simplificar su técnica de restauración porque se pueden colocar en cavidades de dientes posteriores en un solo incremento de 4–5mm.¹⁶ Estos materiales ofrecen una mayor translucidez y permiten una mejor difusión de la luz a través del material; la inclusión de fotoiniciadores más reactivos que permiten una mayor profundidad de curado; e incluyen monómeros que actúan como moduladores de la reacción de polimerización para lograr una baja contracción de polimerización.¹⁷ Además, estos materiales tienen un alto contenido inorgánico de carga

de relleno lo que los hace más viscosos y, por lo tanto, se utilizan en áreas de alta carga masticatoria.¹⁸

Actualmente, se encuentran disponibles métodos de blanqueamiento dental con diferentes agentes blanqueadores, concentraciones y formas de aplicación, estos productos pueden ser de venta libre, como pastas dentales blanqueadoras, cuyo mecanismo de acción está relacionado con la eliminación mecánica de manchas del esmalte mediante agentes mecánicos como abrasivos.⁴² La literatura ha revelado que la dureza del cepillo dental puede alterar las propiedades superficiales de las restauraciones de los dientes.⁴³ En este estudio se utilizó un cepillo de cerdas de dureza media en una máquina que simulaba los ciclos de cepillado aplicando una pasta dental convencional y otra blanqueadora sobre discos de resina nanoparticulada convencional y una resina Bulk fill. Estudios previos han identificado la correlación entre el aumento de la rugosidad superficial de resinas compuestas después del cepillado dental con dentífricos blanqueadores.⁶

En esta investigación se encontró diferencias estadísticamente significativas en los valores iniciales y finales de RA de una resina convencional y Bulk fill al ser expuestas tanto a dentífrico convencional como a uno con acción blanqueadora. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores finales de RA después de la exposición de los dentífricos blanqueadores al comparar la resina nanoparticulada convencional con la Bulk fill. La resina nanoparticulada de técnica convencional Filtek Z-350 XT, que consta de partículas de zirconio y sílice en forma de nanoclusters o cluster fillers, da como resultado espacios intersticiales cada vez más reducidos entre las nanopartículas, como lo explica Kelić⁴⁴ cuando compara un grupo de resinas Bulk fill que mostraron en su estudio una diferencia significativa en el valor de rugosidad superficial antes y después de la exposición a un dentífrico comparados con una resina nanohíbrida.⁴⁴ En este estudio tanto la resina nanoparticulada convencional Filtek Z-350 XT y la resina Filtek de técnica Bulk fill presentan en su composición cluster fillers de zirconia/silica lo que explicaría porque no se encontró diferencia estadísticamente significativa al comparar la RA de ambas resinas tras la exposición a los dentífricos blanqueadores. Binhasan⁶ en su investigación, de acuerdo al resultado de sus hallazgos, sugiere que la diferencia en la abrasividad de un dentífrico blanqueador no afecta los resultados de su estudio, sin embargo la presencia en los dentífricos blanqueadores a base de peróxido de hidrógeno y lauril sulfato de sodio puede asociarse con cambios superficiales (rugosidad superficial) de resina compuesta convencional y

Bulk fill.⁶ Los dentífricos utilizados en este estudio presentan ambos en su composición lauril sulfato de sodio mientras que el dentífrico blanqueador no presenta peróxido de hidrogeno en su composición.

Una de las principales fortalezas de esta investigación es haber considerado en los grupos experimentales a productos poco estudiados en nuestro medio respecto a sus efectos en las restauraciones que son comúnmente utilizados por los pacientes. Respecto a las limitaciones, la principal fue que al tratarse de un investigación *in vitro* no se consideraron de forma completa las condiciones reales que se dan en la cavidad oral; sin embargo, es un acercamiento a lo que podría suceder con los materiales dentales, como las resinas compuestas, frente a la exposición de diferentes agentes físicos y químicos. Asimismo, otra limitación estaría relacionada al medio de sumersión de las muestras, puesto que la saliva artificial luego de la exposición de las muestras a los agentes químicos y físicos, posee efecto buffer y remineralizante lo que sugeriría un mejor medio de tratamiento, pese a que la presente metodología no exigió su uso.

Conclusiones

- Existen diferencias estadísticamente significativas al comparar la rugosidad superficial de resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill, ante la exposición de agentes químicos y físicos, donde el grupo correspondiente a la resina Bulk fill expuesta el dentífrico convencional presenta el mayor valor de rugosidad superficial.
- Existen diferencias estadísticamente significativas al comparar la rugosidad superficial de resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill antes y después de la exposición a la vitamina C.
- Existen diferencias estadísticamente significativas al comparar la rugosidad superficial de resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill antes y después de la exposición a ciclos de cepillado con el dentífrico Oral B complete.
- Existen diferencias estadísticamente significativas al comparar la rugosidad superficial de resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk fill antes y después de la exposición a ciclos de cepillado con el dentífrico Oral B 3D White Perfection.

Recomendaciones

- Se recomienda seguir la misma línea de investigación utilizando productos que hayan sido poco estudiados, considerando tiempos más prolongados de exposición.
- Se recomienda incluir investigaciones considerando como variable el medio de inmersión de las muestras, para identificar si hay influencia de su uso en los resultados.

Referencias

1. Ferracane JL. Resin composite-State of the art. *Dental Materials*. 2011;27(1):29-38.
2. Zhou X, Huang X, Li M, Peng X, Wang S, Zhou X, et al. Development and status of resin composite as dental restorative materials. *J Appl Polym Sci*. 2019;136(44):1-12.
3. Tolentino AB, Zeola LF, Machado AC, Soares PV, Aranha ACC, Coto NP. Non-Carious Cervical Lesions and risk factors in Brazilian athletes: A cross sectional study. *RSD*. 2021;10(9):1-12.
4. Kukiattrakoon B. Surface Roughness and Erosion of Bulk-fill Restorative Materials after Exposure to Acidic Beverages and Brushing. *IJDOS*. 2021;3188-93.
5. Wheeler J, Deb S, Millar BJ. Evaluation of the effects of polishing systems on surface roughness and morphology of dental composite resin. *Br Dent J*. 2020;228(7):527-32.
6. Binhasan M, Solimanie AH, Almuammar KS, Alnajres AR, Alhamdan MM, Al Ahdal K, et al. The Effect of Dentifrice on Micro-Hardness, Surface Gloss, and Micro-Roughness of Nano Filled Conventional and Bulk-Fill Polymer Composite-A Micro Indentation and Profilometric Study. *Materials*. 2022;15(12):1-13.
7. Gurdogan Guler EB, Bayrak GD, Unsal M, Selvi Kuvvetli S. Effect of pediatric multivitamin syrups and effervescent tablets on the surface microhardness and roughness of restorative materials: An in vitro study. *Journal of Dental Sciences*. 2021;16(1):311-7.
8. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J*. 2017;222(5):337-44.
9. Dos Santos J, Silva N, Gomes M, Paschoal M, Gomes I. Whitening toothpastes effect on nanoparticle resin composite roughness after a brushing challenge: An in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2019;11(5):334-9.
10. Wang Y, Zhu M, Zhu XX. Functional fillers for dental resin composites. *Acta Biomaterialia*. 2021;122:50-65.

11. Aly AA, Zeidan ESB, Alshennawy AA, El-Masry AA, Wasel WA. Friction and Wear of Polymer Composites Filled by Nano-Particles: A Review. *WJNSE*. 2012;02(01):32-9.
12. Sabzi M, Mirabedini SM, Zohuriaan-Mehr J, Atai M. Surface modification of TiO₂ nano-particles with silane coupling agent and investigation of its effect on the properties of polyurethane composite coating. *Progress in Organic Coatings*. 2009;65(2):222-8.
13. Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, Strub JR.. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. *Clinica Research*. 2009;4(2):130-51.
14. Azmy E, Al-Kholy MRZ, Fattouh M, Kenawi LMM, Helal MA. Impact of Nanoparticles Additions on the Strength of Dental Composite Resin. Wu FG, editor. *International Journal of Biomaterials*. 2022;2022:1-9.
15. Veloso SRM, Lemos CAA, De Moraes SLD, Do Egito Vasconcelos BC, Pellizzer EP, De Melo Monteiro GQ. Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Invest*. 2019;23(1):221-33.
16. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dental Materials*. 2012;28(5):521-8.
17. El-Safty S, Akhtar R, Silikas N, Watts DC. Nanomechanical properties of dental resin-composites. *Dental Materials*. 2012;28(12):1292-300.
18. Van Ende, Annelies, De Munck, Jan, Lise, Diogo Pedrollo, Van Meerbeek, Bart. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 2017;19(2):95-109.
19. Heintze SD, Cavalleri A, Forjanic M, Zellweger G, Rousson V. A comparison of three different methods for the quantification of the in vitro wear of dental materials. *Dental Materials*. 2006;22(11):1051-62.

20. Karatas O, Gul P, Gündoğdu M, Iskenderoglu DT. An evaluation of surface roughness after staining of different composite resins using atomic force microscopy and a profilometer. *Microsc Res Tech*. 2020;83:1251-59.
21. Mair LH, Stolarski TA, Vowles RW, Lloyd CH. Wear: mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. *Journal of Dentistry*. 1996;24(1-2):141-8.
22. Mair LH. Wear in dentistry—current terminology. *Journal of Dentistry*. 1992;20(3):140-4.
23. Bishop K, Kelleher M, Briggs P, Joshi R. Wear now? An update on the etiology of tooth wear. *Quintessence Int*. 1997;28(5):305-13.
24. Dahl BL, Carlsson GE, Ekfeldt A. Occlusal wear of teeth and restorative materials: A review of classification, etiology, mechanisms of wear, and some aspects of restorative procedures. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1993;51(5):299-311.
25. Lee A, He LH, Lyons K, Swain MV. Tooth wear and wear investigations in dentistry: TOOTH WEAR. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2012;39(3):217-25.
26. Soares LES, Soares ALS, De Oliveira R, Nahorny S. The effects of acid erosion and remineralization on enamel and three different dental materials: FT-Raman spectroscopy and scanning electron microscopy analysis: Erosion of enamel close to dental materials. *Microsc Res Tech*. 2016;79(7):646-56.
27. Bansal K, Saraswathi V, Acharya S. Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2012;15(3):283.
28. Grzybowski A, Pietrzak K. Albert Szent-Györgyi (1893-1986): The scientist who discovered vitamin C. *Clinics in Dermatology*. 2013;31(3):327-31.
29. Gallie D. Increasing Vitamin C Content in Plant Foods to Improve Their Nutritional Value—Successes and Challenges. *Nutrients*. 2013;5(9):3424-46.
30. Lykkesfeldt J. On the effect of vitamin C intake on human health: How to (mis)interpret the clinical evidence. *Redox Biology*. 2020;34:1-13.

31. Doll S, Ricou B. Severe vitamin C deficiency in a critically ill adult: a case report. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67(8):881-2.
32. Pacier C, M. Martirosyan D. Vitamin C: optimal dosages, supplementation and use in disease prevention. *FFHD.* 2015;5(3):89.
33. Abdullah M, Jamil RT, Attia FN. Vitamin C (Ascorbic Acid). In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499877>
34. Becerra Elejaldre LL. “La vitamina C ha duplicado sus ventas a raíz de la cuarentena por el covid-19”. 12 de Junio del 2020 [Internet]. La Republica. 12 de junio de 2020; Disponible en:<https://www.larepublica.co/empresas/pharmetique-labs-asegura-que-vitamina-c-duplico-sus-ventas-por-el-covid-19-3017491>
35. Maldupa I, Brinkmane A, Rendeniece I, Mihailova A. Evidence based toothpaste classification, according to certain characteristics of their chemical composition. 2012;14(1):12-22.
36. Davies R, Scully C, Preston Aj. Dentifrices; an update. *Med Oral.* 2010;15(6):976-82.
37. Al-Khayatt AS, Ray-Chaudhuri A, Poyser NJ, Briggs PFA, Porter RWJ, Kelleher MGD, et al. Direct composite restorations for the worn mandibular anterior dentition: A 7-year follow-up of a prospective randomised controlled split-mouth clinical trial. *J of Oral Rehabilitation.* 2013;40(5):389-401.
38. Vilela ALR, Machado AC, Queiroz LL, Batista PHM, Faria-e-Silva AL, Menezes MDS. Effect of Interval Time between Corrosive and Abrasive Challenges on a Nanoparticulate Composite Resin. *Eur J Dent.* 2021;15(04):607-11.
39. Münchow EA, Ferreira ACA, Machado RMM, Ramos TS, Rodrigues-Junior SA, Zanchi CH. Effect of Acidic Solutions on the Surface Degradation of a Micro-Hybrid Composite Resin. *Braz Dent J.* 2014;25(4):321-6.
40. Gonçalves L, Filho JDN, Guimarães JGA, Poskus LT, Silva EM. Solubility, salivary sorption and degree of conversion of dimethacrylate-based polymeric matrixes. *J Biomed Mater Res.* 2008;85B(2):320-5.

41. Ozkanoglu S, G Akin E. Evaluation of the effect of various beverages on the color stability and microhardness of restorative materials. *Niger J Clin Pract.* 2020;23(3):322-7.
42. Oliveira RS. Ação de dentifrícios branqueadores contendo agente óptico na variação da cor, rugosidade e massa de resina composta nanoparticulada. Tesis mestre. Salvador. Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal da Bahia. 2020. <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/33091>
43. Zairani O, Irawan B, Damiyanti M. The effect of toothbrush bristle stiffness on nanohybrid surface roughness. *J Phys: Conf Ser.* 2017;884:012008.
44. Kelić K, et al. Microhardness of bulk-fill composite materials. *Acta Clin Croat.* 2016;55(4):607-13

Anexos

Anexo 1: Composición de Resinas compuestas y agentes químicos y físicos.

Material	Composición
Resina convencional nanoparticulada Filtek Z-350 XT	BIS-GMA (Bisphenolglycidyl methacrylate) UDMA (Urethane dimethacrylate) TEGDMA (Triethylene glycol dimethacrylate) BIS-EMA (Bisphenol A polyethylene glycol di-dimethacrylate) Zirconia 4-11 nm, Silica 20nm, Zirconia/Silica cluster size = 0.6–10 um, 78.5 wt% o 63.3 vol%, color A2 esmalte, fabricante 3M ESPE.
Resina Filtek Bulk fill	AUDMA (Aromatic dimethacrylate urethane) AFM (Additional fragmentation monomer) UDMA DDMA (Dodecanedimethacrylate) Silica 20nm, Zirconia 4- to 11nm, Zirconia/Silica cluster filler (20-nm silica y 4 a 11nm zirconia), ytterbium trifluoride 100-nm, 76.5 wt% o 58.4 vol%, color A2, fabricante 3M ESPE.
Vitamina C + Zinc efervescente sabor Naranja Vitamins For Life Pharmaris	Multivitamínico, contiene vitamina C 1000 mg y Zinc 10 mg. Fabricante C. HEDENKAMP GMBH & CO.KG
Oral B 3D White Perfection	Fluoruro de sodio (1.100 ppm), glicerina, sílica hidratada, hexametáfosfato de sodio, agua, PEG-6, trifosfato pentasódico, lauril sulfato de sodio, carragenina, cocamidopropil betaína, mica, CI 77019, sacarina sódica, PEG-20M, goma de xantana, CI 77891, sucralosa, Limoneno, Blue covarine CI 74160. Fabricante: Procter & Gamble (P&G).
Oral B complete	Sílica hidratada, fluoruro de sodio (1100 ppm F). Sorbitol, agua, pirofosfato disódico, aroma, lauril sulfato de sodio, hidróxido de sodio, alcohol, goma xantana, sacarina de sodio, polietileno, glicerina, carbómero, poloxámero 407, dióxido de titanio, mica, limoneno, cinamal, blue 1 lake, yellow 10 lake, polisorbato 80, óxidos de hierro, benzoato de sodio, cloruro de cetilpiridinio, yellow 5, ácido benzoico. Fabricante: Procter & Gamble (P&G).

Anexo 2: Operacionalización de Variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo (naturaleza)	Escala de medición	Valor final
RUGOSIDAD SUPERFICIAL	Conjunto de irregularidades microgeométricas que dan como resultado una superficie, las cuales surgen de la interacción con procesos de desgaste, formadas por numerosas ranuras y raspaduras. ¹⁹	Cambios en la superficie de las resinas nanoparticulada convencional y Bulk Fill, frente a agentes químicos y físicos, medidos a través de un perfilómetro - rugosímetro	Ra, obtenido del perfilómetro-rugosímetro	Cuantitativa	De razón	Micras
RESINAS COMPUESTAS	Material restaurador conformado básicamente de una matriz orgánica, relleno inorgánico y un agente de unión entre ellos. ¹⁰	Material dental restaurador, en este caso resina nanoparticulada convencional y Bulk fill	Cantidad de carga inorgánica	Cualitativa	Nominal	Nanopartícula convencional Nanopartícula Bulk fill
VITAMINA C	La vitamina C es crucial para nuestra salud y bienestar general, es considerado como un ingrediente funcional alimentario, ya que es un importante compuesto bioactivo con propiedades antioxidantes. ³¹	Multivitamínico que contiene ácido ascórbico en presentación de cápsulas efervescentes, utilizado como agente químico para determinar los cambios en la rugosidad superficial de las resinas nanoparticuladas	Mg de Ácido ascórbico	Cualitativa	Nominal	300ml de ácido ascórbico
DENTIFRICO BLANQUEADOR	Dentífricos que contienen abrasivos lo que ayuda a la remoción de manchas pero no al cambio en el color dentario. ³⁶	Pasta dental en presentación blanqueadora utilizado como agente físico para determinar los cambios en la rugosidad superficial de las resinas nanoparticuladas	Componentes abrasivos mostrados en el inserto	Cualitativa	Nominal	0.25 mg Oral B 3D White Perfection

DENTIFRICO CONVENCIONAL	Producto para la higiene de los dientes que contiene flúor como ingrediente activo. ³⁵	Pasta dental en presentación convencional utilizado como agente físico para determinar los cambios en la rugosidad superficial de las resinas nanoparticuladas	Componentes mostrados en el inserto	Cualitativa	Nominal	0.25 mg Oral B Complete
-------------------------	---	--	-------------------------------------	-------------	---------	-------------------------