



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE LA RESINA COMPUESTA NANOHÍBRIDA SUMERGIDA EN LOS ENJUAGUES BUCALES CON ALCOHOL Y SIN ALCOHOL: ESTUDIO IN VITRO

**Línea de investigación:
Salud pública**

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora

Rojas Santillan, Maria Jose Antuaneth

Asesora

Cerro Olivares, Elizabeth Sonia

ORCID: 0000-0002-6972-1303

Jurado

Aliaga Mariñas, Ana Sixtina

Del Aguila Gastelu, Elca Rocio

Casas Valverde, Jose

Lima - Perú

2026

EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE LA RESINA COMPUESTA NANOHÍBRIDA SUMEF LOS ENJUAGUES BUCALES CON ALCOHOL Y SIN ALCOHOL: ESTUDIO IN VITRO

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal

Trabajo del estudiante

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3

repositorio.uwiener.edu.pe

Fuente de Internet

4

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

5

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

6

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

Fuente de Internet

7

Submitted to Universidad Científica del Sur

Trabajo del estudiante

8

www.coursehero.com

Fuente de Internet

9

Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA

Trabajo del estudiante

10

www.scielo.br

Fuente de Internet

11

lpi.oregonstate.edu

Fuente de Internet

12

eprints.uanl.mx

Fuente de Internet

13

doi.org

Fuente de Internet

14

tiande.guide

Fuente de Internet

Submitted to uniandesec



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE LA RESINA COMPUESTA
NANOHÍBRIDA SUMERGIDA EN LOS ENJUAGUES BUCALES CON ALCOHOL
Y SIN ALCOHOL: ESTUDIO IN VITRO**

Línea de investigación:

Salud Pública

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora

Rojas Santillan, Maria Jose Antuaneth

Asesor

Cerro Olivares, Elizabeth Sonia

ORCID: 0000-0002-6972-1303

Jurado

Aliaga Mariñas, Ana Sixtina

Del Aguila Gastelu, Elca Rocio

Casas Valverde, Jose

Lima–Perú

2026

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme fortaleza en los momentos de incertidumbre y permitirme alcanzar este logro académico.

A mi madre, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional, siendo el pilar más importante en mi vida y en este camino profesional.

A mis amistades cercanas, quienes con su compañía, comprensión y palabras de aliento hicieron más ligero este proceso y me recordaron que nunca estuve sola.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi asesora y docentes por su orientación académica, por compartir su conocimiento y contribuir de manera significativa a mi formación profesional.

A la Universidad y a la facultad que hizo posible el desarrollo de esta investigación, brindándome las herramientas necesarias para fortalecer mi vocación y crecimiento científico. Finalmente, expreso mi gratitud a todas las personas que, con su apoyo directo o indirecto, acompañaron este proceso y permitieron que este trabajo se concrete.

ÍNDICE

RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.2. Antecedentes	3
1.3. Objetivos.....	8
<i>1.3.1. Objetivo general</i>	8
<i>1.3.2. Objetivos específicos</i>	8
1.4. Justificación	8
<i>1.4.1. Teórica</i>	8
<i>1.4.2. Práctica</i>	9
<i>1.4.3. Social</i>	9
1.5. Hipótesis	9
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación	10
<i>2.1.1. Resina</i>	10
<i>2.1.2. Resina nanohíbrida</i>	10
<i>2.1.3. Rugosidad superficial</i>	11
<i>2.1.4. Enjuagues bucales</i>	12
III. MÉTODO	22
3.1. Tipo de investigación	22
3.2. Ámbito temporal y espacial	22
3.3. Variables.....	22
<i>3.3.1. Variable dependiente</i>	22

3.3.2. <i>Variable independiente</i>	22
3.3.3. <i>Covariables</i>	22
3.3.4 <i>Operacionalización de variables</i>	23
3.4. Población y muestra.....	24
3.4.1. <i>Población</i>	24
3.4.2. <i>Muestra</i>	24
3.4.3. <i>Muestreo</i>	25
3.4.4. <i>Criterios de selección</i>	25
3.5. Instrumentos.....	26
3.5.1. <i>Técnicas</i>	26
3.5.2. <i>Medición de la rugosidad de la resina</i>	26
3.6. Procedimientos.....	26
3.6.1. <i>Trámites documentarios</i>	26
3.6.2. <i>Calibración y preparación de los discos</i>	27
3.6.3. <i>Medición de la rugosidad superficial</i>	27
3.6.4. <i>Exposición a los enjuagues bucales</i>	27
3.7. Análisis de datos	28
3.8. Consideraciones éticas	28
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES	38
VIII. REFERENCIAS.....	39
IX. ANEXOS	47
9.1. Anexo A	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rugosidad superficial de la resina nanohíbrida en agua destilada	30
Tabla 2. Rugosidad superficial de la resina nanohíbrida en enjuague bucal sin alcohol	31
Tabla 3. Rugosidad superficial de la resina nanohíbrida en enjuague bucal con alcohol	32
Tabla 4. Comparación de la rugosidad superficial de la resina nanohíbrida según tipo de solución	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de la rugosidad superficial antes y después de la exposición al agua destilada	
.....	30
Figura 2. Comparación de la rugosidad superficial antes y después del enjuague bucal sin alcohol	
.....	31
Figura 3. Comparación de la rugosidad superficial antes y después del enjuague bucal con alcohol	
.....	32

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la rugosidad superficial de una resina compuesta nanohíbrida tras su inmersión en enjuagues bucales con y sin alcohol, en un estudio in vitro. **Metodología:** Se utilizaron 45 discos de resina compuesta nanohíbrida, distribuidos en tres grupos (n=15): Grupo A, expuesto a agua destilada; Grupo B, expuesto a Listerine® Cool Mint™ sin alcohol; y Grupo C, expuesto a Listerine® Cool Mint™ con alcohol. Se midió la rugosidad superficial (Ra) antes y después de la inmersión, utilizando un perfilómetro de contacto. La punta del perfilómetro recorrió tres veces la cara superior de cada disco y se registró el valor promedio de Ra. **Resultados:** Los resultados mostraron que la diferencia de promedios de rugosidad antes y después fue de $-0,002 \pm 0,021 \mu\text{m}$ en el grupo control, $0,033 \pm 0,022 \mu\text{m}$ en el grupo con enjuague sin alcohol y $0,074 \pm 0,028 \mu\text{m}$ en el grupo con enjuague con alcohol. El análisis estadístico (ANOVA y prueba de Tukey) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p < 0.001$), entre el agua destilada y ambos enjuagues, así como entre los enjuagues con y sin alcohol. **Conclusiones:** La exposición a enjuagues bucales afecta la rugosidad superficial de la resina compuesta, siendo el enjuague con alcohol el que provoca un mayor deterioro.

Palabras clave: rugosidad superficial, resina compuesta, enjuague bucal.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the surface roughness of a nanohybrid composite resin after immersion in mouthwashes with and without alcohol, in an in vitro study. **Methodology:** A total of 45 nanohybrid composite resin discs were used, distributed into three groups (n=15): Group A, exposed to distilled water; Group B, exposed to Listerine® Cool Mint™ alcohol-free; and Group C, exposed to Listerine® Cool Mint™ with alcohol. Surface roughness (Ra) was measured before and after immersion using a contact profilometer. The profilometer tip traversed the upper surface of each disc three times, and the average Ra value was recorded.

Results: The differences in average surface roughness before and after immersion were $-0.002 \pm 0.021 \mu\text{m}$ in the control group, $0.033 \pm 0.022 \mu\text{m}$ in the alcohol-free mouthwash group, and $0.074 \pm 0.028 \mu\text{m}$ in the alcohol-containing mouthwash group. Statistical analysis (ANOVA and Tukey test) revealed statistically significant differences between groups ($p < 0.001$), specifically between distilled water and both mouthwashes, as well as between the alcohol-free and alcohol-containing mouthwashes. **Conclusions:** Exposure to mouthwashes affects the surface roughness of the composite resin, with alcohol-containing mouthwash causing the greatest surface deterioration.

Keywords: surface roughness, composite resin, mouthwash.

I. INTRODUCCIÓN

Los materiales dentales compuestos desempeñan un papel fundamental en la odontología moderna, ya que contribuyen a la preservación de la estructura dental, la función oral y la estética. Su uso ha evolucionado significativamente, permitiendo la rehabilitación de piezas dentarias con mínima intervención y ofreciendo restauraciones de alta calidad. La longevidad de estas restauraciones depende de múltiples factores, entre ellos el material restaurador utilizado, las características de la cavidad, la técnica operatoria y su interacción con los productos de higiene oral (Demarco et al., 2017; Kopperud et al., 2012).

Estos materiales se enfrentan a desafíos de durabilidad en el ambiente dinámico de la cavidad oral, donde están expuestos constantemente a la acción de la saliva, el microbiota, los cambios de pH, las fuerzas oclusales y los componentes de los productos de cuidado oral. Entre estos productos, el enjuague bucal es ampliamente utilizado como complemento de la higiene diaria, y su selección depende de diversos criterios clínicos, la condición oral del paciente y las recomendaciones del profesional de la salud (Logaranjani et al., 2015).

Generalmente, los enjuagues bucales cumplen funciones esenciales como el mantenimiento de la salud oral, la prevención de la acumulación de placa y el control de la gingivitis. Sin embargo, su impacto en las propiedades físicas y mecánicas de las resinas compuestas sigue siendo un tema de estudio. Factores como la composición química del enjuague, la presencia de alcohol, aceites esenciales y otros agentes activos pueden modificar la estructura superficial de las restauraciones, alterando su rugosidad y resistencia mecánica (Rath y Singh, 2013; Ren et al., 2023).

En este contexto, las resinas compuestas nanohíbridas han ganado popularidad debido a sus propiedades mecánicas favorables, como alta resistencia a la compresión, excelente resistencia al desgaste y óptimos resultados estéticos. Estas características las hacen adecuadas para una amplia variedad de restauraciones dentales, especialmente en sectores posteriores

donde se requiere mayor resistencia a las cargas masticatorias y en sectores anteriores donde la estética es prioritaria (Da Costa et al., 2007).

Dado que la rugosidad superficial influye en la adhesión bacteriana, la acumulación de biofilm y la longevidad de la restauración, resulta fundamental evaluar cómo los enjuagues bucales pueden modificar esta propiedad en las resinas compuestas nanohíbridas. Por lo tanto, el propósito de la presente investigación es evaluar la rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida sumergida en los enjuagues bucales con alcohol y sin alcohol: estudio in vitro.

1.1. Descripción y formulación del problema

Uno de los objetivos principales en la práctica odontológica mediante restauraciones con resina compuesta es lograr una superficie lisa, lo cual no solo es relevante en términos estéticos, sino también para la salud de los tejidos blandos intraorales y la integridad marginal de las restauraciones. Un aumento en la rugosidad superficial puede provocar decoloración, manchas y pérdida de brillo en la restauración de resina compuesta, además de favorecer la colonización por microorganismos orales. En consecuencia, el acabado superficial es un factor determinante en el desempeño clínico de las resinas compuestas (Da Costa et al., 2007; Dutra et al., 2018).

La dureza es un parámetro esencial en los materiales odontológicos, ya que se relaciona con su capacidad de supervivencia a largo plazo en la cavidad oral. Se define como la resistencia de un material a la indentación o penetración, y la microdureza se considera una medida tanto de la resistencia del material como de su capacidad para resistir el desgaste (Sakar-Deliormanli y Güden, 2006).

Muchos enjuagues bucales contienen ingredientes activos como alcohol y agentes antimicrobianos que pueden interactuar con el material de la restauración de resina compuesta, lo que genera cambios en la rugosidad superficial y la microdureza, afectando potencialmente su integridad y desempeño clínico (Alessa, 2023; Hamdy et al., 2023)

Por lo cual se formuló la siguiente pregunta: ¿Cómo influye el tipo de enjuague bucal (con alcohol y sin alcohol) en la rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida en un estudio in vitro?

1.2. Antecedentes

Mallick et al. (2024) en India, realizaron un estudio con el objetivo de evaluar los efectos cuantificables de diferentes enjuagues bucales sobre las propiedades superficiales de las resinas compuestas restauradoras. Se prepararon 90 muestras de resina compuesta nanohíbrida, las cuales fueron expuestas a tres soluciones: enjuague bucal con 1% de alcohol, enjuague sin alcohol y solución salina como control. Se evaluaron los valores de rugosidad superficial (Ra) y microdureza antes y después de un período de exposición de 24 horas. Los datos fueron analizados con el programa IBM SPSS Statistics v26.0 mediante pruebas de ANOVA y t de Student, considerando un nivel de significancia de $p < 0.05$. Los resultados mostraron que las muestras tratadas con enjuague bucal que contenía etanol presentaron un incremento significativo en la rugosidad superficial y una disminución estadísticamente significativa en la microdureza ($p < 0.05$). Se concluyó que los enjuagues bucales con alcohol pueden afectar las propiedades físicas de las resinas compuestas, por lo que se recomienda precaución al indicar su uso en pacientes con restauraciones extensas o tratamientos intensivos con resina compuesta.

Valdez Serván (2024) en Perú, desarrolló un estudio con el propósito de determinar el efecto de los colutorios orales sobre la rugosidad superficial de resinas compuestas. Se elaboraron 40 discos de resina, distribuidos en tres grupos: grupo A (15 muestras de Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE), grupo B (15 muestras de Palfique LX5, Tokuyama Dental) y grupo C (10 muestras como control). Las muestras fueron pulidas, almacenadas en agua destilada y posteriormente expuestas durante 12 horas al colutorio Listerine Cuidado Total, equivalente a tres años de uso clínico. La rugosidad superficial fue medida antes y después de la exposición

mediante un rugosímetro, y los datos se analizaron utilizando ANOVA y la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 5 %. Los resultados mostraron un incremento significativo de la rugosidad en las resinas expuestas al colutorio, siendo la resina Palfique LX5 la más afectada ($p < 0.05$), mientras que la resina Filtek™ Z350 XT no presentó diferencias notables con respecto a su control. Se concluyó que los colutorios orales pueden modificar la rugosidad superficial de las resinas compuestas, dependiendo de su composición química, lo cual puede afectar la durabilidad y estética de las restauraciones.

Derigi et al. (2023) en Brasil, realizaron una investigación con el objetivo evaluar los efectos de los enjuagues bucales comerciales sobre el color, la rugosidad, la sorción y la solubilidad de las resinas compuestas. Metodología: Se fabricaron especímenes en forma de disco (etapa I: 6 mm × 2 mm; etapa II: 10 mm × 1.5 mm) utilizando resinas compuestas convencionales nanorrellenas (Filtek Z350XT, 3M Oral Care), convencionales nanohíbridas (Luna, SDI), bulk-fill nanorrellenas (Filtek One Bulk-Fill, 3M Oral Care) y bulk-fill nanohíbridas (Aura Bulk-Fill, SDI). Los especímenes fueron expuestos a agua destilada (control), enjuague bucal azul sin alcohol (Colgate Total 12 Clean Mint, Colgate-Palmolive) o enjuague bucal azul con alcohol y aceites esenciales (Listerine Tartar Control, Johnson & Johnson). En la etapa I, se evaluaron las coordenadas del sistema CIELab* (ΔL^* , Δa^* , Δb^*), el cambio de color (ΔE_{ab} , ΔE_{00} y ΔSGU) y la rugosidad superficial (R_a) en el tiempo. En la etapa II, se midieron la sorción y la solubilidad (ISO 4049:2019) después de siete días de inmersión en las soluciones. Los datos fueron analizados mediante modelos lineales generalizados (R_a , sorción), pruebas de Kruskal-Wallis y Dunn (color, solubilidad), con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Resultados: No se encontraron diferencias significativas en la rugosidad superficial entre las soluciones. Ambos enjuagues bucales provocaron una disminución significativa en ΔL^* (Luna), Δa^* (Filtek One Bulk-Fill) y Δb^* (todas las resinas excepto la nanorrellena convencional). El enjuague sin alcohol redujo significativamente Δa^*

en todas las resinas compuestas. Se observaron mayores valores de ΔE_{ab} y ΔE_{00} en las resinas bulk-fill en comparación con el control. El enjuague con alcohol incrementó ΔSGU en la resina bulk-fill nanorrellena, aumentó la sorción en todas las resinas comparado con el enjuague sin alcohol y mostró una mayor sorción en las resinas nanohíbridas frente al control. Ambos enjuagues elevaron los valores de solubilidad en Luna, con diferencias significativas respecto al control. Conclusión: Las propiedades físicas de las resinas compuestas variaron según el fabricante y fueron influenciadas por los enjuagues bucales. Se evidenciaron cambios en el color, con mayor afectación en las resinas bulk-fill, especialmente con enjuagues que contenían aceites esenciales y alcohol.

Gehlot et al. (2022) en India, evaluaron la influencia del cepillado dental y el uso de enjuagues desensibilizantes en la rugosidad superficial y microdureza de la resina compuesta bulk-fill Tetric N-Ceram. Metodología: Se realizó un estudio in vitro con 50 discos de resina compuesta bulk-fill Tetric N-Ceram, distribuidos aleatoriamente en cinco grupos ($n=10$): Grupo 1 (control, sin cepillado ni enjuague), Grupo 2 (solo cepillado), Grupo 3 (cepillado + enjuague HiOra-K), Grupo 4 (cepillado + enjuague Listerine Sensitive) y Grupo 5 (cepillado + enjuague Shy-OR). Los especímenes fueron cepillados con un cepillo de cerdas suaves y una pasta dental en suspensión, luego se sumergieron en sus respectivos enjuagues dos veces al día durante un mes. Se determinaron la rugosidad superficial promedio y la microdureza (Vickers Pyramid number). Los datos fueron analizados mediante ANOVA de una vía, prueba post hoc de Tukey y prueba de correlación de Pearson, considerando un nivel de significancia de $p < 0.05$. Resultados: Los especímenes tratados con el enjuague HiOra-K presentaron la mayor rugosidad superficial ($p < 0.05$), mientras que los tratados con Listerine Sensitive mostraron la menor microdureza ($p < 0.05$). Se encontró una correlación negativa débil entre rugosidad superficial y microdureza en los grupos 1, 2 y 5, mientras que en los grupos 3 y 4 se observó una correlación positiva débil. Conclusión: Se sugiere que los enjuagues desensibilizantes que

contienen alcohol o aceites esenciales pueden incrementar la rugosidad superficial y reducir la microdureza de las resinas bulk-fill, lo que podría afectar negativamente su desempeño clínico.

Yilmaz y Mujdeci (2021) en Turquía, evaluaron el efecto de cuatro enjuagues bucales en la rugosidad superficial de dos resinas compuestas nanohíbridas. Metodología: Se prepararon cincuenta muestras de cada resina (2x8 mm) y se midió la rugosidad superficial inicial (Ra) con un perfilómetro. Posteriormente, se dividieron en cinco subgrupos ($n = 10$) y se expusieron durante 12 horas a 37 °C a enjuagues bucales con alcohol y aceites esenciales, alcohol y clorhexidina, sin alcohol con aceites esenciales, sin alcohol con cloruro de cetilpiridinio o agua destilada (control). Luego, se realizó una nueva medición de la rugosidad superficial y se aplicaron pruebas ANOVA de dos vías y Bonferroni. Resultados: No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las resinas ($p > 0.05$), pero sí entre los enjuagues ($p < 0.05$), y la interacción entre enjuagues y resinas fue significativa ($p < 0.05$). La mayor rugosidad se observó con el enjuague con alcohol y aceites esenciales ($p < 0.05$), seguido del enjuague con alcohol y clorhexidina. Los enjuagues sin alcohol generaron una rugosidad similar ($p > 0.05$) o menor ($p < 0.05$) a la del agua destilada. Conclusión: Los enjuagues bucales influyeron en la rugosidad superficial de las resinas de manera diferente según su composición, siendo los que contenían alcohol los que produjeron los mayores cambios.

Celik et al. (2021) en Turquía, realizaron un estudio con el objetivo de evaluar los efectos de diferentes tipos de enjuagues bucales (Klorhexidin, Curasept ADS 205, Meridol y Listerine Cool Citrus) sobre la rugosidad superficial y los cambios de color en resinas compuestas de distinta composición: una microhíbrida (Point 4), una de tipo bulk fill (SonicFill) y una nanohíbrida (Nova Compo-N). Se confeccionaron discos de cada tipo de resina, los cuales fueron divididos en cuatro subgrupos y sometidos a ciclos de inmersión en los diferentes enjuagues y en saliva artificial ($n = 8$). Cada ciclo consistió en una inmersión

completa en el enjuague bucal durante 21 minutos, seguida de almacenamiento en saliva artificial a 37°C durante 12 horas, repitiéndose el proceso ocho veces. La rugosidad superficial fue evaluada con un perfilómetro y el cambio de color con un espectrofotómetro antes y después de los ciclos de inmersión. Los datos fueron analizados mediante ANOVA de un factor y la comparación entre grupos se realizó con la prueba post hoc de Scheffé. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en los valores de rugosidad superficial (R_a) antes y después de la inmersión ($p > 0.05$), mientras que sí se observaron diferencias significativas en los valores de cambio de color (ΔE) en los grupos SonicFill y Nova Comp-N ($p < 0.05$). Se concluyó que los enjuagues bucales contribuyen a la salud oral, aunque en pacientes con múltiples restauraciones de resina compuesta deben hacerse recomendaciones individualizadas, debido a su posible influencia sobre las propiedades estéticas y superficiales del material.

Silva et al. (2020) en Brasil, realizaron un estudio con el objetivo de comparar la rugosidad superficial de dos tipos de resinas compuestas tras su exposición a diferentes enjuagues bucales. Se elaboraron 40 muestras, distribuidas en cuatro grupos experimentales: resina Filtek™ Bulk-Fill y resina Filtek™ Z350 XT (3M ESPE), sumergidas en los enjuagues Colgate PlaxWhitening™ (con alcohol) y Colgate PlaxFreshMint™ (sin alcohol). Las muestras fueron moldeadas en matrices de teflón, fotoactivadas y almacenadas durante 24 horas antes de la inmersión por 12 horas, equivalente a un año de uso clínico. La rugosidad superficial (R_a) se midió con un rugosímetro portátil antes y después del tratamiento, y los datos se analizaron mediante ANOVA de medidas repetidas y prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 5 %. Los resultados indicaron diferencias significativas entre los tipos de resina ($p < 0.001$), siendo la resina Filtek™ Bulk-Fill la que presentó mayor rugosidad, mientras que el tipo de enjuague y el tiempo de exposición no generaron cambios relevantes. Se concluyó que los enjuagues evaluados no modifican significativamente la rugosidad superficial de las resinas

compuestas, aunque las características intrínsecas del material influyen en su comportamiento frente a los colutorios.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida sumergida en los enjuagues bucales con alcohol y sin alcohol.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida antes y después de la exposición al agua destilada.

- Determinar la rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida antes y después de la exposición al enjuague bucal sin alcohol.

- Determinar la rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida antes y después de la exposición al enjuague bucal con alcohol.

- Comparar la rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida sumergida en los enjuagues bucales con alcohol y sin alcohol, y agua destilada.

1.4. Justificación

1.4.1. Teórica

El estudio del efecto de los enjuagues bucales sobre la rugosidad de resinas compuestas nanohíbridas es relevante debido a la creciente utilización de estos materiales en restauraciones estéticas y funcionales. Las resinas compuestas nanohíbridas han sido desarrolladas para ofrecer mejores propiedades mecánicas y estéticas, pero su interacción con agentes químicos presentes en los enjuagues bucales aún requiere mayor exploración. Teóricamente, este estudio permitirá profundizar en los mecanismos de degradación superficial asociados a estos materiales y su relación con la composición química de los enjuagues bucales, aportando bases científicas que orienten decisiones clínicas más adecuadas y favorezcan la preservación de

restauraciones a largo plazo.

1.4.2. *Práctica*

Desde un punto de vista clínico, los resultados de esta investigación permitirán a los odontólogos tomar decisiones más informadas al recomendar enjuagues bucales a sus pacientes, especialmente a aquellos con restauraciones de resina compuesta. Dado que muchos pacientes utilizan estos productos de forma habitual sin prestar atención a su composición, comprender sus efectos sobre los materiales restauradores permite orientar mejor las recomendaciones clínicas, prolongar la vida útil de las restauraciones y mantener resultados estéticos favorables. Asimismo, estos resultados refuerzan la importancia de la educación del paciente sobre el uso adecuado de productos de higiene oral.

1.4.3. *Social*

El uso de enjuagues bucales es una práctica común en la población debido a su papel en la prevención de enfermedades orales como la caries y la gingivitis. Reconocer cuáles enjuagues ocasionan un menor efecto sobre las resinas compuestas contribuye a preservar la integridad de las restauraciones y a evitar gastos innecesarios en su mantenimiento o sustitución, lo que representa un beneficio tanto para los pacientes como para la práctica odontológica. Este estudio, por lo tanto, contribuye a sensibilizar a la población sobre el uso adecuado de los enjuagues bucales y su potencial efecto en la longevidad de los tratamientos restaurativos, favoreciendo una mejor salud oral y un menor impacto económico en la atención odontológica.

1.5. Hipótesis

Existe diferencia significativa en la rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida al ser sumergida en enjuague bucal con alcohol, sin alcohol y en agua destilada.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Resina*

Los composites de resina dental han transformado significativamente la práctica odontológica moderna, al permitir tratamientos mínimamente invasivos que conservan una mayor cantidad de estructura dental sana y ofrecen resultados altamente estéticos y naturales. No obstante, la evolución de estos materiales continúa, orientándose hacia el perfeccionamiento de sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, con el propósito de optimizar su rendimiento clínico y prolongar su durabilidad a lo largo del tiempo (Cho et al., 2022).

Las restauraciones elaboradas con resinas compuestas deben presentar una superficie lisa y pulida, ya que esta característica reduce la acumulación de placa bacteriana, favoreciendo así una mayor durabilidad del material restaurador, una mejor estabilidad del color y una adecuada salud gingival en los tejidos adyacentes (Cristiani et al., 2023).

2.1.2. *Resina nanohíbrida*

Las resinas compuestas nanohíbridas representan una evolución significativa en los materiales restauradores dentales, ya que fueron desarrolladas con el propósito de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las resinas convencionales. Estas resinas presentan una mayor resistencia al desgaste, una dureza superficial superior y un mejor control de la contracción durante la polimerización, lo que contribuye a una mayor durabilidad clínica y a resultados estéticos más estables. La incorporación de nanopartículas en su composición permite obtener superficies más lisas, facilita el modelado y mejora el pulido final, otorgando un brillo y acabado de alta calidad. Sin embargo, el comportamiento de estos materiales depende directamente de las características de sus partículas de carga y relleno, especialmente en cuanto a su cantidad, composición, forma y dinámica (Suárez-López et al., 2025).

De esta manera, los materiales empleados en la práctica odontológica deben garantizar no solo funcionalidad, sino también resultados estéticos que contribuyan a la armonía facial y a una sonrisa natural. En este contexto, se considera un material innovador, ya que ofrece excelentes propiedades ópticas y estéticas, permitiendo restauraciones más naturales con un impacto visual mínimo. Además, su composición y técnica de aplicación simplificada proporcionan beneficios tanto para el profesional como para el paciente, al optimizar los tiempos clínicos y mejorar la satisfacción estética (Vaca et al., 2021).

2.1.3. *Rugosidad superficial*

La actividad erosiva de las bebidas impacta negativamente en las restauraciones de resina compuesta, generando una superficie rugosa que afecta sus propiedades ópticas y facilita tanto la acumulación de placa bacteriana como la degradación del material. Este proceso erosivo disminuye la dureza y la resistencia al desgaste de la restauración. Además, la rugosidad superficial puede provocar irritación gingival y aumentar el riesgo de caries secundarias. Por lo tanto, las características superficiales de la resina compuesta son determinantes en la longevidad clínica de la restauración (Isabel et al., 2016).

La rugosidad superficial (Ra) de las restauraciones de resina compuesta es un factor clave en la durabilidad y éxito clínico de las restauraciones, ya que influye en la acumulación de placa bacteriana, la estética y la resistencia al desgaste. La Ra se evalúa cuantitativamente mediante perfilometría, que proporciona mediciones numéricas precisas de la textura superficial (Devlukia et al., 2023).

La rugosidad superficial de las resinas compuestas está determinada por su composición química y propiedades mecánicas, principalmente por el tamaño, la forma y la concentración de las partículas de relleno inorgánico. A medida que el tamaño de estas partículas disminuye y su porcentaje en peso aumenta, se mejora la capacidad de pulido y las características superficiales del material. Una mayor rugosidad puede favorecer la decoloración, la pérdida de

brillo y la retención de biopelícula en nichos protegidos del flujo salival y las fuerzas de fricción. Para minimizar la acumulación de placa bacteriana y reducir el riesgo de caries secundaria e inflamación periodontal, se ha establecido que el valor de rugosidad superficial (Ra) debe mantenerse por debajo de 0,2 μm (Vinagre et al., 2023).

2.1.4. Enjuagues bucales

Los enjuagues bucales, también denominados colutorios o enjuagues orales, son soluciones acuosas diseñadas para la prevención, alivio y tratamiento de diversas afecciones orales, así como para el mantenimiento de la salud bucal. Su uso se ha enfocado en la prevención de caries dental, erosión dental, halitosis, gingivitis, periodontitis y mucositis, además de contribuir a la reducción del microbiota oral. En el ámbito comercial, se encuentran disponibles formulaciones de venta libre, que han sido desarrolladas con diferentes principios activos para abordar diversas necesidades clínicas. No obstante, es importante diferenciar los enjuagues bucales de los sustitutos salivales, ya que estos últimos están destinados a pacientes con producción salival insuficiente, aunque en algunas ocasiones sus indicaciones pueden superponerse (Radzki et al., 2022).

2.1.4.1. Componentes y sus funciones. El análisis de los enjuagues bucales se ha centrado en la química y la relevancia médica de sus ingredientes, con la excepción de la mayoría de los extractos vegetales, debido a su gran número y la limitada investigación clínica sobre dentífricos a base de hierbas (Saliasi et al., 2018).

Los ingredientes y sus propiedades han sido tabulados y organizados para facilitar su comprensión, sin embargo, no existe certeza de que una propiedad indicada en la literatura se manifieste en la formulación final del enjuague bucal. Esto se debe a la interacción de múltiples factores que pueden modificar las características de las sustancias activas. Algunos componentes pueden no tener efectos médicos ni farmacológicos y podrían ser utilizados solo con fines comerciales. Además, las propiedades de estos ingredientes han sido descritas de

manera aislada, sin explorar sus posibles interacciones. Parámetros como el pH, la viscosidad, la conductividad eléctrica, el volumen de enjuague, la concentración de cada ingrediente, las propiedades mutuamente excluyentes o sinérgicas, el tiempo de enjuague, las reacciones químicas entre componentes (como interacciones entre aniones y cationes o procesos de quelación) y el tiempo de almacenamiento pueden influir en la efectividad del producto final (Radzki et al., 2022).

Los enjuagues bucales se componen de diversas sustancias con funciones específicas, aunque algunas pueden superponerse en sus efectos. Estos componentes se pueden clasificar en sustancias para la salud bucal, solventes, surfactantes y espesantes, edulcorantes, extractos vegetales, conservantes, colorantes, agentes saborizantes o refrescantes, entre otros. La formulación de cada enjuague puede influir en su eficacia y seguridad, ya que la combinación de ingredientes puede generar interacciones que modifiquen sus propiedades (Radzki et al., 2022).

Dentro de las sustancias para la salud bucal, se identificaron varios compuestos. Los compuestos de flúor están presentes en el 63.5% de los enjuagues bucales, siendo el fluoruro de sodio el más común (86.9% de los enjuagues con flúor), con una concentración de 187–250 ppm de iones fluoruro. La arginina y el bicarbonato de sodio están presentes en el 1.2%, mientras que el lactato de aluminio se encuentra en el 1.7%. Los compuestos de potasio están en el 17.8%, siendo el pirofosfato de tetrapotasio el más frecuente, seguido del cloruro de potasio y el nitrato de potasio. Los compuestos de zinc aparecen en el 19.5%, principalmente el cloruro y el citrato de zinc. Los compuestos de fósforo y calcio están en el 17.8%, siendo el pirofosfato de tetrapotasio, el pirofosfato de tetrasodio y la hidroxiapatita los más comunes. Los compuestos de estaño (cloruro y fluoruro) están en el 1.7% de los enjuagues bucales. Los fármacos antimicrobianos son muy comunes y se encuentran en el 52.3% de los productos, destacando los aceites esenciales, el cloruro de cetilpiridinio y la clorhexidina. Los aceites

esenciales están en el 47.3% de los enjuagues, siendo el mentol el compuesto más común, presente en el 78.9% de estos productos. La clorhexidina se encuentra en el 20.7% de los enjuagues bucales, principalmente en forma de digluconato de clorhexidina (98% de los enjuagues con clorhexidina), con una concentración del 0.2% en el 26% de ellos (Radzki et al., 2022).

Los enjuagues bucales contienen muchas otras sustancias que, si bien no están directamente asociadas con beneficios médicos, son necesarias para la formulación del producto. El etanol, la glicerina y el propilenglicol son los solventes más frecuentes después del agua, presentes en el 10.8%, 74.7% y 42.7% de los enjuagues bucales, respectivamente. Los surfactantes están en el 92.5% de los productos, siendo el PEG-40 aceite de ricino hidrogenado el más común. Los edulcorantes, junto con la glicerina, se encuentran en el 96.7% de los enjuagues, destacando la sacarina, el sorbitol y el xilitol. Los conservantes aparecen en el 82.2% de los enjuagues, principalmente el benzoato de sodio. Los colorantes están en el 66%, mientras que los agentes saborizantes están en el 99.2% de los productos. (Radzki et al., 2022).

Los enjuagues bucales comerciales están compuestos principalmente por una mezcla de agua y glicerina, junto con otros ingredientes que cumplen funciones específicas. Entre estos se incluyen edulcorantes como la sacarina, surfactantes como el aceite de ricino hidrogenado PEG-40, conservantes como el benzoato de sodio, además de colorantes y agentes aromatizantes. Asimismo, suelen contener sustancias con beneficios para la salud oral, como compuestos anticaries, siendo el fluoruro de sodio el más común en concentraciones de aproximadamente 217–250 partes por millón, y agentes antimicrobianos como los aceites esenciales (Radzki et al., 2022).

A. El bicarbonato de sodio. También es conocido como bicarbonato sódico, bicarbonato de soda y, según la nomenclatura de la IUPAC, como hidrogenocarbonato de

sodio. Es una sustancia versátil con múltiples usos tanto generales como médicos. Se emplea en el tratamiento de la acidosis metabólica, el reflujo ácido y como agente mucolítico. Además, el bicarbonato de sodio es un antídoto inespecífico eficaz en el tratamiento de diversas intoxicaciones (Madeswaran y Jayachandran, 2018).

Está compuesto por un catión sodio (Na^+) y un anión bicarbonato (HCO_3^-), que son componentes normales en el cuerpo humano. El anión bicarbonato es el resultado de la interconversión del agua y el dióxido de carbono. Las anhidrasas carbónicas (CA) son una familia de varias enzimas dependientes de zinc que aumentan la eficiencia de la formación del anión bicarbonato (Lee y Hong, 2020).

Las CA mantienen la excreción de dióxido de carbono del cuerpo, así como la homeostasis ácido-base. Solo una isoenzima de las CA, la CA VI (llamada gustina), produce una forma secretada del anión bicarbonato. La CA VI es producida por las células acinares serosas de las glándulas parótida y submandibular. También se detecta en las lágrimas y la leche (Lee y Hong, 2020).

Su función principal es regular el pH en la cavidad oral. El bicarbonato es el principal amortiguador del líquido extracelular (plasma y líquido intersticial), así como de la saliva. Cuando ocurre la fermentación de los carbohidratos en la cavidad oral, el pH disminuye (aumentando la concentración de H^+), pero es neutralizado por el anión bicarbonato (mediante su conversión en agua y dióxido de carbono). La suplementación de iones bicarbonato, mediante enjuagues con solución de bicarbonato de sodio, puede ser un refuerzo suficiente de la capacidad amortiguadora de la saliva cuando se usa regularmente (Madeswaran y Jayachandran, 2018).

La expresión de CA VI (tanto su concentración como su actividad) y la concentración del anión bicarbonato se suponen modificadas por varios factores: genéticos (polimorfismo de un solo nucleótido en el gen que codifica la CA VI), químicos y un cambio en el flujo salival,

entre otros (Piekoszewska-Ziętek et al., 2020; Picco et al., 2017).

La concentración media de CA VI es significativamente menor en el grupo con caries activa que en el grupo libre de caries (Piekoszewska-Ziętek et al., 2020).

Cuando se mide la actividad de CA VI en el grupo con caries, esta se encuentra aumentada, pero no se observa un incremento en su capacidad amortiguadora, y la capacidad buffer de la saliva es menor en dicho grupo (De-Sousa et al., 2021).

Además, la capacidad amortiguadora de CA VI está más relacionada con su concentración que con su actividad, pero las concentraciones elevadas de CA VI en saliva no necesariamente indican que la enzima esté activa. CA VI es un posible objetivo terapéutico en la cariogénesis (Borghi et al., 2017).

Una solución de bicarbonato de sodio al 1.26% (p/v) es isotónica. Una solución ligeramente hipotónica al 1% puede utilizarse como un enjuague bucal suave para neutralizar ácidos, humectar, desodorizar y reducir la cantidad de bacterias (Madeswaran y Jayachandran, 2018).

Una solución hipertónica de bicarbonato de sodio facilita el movimiento osmótico de agua desde las células bacterianas, lo que resulta en encogimiento, plasmólisis y muerte celular. El bicarbonato de sodio en solución es capaz de alterar los biofilms sin un efecto antimicrobiano, hipotéticamente mediante la disrupción de la estructura de la matriz exopolisacárida de la placa dental. La hipernatremia después de un enjuague regular no es esperada si el producto no se ingiere (Pratten et al., 2016).

B. Los aceites esenciales. Los aceites esenciales (AEs) son líquidos volátiles, fragantes, lípidos y coloreados, solubles en lípidos y disolventes orgánicos. Se derivan de diversas plantas y desempeñan un papel importante en la protección de la planta, el rechazo de depredadores y plagas, así como en la atracción de polinizadores. Los AEs están compuestos por diversos compuestos, predominantemente monoterpenos (o monoterpenoides),

sesquiterpenos, compuestos aromáticos (a menudo derivados del fenilpropano, como los fenilpropanoides) y sus derivados, como ácidos, alcoholes, cetonas y aldehídos, hidrocarburos alifáticos, ésteres acíclicos o lactonas, compuestos que contienen nitrógeno y azufre, y cumarinas (Nazzaro et al., 2013).

Los aceites esenciales contienen una amplia variedad de metabolitos secundarios que presentan propiedades antibacterianas, antivirales y antifúngicas (Nazzaro et al., 2013).

Debido a sus efectos germicidas, los aceites esenciales o sus componentes se utilizan regularmente en numerosos dentífricos y enjuagues bucales, lo que contribuye a una reducción significativa de la placa dental, con un potencial anticaries y antigingivitis (Freires et al., 2015; Van der Weijden et al., 2015).

También pueden desempeñar una función como conservantes. Otras propiedades relevantes incluyen efectos antioxidantes, antiinflamatorios, anestésicos locales y analgésicos. No obstante, su papel en la higiene oral también es importante como agentes aromatizantes (Marchese et al., 2020; Bakkali et al., 2008).

C. Compuestos de flúor. El flúor, en particular algunos de sus compuestos, se ha convertido en un agente principal en la prevención de la caries dental. En los enjuagues bucales, el compuesto más común de flúor es el fluoruro de sodio, aunque también se encuentran otros como el fluoruro de calcio (con solubilidad incierta en enjuagues), fluoruro de potasio, fluoruro de estaño (inestable en enjuagues), monofluorofosfato, fluoruro de aluminio, fluorohidroxiapatita (en forma de nanopartículas en suspensión), olaflur y nicometanolhidrofluoruro. El mecanismo de acción de estos compuestos depende de su solubilidad y de su capacidad para liberar aniones de flúor libres. Algunos cationes solo influyen en la solubilidad (como en el fluoruro de sodio), mientras que otros aportan propiedades adicionales (como el olaflur, fluoruro de estaño y fluoruro de aluminio). El fluoruro de sodio es un compuesto ampliamente estudiado, con descripciones críticas y

detalladas sobre su uso y beneficios, por lo que no fue objeto de nuestra revisión. No obstante, otros compuestos de flúor son relativamente poco comunes en enjuagues bucales. En particular, el fluoruro de estaño destaca como un compuesto con un alto potencial de utilidad en enjuagues, aunque su inestabilidad representa un desafío significativo (Radzki et al., 2022).

El fluoruro de estaño, cuyo nombre según la IUPAC es fluoruro de estaño (II), presenta una actividad anticaries similar o ligeramente superior en comparación con otros fluoruros no estanosos. Su mecanismo de acción en la prevención de la caries es similar al del fluoruro de sodio, ya que los iones de flúor se depositan en la superficie dental en forma de una capa de fluoruro de calcio. Cuando el pH de la saliva disminuye, los iones de flúor se liberan y pueden incorporarse a la hidroxiapatita mediante la sustitución de los grupos hidroxilo, lo que permite la formación de fluorohidroxiapatita o fluoroapatita, compuestos significativamente más resistentes a los ambientes ácidos (Johannsen et al., 2019; Konradsson et al., 2020; Pajor et al., 2019).

D. Glicerina. El glicerol (comúnmente llamado glicerina o glicerina, IUPAC propano-1,2,3-triol) es uno de los ingredientes más comunes en los enjuagues bucales; sin embargo, hasta donde se tiene conocimiento, no existen muchos estudios científicos que se enfoquen en sus efectos biológicos. Actúa como solvente y mejora la solubilidad de algunos componentes en agua, por lo que puede sustituir, en cierta medida, al alcohol etílico o combinarse con este y el agua en la formulación (Huamán-Castilla et al., 2020; Kowalska et al., 2021).

Además, es utilizado como lubricante y emoliente debido a su capacidad para proporcionar suavidad; sin embargo, sus propiedades higroscópicas pueden provocar desecación (Kvalheim et al., 2019).

E. Alcohol etílico. El etanol (EtOH), IUPAC etanol, comúnmente llamado de manera inapropiada solo alcohol, se emplea como solvente polar en los enjuagues bucales, además de actuar como solubilizante, estabilizante, agente saborizante y conservante. También presenta

un efecto antiséptico. El etanol potencia el efecto de los aceites esenciales y actúa como un potenciador antimicrobiano. Su uso en enjuagues bucales es muy controvertido y, en la actualidad, no existen muchos productos individuales que contengan este solvente; sin embargo, siguen siendo populares y de larga tradición. En la mayoría de las marcas, el etanol ha sido reemplazado por propilenglicol, aunque los enjuagues bucales que contienen etanol continúan en producción y se utilizan en grandes volúmenes (Gandini et al., 2012).

F. Propilenglicol. El propilenglicol (propanodiol, IUPAC propano-1,2-diol) es un compuesto ampliamente utilizado en fármacos tópicos y sistémicos, así como en la industria alimentaria, siendo uno de los ingredientes más frecuentes en los enjuagues bucales. Debido a la controversia sobre el uso de alcohol etílico en estos productos, así como a sus efectos secundarios, como la irritación de las mucosas, el propilenglicol se convirtió en su principal sustituto. Se trata de un alcohol viscoso, incoloro y ligeramente dulce, que contiene dos grupos hidroxilo en su estructura.

El propilenglicol ha demostrado ser un emoliente y disolvente eficaz, con mejor capacidad de solubilización que la glicerina, lo que le permite disolver compuestos como fenoles, vitaminas A y D, y numerosos anestésicos locales. Además, cumple una función conservante y ha sido comparado con el etanol en términos de su actividad antiséptica (Phillips et al., 2017).

Generalmente, se reconoce como seguro para el consumo humano. Sin embargo, hasta la fecha, no existen estudios específicos que evalúen el impacto de su uso regular sobre los tejidos bucales o las propiedades de la saliva. También es un componente del líquido utilizado en cigarrillos electrónicos, sin que se hayan reportado efectos toxicológicos relevantes en estudios preclínicos (Phillips et al., 2017).

G. Aceites pegilados. Los aceites PEGilados son derivados del polietilenglicol (PEG), productos de la eterificación y esterificación de glicéridos y ácidos grasos con óxido de etileno.

Estos aceites funcionan como surfactantes (agentes emulsionantes o solubilizantes) y son ampliamente utilizados en cosméticos. También pueden emplearse como surfactantes no iónicos en sistemas de administración de fármacos orales, tópicos y parenterales. Existen diversas variantes de aceites PEGilados con múltiples longitudes de cadena de PEG (Burnett et al., 2014).

El aceite de ricino hidrogenado PEG-40 (nombre comercial Cremophor RH 40) es uno de los aceites PEGilados más empleados en enjuagues bucales. Se trata de un derivado del polietilenglicol del aceite de ricino hidrogenado, con una longitud promedio de cadena de PEG de 40 unidades. Los triglicéridos del aceite de ricino están compuestos principalmente por residuos de ácido ricinoleico, aunque aproximadamente el 13% corresponden a otros ácidos, lo que hace que el aceite de ricino PEGilado sea una mezcla compleja de moléculas estructuralmente relacionadas (Burnett et al., 2014).

El aceite de ricino hidrogenado PEG-40 es el aceite PEGilado más utilizado en enjuagues bucales y cosméticos, donde actúa como estabilizador de emulsión y surfactante. Su función principal es solubilizar fragancias y vitaminas liposolubles, además de favorecer la penetración de compuestos hidrófilos. No obstante, presenta un efecto citotóxico moderado, afectando la viabilidad de los queratinocitos, aunque carece de propiedades antibacterianas (Müller et al., 2017).

H. Compuestos de Zinc. El zinc es un oligoelemento esencial cuya deficiencia puede desencadenar diversas patologías o agravar condiciones preexistentes. Es un componente fundamental en la actividad de más de trescientas enzimas en el organismo humano. A pesar de sus múltiples beneficios para la salud bucal, los compuestos de zinc no son comúnmente utilizados en los enjuagues bucales. Sin embargo, en algunos productos se emplean compuestos como el acetato de zinc, cloruro de zinc, citrato de zinc, gluconato de zinc, hidroxiapatita de zinc, lactato de zinc, pidolato de zinc y sulfato de zinc (Radzki et al., 2022).

Los iones de zinc poseen propiedades antibacterianas, actuando como agentes antiplaca. Su mecanismo de acción incluye la inhibición del glicólisis bacteriano mediante la alteración de enzimas citoplasmáticas y glicolíticas. Además, promueven la remineralización y previenen la desmineralización dentinaria al reducir la solubilidad del esmalte mediante su incorporación en la hidroxiapatita. También desempeñan un papel en la reducción de la halitosis al inhibir bacterias productoras de compuestos sulfurados volátiles (CSV), como el sulfuro de hidrógeno y el metilmercaptano, convirtiéndolos en sulfuro de zinc no volátil. Asimismo, los iones de zinc pueden inhibir o modificar el crecimiento de cristales, reduciendo así la formación de cálculo dental (Radzki et al., 2022).

Las metaloproteinasas de matriz (MMPs), enzimas dependientes de zinc y calcio, están involucradas en la degradación de la matriz extracelular, desempeñando un papel clave en enfermedades como la periodontitis y la erosión dentinaria. Si bien la inhibición de MMPs por iones de estaño ha demostrado ser beneficiosa en el uso del fluoruro de estaño, un sistema basado en la unión de zinc podría representar riesgos. A pesar de ello, los iones de zinc son esenciales para la actividad de la anhidrasa carbónica VI, una enzima crucial para la homeostasis ácido-base oral. Además, la deficiencia sistémica de zinc se ha asociado con una mayor prevalencia de caries dental y con la patogénesis de diversas enfermedades mucosas orales, como el liquen plano erosivo, el síndrome de boca ardiente, la estomatitis aftosa recurrente y la xerostomía. Por ello, la suplementación con zinc podría ser útil en su prevención y tratamiento (Radzki et al., 2022).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

- Experimental
- Prospectivo
- Longitudinal

3.2. Ámbito temporal y espacial

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio HTL en San Juan de Lurigancho, durante el mes de julio del año 2025.

3.3. Variables

3.3.1. *Variable dependiente*

- Rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida.

3.3.2. *Variable independiente*

- Agua destilada, enjuagues bucales con alcohol y sin alcohol.

3.3.3. *Covariables*

- Tiempo de exposición

3.3.4. Operacionalización de variables

Variables	Definición	Indicadores	Escala	Valor
Rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida	Es la medida de las irregularidades en la superficie de la resina compuesta, evaluada en micrómetros (μm) mediante un rugosímetro antes y después de la inmersión en enjuagues bucales.	Rugosidad media (Ra) en μm con perfilómetro	Cuantitativa continua	Rango de valores en μm
Enjuagues bucales con alcohol y sin alcohol Agua destilada	Sustancia líquida en la que serán sumergidas las muestras de resina compuesta nanohíbridas.	Marca de enjuague bucal	Cualitativa nominal	1 = Agua destilada 2 = Listerine® Cool Mint™ sin alcohol 3 = Listerine® Cool Mint™

Tiempo de exposición	Periodo en el que se evalúan los cambios en la rugosidad superficial de la resina.	Tiempo de inmersión en el enjuague bucal	Cuantitativa continua	1 = Antes de la exposición 2 = Después de la exposición
----------------------	--	--	-----------------------	--

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Discos de resina compuesta nanohíbrida.

3.4.2. Muestra

La muestra fue obtenida con la fórmula para comparar medias y con datos del antecedente Mallick et al. (2024):

La muestra se determinó utilizando la fórmula para comparar promedios con datos del estudio piloto.

$$n = \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \cdot (S_1^2 + S_2^2)}{(X_1 - X_2)^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

α = Probabilidad de cometer un error tipo I

β = Probabilidad de cometer un error tipo II

Z_{α} = 1,96 (Nivel de confianza 95%)

Z_{β} = 0,84 (Potencia del 80%)

s = desviación estándar

x = media

$$n = \frac{(1,96 + 0,84)^2(0,02^2 + 0,05^2)}{(14 - 13,1)^2}$$

$$n = \frac{(7,84)(0,0029)}{0,0036}$$

$$n = 6,3$$

El tamaño de la muestra fue de 45 discos de resina compuesta nanohíbrida, siguiendo además las indicaciones de la norma ISO 4049:2019 para materiales restauradores poliméricos.

La distribución de los grupos fue la siguiente:

- Grupo A: 15 discos de resina compuesta nanohíbrida expuestos a agua destilada.
- Grupo B: 15 discos de resina compuesta nanohíbrida expuestos a Listerine® Cool Mint™ sin alcohol.
- Grupo C (control): 15 discos de resina compuesta nanohíbrida expuestos a Listerine® Cool Mint™.

3.4.3. Muestreo

Los 45 discos de resina fueron distribuidos por muestreo aleatorio simple.

3.4.4. Criterios de selección

3.4.4.1. Criterios de inclusión. Para la selección de las muestras se considerarán los siguientes criterios de inclusión:

- Discos de resina compuesta nanohíbrida confeccionados siguiendo las especificaciones del fabricante.
- Discos polimerizados correctamente con lámpara de fotocurado dentro de los parámetros recomendados.
- Superficies sin defectos visibles, como burbujas o irregularidades.
- Discos almacenados en condiciones controladas previas a la prueba de rugosidad.

3.4.4.2. Criterios de exclusión. Se establecieron los siguientes criterios de exclusión para la selección de las muestras:

- Discos con fisuras, porosidades o burbujas detectadas en inspección visual o microscópica.

- Discos con fallas en la fotopolimerización que puedan alterar sus propiedades mecánicas.
- Discos contaminados o con alteraciones en su superficie debido a errores en el almacenamiento o manipulación.
- Discos que no hayan sido sometidos a los protocolos de exposición a enjuagues bucales bajo condiciones controladas.

3.5. Instrumentos

3.5.1. Técnicas

Se utilizó la técnica de observación directa como resultado de la experimentación y medición con un Perfilómetro® (Huatec SRT-6200®, Haidian, Beijing, China), cuyos valores fueron consignados en la ficha de recolección de datos.

3.5.2. Medición de la rugosidad de la resina

La punta de medición se desplazó sobre la superficie del espécimen a una velocidad constante de 1 mm/s. En cada disco se realizaron tres mediciones lineales en diferentes puntos de la superficie, y el equipo registró el valor promedio del parámetro de rugosidad aritmética (Ra) expresado en micrómetros (μm), el cual representa la media aritmética de las desviaciones de la superficie respecto a la línea media del perfil.

3.6. Procedimientos

3.6.1. Trámites documentarios

Se realizó la solicitud administrativa ante el Departamento de Grados y títulos de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal mediante el envío del Plan de tesis para su aceptación y correcta derivación. Se obtuvo la aprobación del primer docente asignado como revisor y posteriormente de los dos docentes designados como evaluadores. Se obtuvo la carta de aprobación por el Comité de ética. Se obtuvo la constancia de aprobación del Plan de Tesis, la asignación del asesor, así como la carta de presentación

ante el laboratorio emitida por el departamento académico y la autorización para llevar a cabo la ejecución de Tesis. Finalmente, la aprobación final por el docente asesor.

3.6.2. Calibración y preparación de los discos

Se llevó a cabo un proceso de calibración con un experto en investigación de materiales dentales (Laboratorio HTL) para estandarizar la técnica de confección de los discos de resina compuesta nanohíbrida Filtek Universal™ (3M, USA), color A2. Este procedimiento permitió garantizar la uniformidad en la elaboración de las muestras y la correcta aplicación del protocolo experimental.

Posteriormente, se confeccionaron los discos de resina Filtek Universal™ (3M, USA) utilizando un molde con un diámetro interno de 8 mm y una altura de 2 mm. Se colocaron dos tiras celuloideas en la parte superior e inferior del molde para evitar la formación de una capa inhibida por oxígeno. Luego, se presionó una lámina de vidrio sobre la superficie para eliminar el exceso de material.

Una vez retirada la lámina de vidrio, los discos fueron fotopolimerizados con una lámpara LED de polimerización con una intensidad de 1200 mW/cm² durante 20 segundos.

Luego, los especímenes fueron almacenados en agua destilada a 37°C durante 24 horas antes de realizar las pruebas de rugosidad.

3.6.3. Medición de la rugosidad superficial

Se midió la rugosidad inicial de cada disco antes de la exposición a los enjuagues bucales, utilizando un perfilómetro de contacto mediante el método de exploración por punta.

La punta del perfilómetro recorrió tres veces el diámetro de la cara superior de cada disco, y se registró el valor promedio del parámetro de rugosidad (Ra), el cual representó la rugosidad media aritmética de la superficie.

3.6.4. Exposición a los enjuagues bucales

Después de las mediciones iniciales de rugosidad, los especímenes se dividieron

aleatoriamente en tres grupos (n= 15 por grupo) y fueron expuestos a diferentes enjuagues bucales:

- Grupo A: Exposición a agua destilada.
- Grupo B: Exposición a Listerine® Cool Mint™ sin alcohol
- Grupo C: Exposición a Listerine® Cool Mint™

Cada espécimen fue colocado en viales individuales con 20 ml del respectivo enjuague bucal y se mantuvieron a 37°C durante 12 horas. Durante este período, los viales serán agitados por 10 segundos cada hora para evitar la formación de un equilibrio químico alrededor de la superficie del disco.

Después de la exposición, los especímenes fueron retirados, lavados con agua destilada y secados cuidadosamente. Luego, se repitieron las mediciones de rugosidad superficial siguiendo el mismo protocolo inicial.

3.7. Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa SPSS Statistics versión 27.

El análisis descriptivo se presentó mediante medidas de resumen como la media y la desviación estándar. La normalidad de los datos fue evaluada utilizando la prueba de Shapiro-Wilks. De acuerdo con los resultados obtenidos, se empleó la prueba paramétrica ANOVA de un factor (One Way) para comparar los grupos experimentales, seguida de la prueba post hoc de Tukey para identificar diferencias específicas entre los grupos. En todos los análisis se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

3.8. Consideraciones éticas

Esta investigación no presentó implicancias éticas, ya que se evaluó la rugosidad superficial de la resina compuesta Filtek Universal™ mediante especímenes in vitro, sin involucrar a participantes humanos ni realizar procedimientos clínicos.

El estudio fue autofinanciado por los investigadores. Los equipos fueron manejados por

profesionales capacitados, cumpliendo con las normas de bioseguridad vigentes. Además, los investigadores no tuvieron ningún vínculo con las empresas fabricantes de los enjuagues bucales ni del material restaurador utilizado, por lo que no existió conflicto de interés en esta investigación.

IV. RESULTADOS

El presente estudio, evaluó la rugosidad superficial in vitro de la resina compuesta nanohíbrida sumergidas en agua destilada, un enjuague bucal con alcohol y un enjuague bucal sin alcohol.

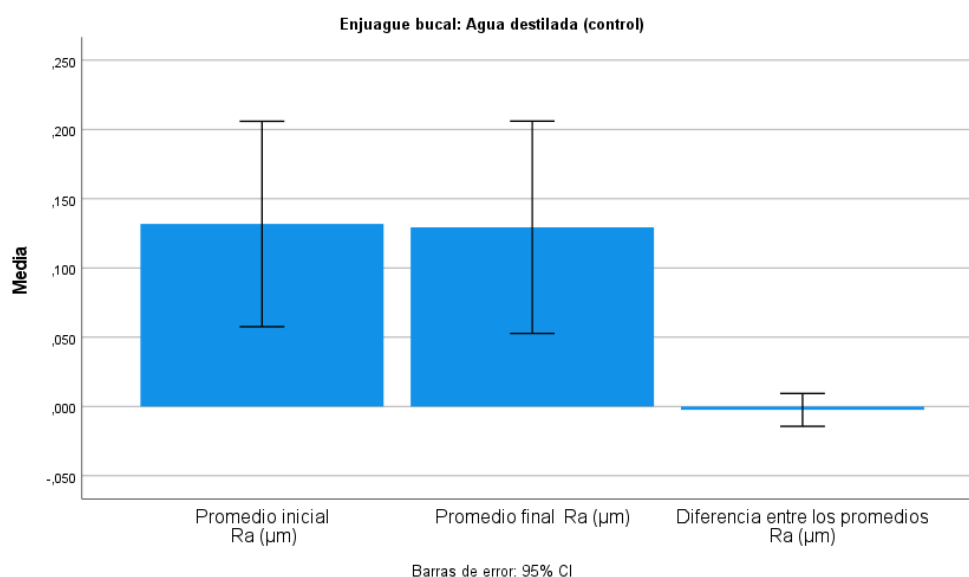
Tabla 1

Rugosidad superficial de la resina nanohíbrida en agua destilada

Enjuague bucal = Agua destilada (control)	Media	Desviación estándar
Promedio inicial - Ra (μm)	0,132	0,134
Promedio final - Ra (μm)	0,129	0,138
Diferencia entre los promedios Ra (μm)	-0,002	0,021

Figura 1

Comparación de la rugosidad superficial antes y después de la exposición al agua destilada



Nota. En la tabla 1 y figura 1 con respecto a Rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida antes y después de la exposición al agua destilada se observa que el promedio inicial de Ra fue de $0.132 \pm 0.134 \mu\text{m}$, mientras que el promedio final de Ra registró $0.129 \pm 0.138 \mu\text{m}$. La diferencia entre los promedios de Ra mostró un valor de $-0.002 \pm 0.021 \mu\text{m}$.

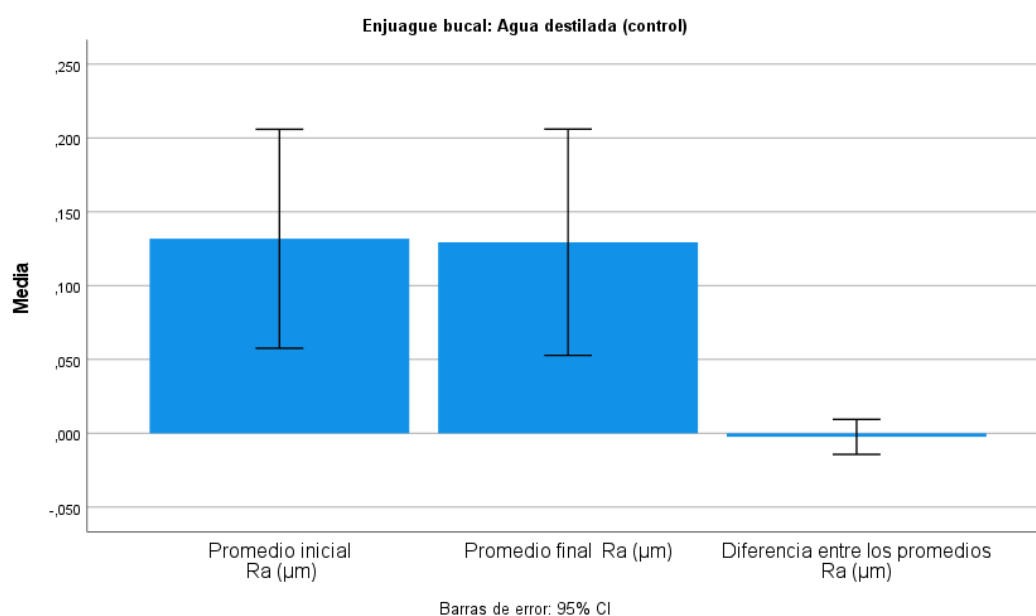
Tabla 2

Rugosidad superficial de la resina nanohíbrida en enjuague bucal sin alcohol

Enjuague bucal = Enjuague bucal sin alcohol		
alcohol	Media	Desviación estándar
Promedio inicial - Ra (μm)	0,187	0,171
Promedio final - Ra (μm)	0,221	0,185
Diferencia entre los promedios Ra (μm)	0,033	0,022

Figura 2

Comparación de la rugosidad superficial antes y después del enjuague bucal sin alcohol



Nota. En la tabla 2 y figura 2 con respecto a Rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida antes y después de la exposición al enjuague bucal sin alcohol se observa que el promedio inicial de Ra fue de $0.187 \pm 0.171 \mu\text{m}$, mientras que el promedio final de Ra registró $0.221 \pm 0.185 \mu\text{m}$. La diferencia entre los promedios de Ra mostró un valor de $0.033 \pm 0.022 \mu\text{m}$.

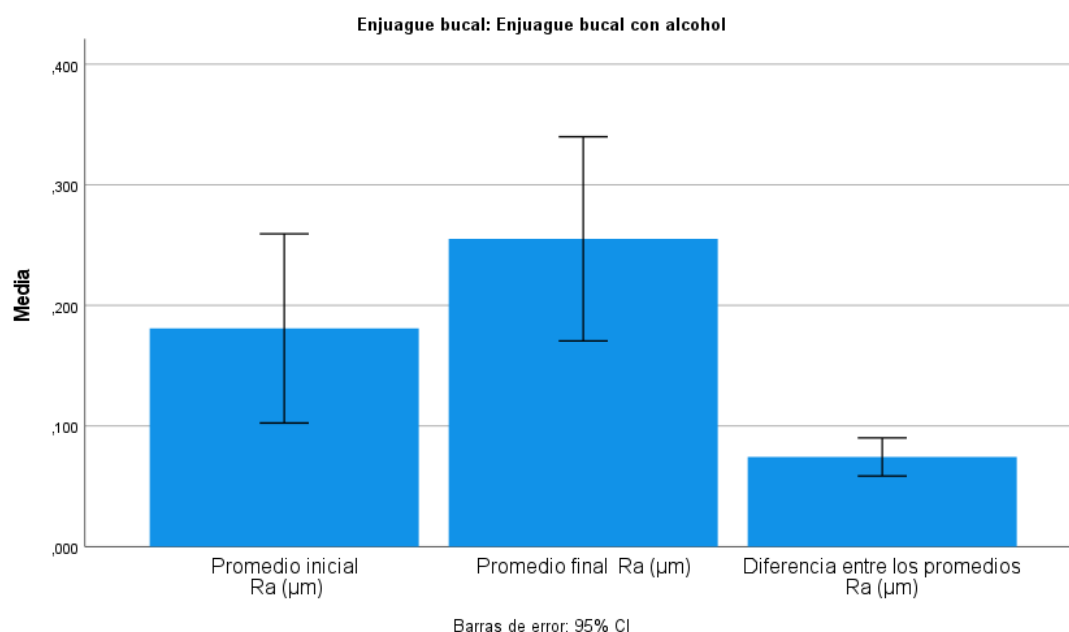
Tabla 3

Rugosidad superficial de la resina nanohíbrida en enjuague bucal con alcohol

Enjuague bucal = Enjuague bucal con alcohol		
	Media	Desviación estándar
Promedio inicial - Ra (μm)	0,181	0,142
Promedio final - Ra (μm)	0,255	0,153
Diferencia entre los promedios Ra (μm)	0,074	0,028

Figura 3

Comparación de la rugosidad superficial antes y después del enjuague bucal con alcohol



Nota. En la tabla 3 y figura 3 con respecto a Rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida antes y después de la exposición al enjuague bucal con alcohol se observa que el promedio inicial de Ra fue de $0.181 \pm 0.142 \mu\text{m}$, mientras que el promedio final de Ra registró $0.255 \pm 0.153 \mu\text{m}$. La diferencia entre los promedios de Ra mostró un valor de $0.074 \pm 0.028 \mu\text{m}$.

Tabla 4

Comparación de la rugosidad superficial de la resina nanohíbrida según tipo de solución

		Diferencia entre los		Valor p		
		promedios- Ra (μm)		(Prueba Tuckey)		
		Media	Desviación estándar	Valor p	Enjuague bucal sin alcohol	Enjuague bucal con alcohol
Agua destilada (control)		-0,002	0,021	<0,001	<0,001	<0,001
Enjuague bucal	Enjuague bucal sin alcohol	0,033	0,022			<0,001
	Enjuague bucal con alcohol	0,074	0,028			

Nota. En la tabla 4 con respecto a rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida sumergida en los enjuagues bucales con alcohol y sin alcohol: estudio in vitro se observa que el agua destilada (control) presentó una diferencia entre los promedios de Ra de $-0.002 \pm 0.021 \mu\text{m}$, el enjuague bucal sin alcohol mostró $0.033 \pm 0.022 \mu\text{m}$ y el enjuague bucal con alcohol registró $0.074 \pm 0.028 \mu\text{m}$. El análisis estadístico mediante la prueba de ANOVA reveló un valor $p < 0.001$ para la comparación global, así como diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) entre el agua destilada versus ambos enjuagues bucales, y entre el enjuague bucal sin alcohol versus el enjuague bucal con alcohol ($p < 0.001$) mediante la prueba de Tuckey.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La rugosidad superficial de las resinas compuestas es un factor clave en su comportamiento clínico, ya que influye directamente en la acumulación de placa, la estética y la longevidad del material restaurador. Los hallazgos de esta investigación respaldaron la hipótesis propuesta, evidenciando que las soluciones evaluadas, como agua destilada, enjuagues bucales con y sin alcohol, ejercen distintos grados de influencia sobre la rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida, lo que confirma que sustancias de uso habitual en la cavidad oral pueden modificar sus características superficiales.

Con respecto a la rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida antes y después de la exposición al agua destilada, en nuestros resultados se encontró una diferencia entre el promedio inicial y final de $0,002 \pm 0,021 \mu\text{m}$. Resultados que son similares a los de Yilmaz et al. (2021), quienes encontraron valores entre $0,013 \pm 0,007$ y $0,024 \pm 0,012$. Una posible explicación es que el agua destilada, al no contener agentes químicos activos, no interactúa de manera significativa con la matriz orgánica de la resina compuesta, lo que preserva su integridad superficial.

Al analizar los valores obtenidos antes y después de la exposición al enjuague bucal sin alcohol, se observó un promedio de rugosidad de $0,033 \pm 0,022 \mu\text{m}$, evidenciando una ligera reducción y siendo inferior al registrado en el grupo tratado con enjuague que contenía alcohol. De manera concordante, Yilmaz et al. (2021) encontraron cambios de rugosidad de $0,002 \pm 0,004$ y $0,008 \pm 0,008$, valores más bajos en su estudio con respecto al agua destilada y al enjuague bucal sin alcohol. Esto podría explicarse por la presencia de agentes humectantes o surfactantes suaves en los enjuagues sin alcohol, que podrían rellenar irregularidades superficiales de forma temporal, generando una leve reducción en la rugosidad.

Al evaluar los valores de rugosidad obtenidos antes y después de la exposición al enjuague bucal con alcohol, se registró un promedio de $0,074 \pm 0,028 \mu\text{m}$, evidenciándose un

incremento notable en comparación con los demás grupos experimentales. Mientras que Yilmaz et al. (2021) encontró valores de $0,171 \pm 0,023$ y $0,201 \pm 0,011$, quienes también reportaron valores altos, coincidiendo con nuestros resultados. Una posible razón de este aumento en la rugosidad es la capacidad del alcohol para degradar la matriz orgánica de la resina, causando pérdida de monómero o lixiviación de partículas de carga, lo que altera la topografía superficial del material.

Asimismo, a nivel nacional, Valdez Serván (2024) reportó un incremento significativo de la rugosidad en resinas compuestas expuestas al colutorio Listerine Cuidado Total, evidenciando una mayor alteración en la resina Palfique LX5 en comparación con la Filtek™ Z350 XT. Dichos hallazgos concuerdan con los de este estudio, ya que refuerzan la idea de que la composición química de los colutorios, especialmente el contenido alcohólico o de aceites esenciales, puede modificar las propiedades superficiales de las resinas compuestas, afectando su durabilidad y apariencia.

En el presente estudio no se realizó ningún procedimiento de pulido posterior a la confección de los especímenes, ya que, de acuerdo con las recomendaciones establecidas por la norma ISO 4049:2019, las superficies destinadas a pruebas físicas deben obtenerse mediante el uso de tiras de poliéster y láminas de vidrio durante el moldeo, con el fin de garantizar una textura lisa y homogénea libre de irregularidades. Este método permite obtener una superficie estandarizada y reproducible, reduciendo la influencia de factores operatorios asociados a los protocolos de acabado y pulido. De esta manera, se controló una posible fuente de variabilidad experimental y se aseguró que los cambios en la rugosidad superficial observados fueran atribuibles únicamente a la acción de los enjuagues bucales evaluados y no a diferencias generadas por procedimientos mecánicos previos.

Por último, con respecto a la rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida sumergida en los enjuagues bucales con alcohol y sin alcohol, en nuestros resultados encontramos mayores

valores estadísticamente significativos en los especímenes de resina expuestos a enjuague bucal con alcohol. Este resultado coincide con el de Yilmaz et al. (2021), quienes encontraron mayores valores en el enjuague bucal con alcohol, y con los de Valdez Serván (2024), quien también reportó un aumento en la rugosidad tras la exposición a colutorios orales. Mallick et al. (2024) también encontró mayores cambios en el grupo de resina expuestos a enjuague con alcohol. Estas diferencias podrían estar influenciadas por la composición química del enjuague, especialmente el tipo y concentración de alcohol, así como por el tiempo de exposición, que puede amplificar los efectos erosivos sobre la superficie de las resinas.

En conjunto, los hallazgos de este estudio confirman que los enjuagues bucales, especialmente aquellos con alcohol, pueden afectar negativamente la textura superficial de las resinas compuestas nanohíbridas. Este comportamiento puede tener implicancias clínicas relevantes, ya que el aumento de rugosidad podría favorecer la retención de biofilm y comprometer la longevidad estética y funcional del material restaurador. La elección de productos de higiene oral debería considerar estos efectos, especialmente en pacientes con múltiples restauraciones.

VI. CONCLUSIONES

6.1. La exposición de la resina compuesta nanohíbrida al agua destilada no generó cambios relevantes en la rugosidad superficial. Esto evidencia que, al no contener agentes químicos activos, el agua no altera la matriz orgánica ni las partículas de carga del material.

6.2. El enjuague bucal sin alcohol produjo un ligero incremento de rugosidad superficial, posiblemente asociado a componentes como surfactantes o saborizantes. Sin embargo, dicho efecto fue mínimo y no representaría un deterioro clínico significativo.

6.3. El enjuague bucal con alcohol ocasionó un aumento notable en los valores de rugosidad superficial. Esto sugiere que el etanol puede degradar la matriz orgánica y favorecer la pérdida o migración de partículas de carga, generando un desgaste más evidente.

6.4. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los enjuagues con alcohol y sin alcohol, confirmando que el contenido etanólico ejerce una acción más agresiva sobre la superficie de la resina. Esta variación demuestra la influencia del tipo de formulación.

6.5. En conjunto, se determinó que los enjuagues bucales afectan la rugosidad superficial de la resina compuesta, siendo mayor el deterioro con productos que contienen alcohol. Este incremento podría favorecer la retención de biofilm, disminuir la estética y reducir la longevidad clínica.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Se recomienda a los profesionales de la salud bucal considerar el efecto potencial de los enjuagues bucales con alcohol sobre la rugosidad superficial de las resinas compuestas, ya que su uso frecuente podría comprometer la longevidad y estética de las restauraciones.

7.2. Recomendar el empleo de enjuagues bucales libres de alcohol o con composiciones neutras en pacientes que cuenten con varias restauraciones de resina compuesta, a fin de preservar la integridad del material y prolongar su durabilidad en el tiempo.

7.3. Se recomienda realizar futuras investigaciones que incluyan diferentes formulaciones de enjuagues bucales y diversos tipos de resinas compuestas, ampliando además los tiempos de exposición. Asimismo, sería útil incorporar métodos complementarios de análisis, a fin de obtener resultados más completos y precisos sobre los cambios en la rugosidad superficial.

7.4. Promover la educación del paciente respecto a la selección adecuada de enjuagues bucales, enfatizando la importancia de conocer su composición química, ya que esta puede influir en la durabilidad y el mantenimiento de sus restauraciones dentales.

7.5. Fomentar la práctica periódica de pulido y mantenimiento de las restauraciones, a fin de preservar su apariencia estética y contribuir a una mejor salud gingival a largo plazo.

7.6. Se sugiere en futuras investigaciones el uso de técnicas avanzadas como microscopía electrónica o espectroscopía para evaluar con mayor detalle las alteraciones superficiales y químicas de las resinas tras su exposición a colutorios, lo que permitiría obtener resultados más completos y comparativos.

VIII. REFERENCIAS

- Alessa N. A. (2023). Effect of mouthwashes on the microhardness of aesthetic composite restorative materials. *Anales del sistema sanitario de Navarra*, 46(2), e1049. <https://doi.org/10.23938/ASSN.1049>
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils--a review. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 46(2), 446–475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Borghi, G. N., Rodrigues, L. P., Lopes, L. M., Parisotto, T. M., Steiner-Oliveira, C., & Nobre-Dos-Santos, M. (2017). Relationship among α amylase and carbonic anhydrase VI in saliva, visible biofilm, and early childhood caries: a longitudinal study. *International journal of paediatric dentistry*, 27(3), 174–182. <https://doi.org/10.1111/ipd.12249>
- Burnett, C. L., Heldreth, B., Bergfeld, W. F., Belsito, D. V., Hill, R. A., Klaassen, C. D., Liebler, D. C., Marks, J. G. Jr., Shank, R. C., Slaga, T. J., et al. (2014). Safety assessment of PEGylated oils as used in cosmetics. *International Journal of Toxicology*, 33(13S–39S). <https://doi.org/10.1177/1091581814546337>
- Celik, A. C., Coban, E., & Ulker, H. E. (2021). Effects of mouthwashes on color stability and surface roughness of three different resin-based composites. *Nigerian journal of clinical practice*, 24(4), 555–560. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_303_20
- Cho, K., Rajan, G., Farrar, P., Prentice, L., & Prusty, B. G. (2022). Dental resin composites: A review on materials to product realizations. *Composites Part B: Engineering*, 230, 109495. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2021.109495>
- Cristiani, J. J., Acevedo, E. D., & Rocha, M. T. (2023). *Estabilidad de color de tres resinas nanohíbridadas en relación al tipo pulido realizado* [Color stability of three nanohybrid resins in relation to the type of polishing performed]. *International Journal of*

Odontostomatology, 17(1), e0064, <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2023000100064>

- Da Costa, J., Ferracane, J., Paravina, R. D., Mazur, R. F., & Roeder, L. (2007). The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19(4), 214–224. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2007.00104.x>
- Demarco, F. F., Collares, K., Correa, M. B., Cenci, M. S., Moraes, R. R., & Opdam, N. J. (2017). Should my composite restorations last forever? Why are they failing? *Brazilian Oral Research*, 31, e56. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0056>
- Derigi, L. P., Barros, L. S., Sugii, M. M., Turssi, C. P., França, F., Basting, R. T., & Vieira, W. F., Junior (2023). Effect of Commercial Mouth Rinses on Physical Properties of Conventional and Bulk-fill Resin Composites. *Operative dentistry*, 48(6), 720–731. <https://doi.org/10.2341/23-041-L>
- De-Sousa, E. T., Lima-Holanda, A. T., & Nobre-Dos-Santos, M. (2021). Carbonic anhydrase VI activity in saliva and biofilm can predict early childhood caries: A preliminary study. *International journal of paediatric dentistry*, 31(3), 361–371. <https://doi.org/10.1111/ipd.12717>
- Devlukia, S., Hammond, L., & Malik, K. (2023). Is surface roughness of direct resin composite restorations material and polisher-dependent? A systematic review. *Journal of esthetic and restorative dentistry: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 35(6), 947–967. <https://doi.org/10.1111/jerd.13102>
- Dutra, D., Pereira, G., Kantorski, K. Z., Valandro, L. F., & Zanatta, F. B. (2018). Does finishing and polishing restorative materials affect bacterial adhesion and biofilm formation? A systematic review. *Oper Dent*, 43(1), 0–52. <https://doi.org/10.2341/17-073-L>
- Freires, I. A., Denny, C., Benso, B., de Alencar, S. M., & Rosalen, P. L. (2015). Antibacterial

- Activity of Essential Oils and Their Isolated Constituents against Cariogenic Bacteria: A Systematic Review. *Molecules* (Basel, Switzerland), 20(4), 7329–7358. <https://doi.org/10.3390/molecules20047329>
- Gandini, S., Negri, E., Boffetta, P., La Vecchia, C., & Boyle, P. (2012). Mouthwash and oral cancer risk: Quantitative meta-analysis of epidemiologic studies. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 19, 173–180.
- Gehlot, P. M., Sudeep, P., Manjunath, V., Annapoorna, B. M., Prasada, L. K., & Nandlal, B. (2022). Influence of Various Desensitizing Mouthrinses and Simulated Toothbrushing on Surface Roughness and Microhardness of Tetric N-Ceram Bulk-Fill Resin Composite: An In Vitro Study and Scanning Electron Microscope Analysis. *European journal of dentistry*, 16(4), 820–827. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1739547>
- Hamdy, T. M., Abdelnabi, A., Othman, M. S., Bayoumi, R. E., & Abdelraouf, R. M. (2023). Effect of different mouthwashes on the surface microhardness and color stability of dental nanohybrid resin composite. *Polymers* (Basel), 15(4), 815. <https://doi.org/10.3390/polym15040815>
- Huamán-Castilla, N. L., Mariotti-Celis, M. S., Martínez-Cifuentes, M., & Pérez-Correa, J. R. (2020). Glycerol as alternative co-solvent for water extraction of polyphenols from Carménère pomace: Hot pressurized liquid extraction and computational chemistry calculations. *Biomolecules*, 10, 474. <https://doi.org/10.3390/biom10030474>
- Isabel, C. A. C., Dominguetto, A. A. S., Santos, S. G., Ribeiro, J. C. R., & Moysés, M. R. (2016). Surface roughness of a resin composite. *RGO - Revista Gaúcha de Odontologia*, 64(1), 50–55. <https://doi.org/10.1590/1981-863720160001000072929>
- Johannsen, A., Emilson, C. G., Johannsen, G., Konradsson, K., Lingström, P., & Ramberg, P. (2019). Effects of stabilized stannous fluoride dentifrice on dental calculus, dental plaque, gingivitis, halitosis and stain: A systematic review. *Heliyon*, 5, 1424–1429.

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02850>

- Konradsson, K., Lingström, P., Emilson, C. G., Johannsen, G., Ramberg, P., & Johannsen, A. (2020). Stabilized stannous fluoride dentifrice in relation to dental caries, dental erosion and dentin hypersensitivity: A systematic review. *American Journal of Dentistry*, 33, 95–105.
- Kopperud, S. E., Tveit, A. B., Gaarden, T., Sandvik, L., & Espelid, I. (2012). Longevity of posterior dental restorations and reasons for failure. *European Journal of Oral Sciences*, 120(6), 539–548. <https://doi.org/10.1111/eos.12004>
- Kowalska, G., Baj, T., Kowalski, R., & Szymańska, J. (2021). Optimization of glycerol-water extraction of selected bioactive compounds from peppermint and common nettle. *Antioxidant*, 10, 817. <https://doi.org/10.3390/antiox10050817>
- Kvalheim, S. F., Xenaki, V., Kvalheim, A., Lie, S.-A., Marthinussen, M. C., Strand, G. V., & Costea, D. E. (2019). Effect of glycerol on reconstructed human oral mucosa. *European Journal of Oral Sciences*, 127, 19–26. <https://doi.org/10.1111/eos.12590>
- Lee, D., & Hong, J. H. (2020). The Fundamental Role of Bicarbonate Transporters and Associated Carbonic Anhydrase Enzymes in Maintaining Ion and pH Homeostasis in Non-Secretory Organs. *International journal of molecular sciences*, 21(1), 339. <https://doi.org/10.3390/ijms21010339>
- Logaranjani, A., Mahendra, J., Perumalsamy, R., Narayan, R. R., Rajendran, S., & Namasivayam, A. (2015). Influence of media in the choice of oral hygiene products used among the population of Maduravoyal, Chennai, India. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(6), ZC08–ZC12. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/14552.6562>
- Madeswaran, S., & Jayachandran, S. (2018). Sodium bicarbonate: A review and its uses in dentistry. *Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for*

- Dental Research*, 29(5), 672–677. https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_30_17
- Mallick, R., Sarangi, P., Suman, S., Sekhar Sahoo, S., Bajoria, A., & Sharma, G. (2024). An In Vitro Analysis of the Effects of Mouthwashes on the Surface Properties of Composite Resin Restorative Material. *Cureus*, 16(7), e65021. <https://doi.org/10.7759/cureus.65021>
- Marchese, E., D'onofrio, N., Balestrieri, M. L., Castaldo, D., Ferrari, G., & Donsì, F. (2020). Bergamot essential oil nanoemulsions: antimicrobial and cytotoxic activity. *Zeitschrift fur Naturforschung. C, Journal of biosciences*, 75(7-8), 279–290. <https://doi.org/10.1515/znc-2019-0229>
- Müller, H.-D., Eick, S., Moritz, A., Lussi, A., & Gruber, R. (2017). Cytotoxicity and antimicrobial activity of oral rinses in vitro. *BioMed Research International*, 2017, 4019723. <https://doi.org/10.1155/2017/4019723>
- Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L., Coppola, R., & De Feo, V. (2013). Effect of essential oils on pathogenic bacteria. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, 6(12), 1451–1474. <https://doi.org/10.3390/ph6121451>
- Pajor, K., Pajchel, L., & Kolmas, J. (2019). Hydroxyapatite and fluorapatite in conservative dentistry and oral implantology—A review. *Materials*, 12, 2683. <https://doi.org/10.3390/ma12172683>
- Phillips, B., Titz, B., Kogel, U., Sharma, D., Leroy, P., Xiang, Y., Vuillaume, G., Lebrun, S., Sciuscio, D., Ho, J., et al. (2017). Toxicity of the main electronic cigarette components, propylene glycol, glycerin, and nicotine, in Sprague-Dawley rats in a 90-day OECD inhalation study complemented by molecular endpoints. *Food and Chemical Toxicology*, 109, 315–332. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.09.001>
- Picco, D. C. R., Lopes, L. M., Rocha Marques, M., Line, S. R. P., Parisotto, T. M., & Nobre Dos Santos, M. (2017). Children with a Higher Activity of Carbonic Anhydrase VI in

- Saliva Are More Likely to Develop Dental Caries. *Caries research*, 51(4), 394–401.
<https://doi.org/10.1159/000470849>
- Piekoszewska-Ziętek, P., Szymański, K., & Olczak-Kowalczyk, D. (2020). Polymorphism in the CAVI gene, salivary properties and dental caries. *Acta odontologica Scandinavica*, 78(4), 250–255. <https://doi.org/10.1080/00016357.2019.1694977>
- Pratten, J., Wiecek, J., Mordan, N., Lomax, A., Patel, N., Spratt, D., & Middleton, A. M. (2016). Physical disruption of oral biofilms by sodium bicarbonate: an in vitro study. *International journal of dental hygiene*, 14(3), 209–214.
<https://doi.org/10.1111/idh.12162>
- Radzki, D., Wilhelm-Węglarz, M., Pruska, K., Kusiak, A., & Ordyniec-Kwaśnica, I. (2022). A Fresh Look at Mouthwashes-What Is Inside and What Is It For?. *International journal of environmental research and public health*, 19(7), 3926.
<https://doi.org/10.3390/ijerph19073926>
- Rath, S. K., & Singh, M. (2013). Comparative clinical and microbiological efficacy of mouthwashes containing 0.2% and 0.12% chlorhexidine. *Dental Research Journal (Isfahan)*, 10(3), 364–369. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3760361/>
- Ren, X., Zhang, Y., Xiang, Y., Hu, T., Cheng, R., & Cai, H. (2023). The efficacy of mouthwashes on oral microorganisms and gingivitis in patients undergoing orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*, 23(1), 204.
<https://doi.org/10.1186/s12903-023-02920-4>
- Sakar-Deliormanli, A., & Güden, M. (2006). Microhardness and fracture toughness of dental materials by indentation method. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 76(2), 257–264. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.30371>
- Saliasi I, Llodra JC, Bravo M, Tramini P, Dussart C, Viennot S, Carrouel F. (2018). Effect of a Toothpaste/Mouthwash Containing *Carica papaya* Leaf Extract on Interdental

- Gingival Bleeding: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health*, 15(12):2660. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122660>.
- Silva, J., Araújo, I., Ameno, F., Cruz, F., Reis, N., Gabrich, J., & Machado, L. (2020). Comparative analysis of the surface roughness of conventional resins and filling after immersion in mouthwashes. *BJOS Brazilian Journal of Oral Sciences*, 19, e208569. 1–11. <http://dx.doi.org/10.20396/bjos.v19i0.8658569>
- Suárez-López, J. S., Fiallos-Sánchez, J. E., & Carrera-Guanga, G. L. (2025). *Microdureza de tres resinas compuestas nanohíbridas según el pulido*. *Revista Ciencias Médicas*, 29, e6730. <http://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/6730>
- Vaca, G., Mena, P., & Armijos, M. (2021). La resina Bulk Fill como material innovador: Revisión bibliográfica. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(spe3), 00064. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2746>
- Valdez Serván, N. V. (2024). *Rugosidad de la superficie de resinas compuestas sometidas a colutorios orales* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional UNTRM. <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/4371/Nancy%20Victoria%20Valdez%20Serv%c3%a1n%20-%20FACISA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Van der Weijden, F. A., Van der Sluijs, E., Ciancio, S. G., & Slot, D. E. (2015). Can Chemical Mouthwash Agents Achieve Plaque/Gingivitis Control? *Dental clinics of North America*, 59(4), 799–829. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2015.06.002>
- Vinagre, A., Barros, C., Gonçalves, J., Messias, A., Oliveira, F., & Ramos, J. (2023). Surface roughness evaluation of resin composites after finishing and polishing using 3D-profilometry. *International Journal of Dentistry*, 2023(1), 4078788. <https://doi.org/10.1155/2023/4078788>
- Yilmaz, E., & Mujdeci, A. (2021). The effect of mouthrinses on surface roughness of two

nanohybrid resin composites. *Brazilian Dental Science*, 24(2), 1-10.

<https://doi.org/10.14295/bds.2021.v24i2.2265>

IX. ANEXOS

9.1. Anexo A

9.1.1. Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cómo influye el tipo de enjuague bucal (con alcohol y sin alcohol) en la rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida en un estudio in vitro?	Objetivo general Evaluar la rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida sumergida en los enjuagues bucales con alcohol y sin alcohol. Objetivos específicos 1. Determinar la rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida antes y después de la exposición al agua destilada. 2. Determinar la rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida antes y después de la exposición al enjuague bucal sin alcohol. 3. Determinar la	Hipótesis general El enjuague bucal (con alcohol o sin alcohol) influye significativamente en la rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida en un estudio in vitro.	Variable dependiente - Rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida Variable independiente - Enjuagues bucales con alcohol y sin alcohol Covariables - Tiempo de exposición	Población y muestra La población estará conformada por todos los discos de resina compuesta nanohíbrida que podrían ser sometidos a pruebas de rugosidad superficial tras la exposición a diferentes enjuagues bucales en estudios experimentales in vitro. El tamaño de la

	rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida antes y después de la exposición al enjuague bucal con alcohol.			muestra constará de 45 discos de resina compuesta nanohíbrida, siguiendo las indicaciones de la norma ISO 4049:2019 para materiales restauradores poliméricos
--	--	--	--	---

9.2. Anexo B

9.2.1. Ficha de recolección de datos

9.2.1.1. Grupo A. Agua destilada.

Fecha: _____

Código de Muestra	Rugosidad Inicial (Ra, μm)	Rugosidad Final (Ra, μm)	ΔRa (Diferencia)	Observaciones
Muestra 1				
Muestra 2				
Muestra 3				
Muestra 4				
Muestra 5				

9.2.1.2. Grupo B. Listerine® Cool Mint™ sin alcohol

Fecha: _____

Código de Muestra	Rugosidad Inicial (Ra, μm)	Rugosidad Final (Ra, μm)	ΔRa (Diferencia)	Observaciones
Muestra 1				
Muestra 2				
Muestra 3				
Muestra 4				
Muestra 5				

9.2.1.3. Grupo C. Listerine® Cool Mint™ con alcohol

Fecha: _____

Código de Muestra	Rugosidad Inicial (Ra, μm)	Rugosidad Final (Ra, μm)	ΔRa (Diferencia)	Observaciones
Muestra 1				
Muestra 2				
Muestra 3				
Muestra 4				
Muestra 5				

9.3. Anexo C

9.3.1. Acta de aprobación de proyecto de investigación



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**Facultad de
Odontología**



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

N°133-05-2025

Los miembros del Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal integrado por la Mg. Carmen Rosa García Rupaya en calidad de Presidenta, Dr. Daniel Augusto Alvitez Temoche en calidad de miembro y Mg. Nimia Peltroche Adrianzen en calidad de miembro, se reunieron virtualmente para evaluar a solicitud del Director de la Unidad de Investigación, Innovación y Emprendimiento, el Proyecto de Investigación:

Título: "EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE LA RESINA COMPUESTA NANOHÍBRIDA SUMERGIDA EN LOS ENJUAGUES BUCALES CON ALCOHOL Y SIN ALCOHOL: ESTUDIO IN VITRO"

Investigador: Bachiller ROJAS SANTILLAN MARIA JOSE ANTUANETH

Código de inscripción: 133-05-2025

Proyecto de investigación: versión última de fecha 09 de mayo de 2025

Luego de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el proyecto presentado por el bachiller María Rojas, y de acuerdo al Reglamento del Comité de Ética de la Universidad Nacional Federico Villarreal (Resolución R.N° 6437-2019-UNFV) se concluye en el siguiente calificativo: **Favorable con Aprobación**

La aprobación considera el cumplimiento de los estándares de la Facultad y de la Universidad, los lineamientos científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio y la capacitación del equipo de investigación. En el caso de participación de seres humanos la confidencialidad de los datos y el ejercicio de la autonomía mediante la aplicación del consentimiento informado.

Los miembros del Comité de Ética suscribimos el presente documento:

Lima, 26 de mayo de 2025



Mg. Carmen Rosa García Rupaya
Presidenta
Comité de Ética en Investigación



Mg. Nimia Peltroche Adrianzen
Miembro
Comité de Ética en Investigación



Dr. Daniel Alvitez Temoche
Miembro
Comité de Ética en Investigación

9.4. Anexo D

9.4.1. Carta de presentación



Universidad Nacional
Federico Villarreal

FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 30 de junio de 2025

ING.
ROBERT EUSEBIO TEHERAN
JEFE DE LABORATORIO
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Presente.-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología, Srta. Maria Jose Antuaneth Rojas Santillan quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE LA RESINA
COMPUESTA NANOHÍBRIDA SUMERGIDA EN LOS ENJUAGUES BUCALES
CON ALCOHOL Y SIN ALCOHOL: ESTUDIO IN VITRO»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Srta. Rojas quien realizará el siguiente trabajo:

- ✓ Realizará la medición de la rugosidad superficial inicial y final de 45 muestras de discos de resina con perfilómetro,
- ✓ Las muestras serán sumergidas en enjuagatorios con/sin alcohol y, agua destilada.

Estas actividades, le permitirán al bachiller, desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovar los sentimientos de mi especial consideración.

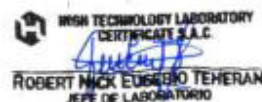
Atentamente



Se adjunta: Plan de Tesis - folios (42)

055-2025
NT: 048626 - 2025

EMM/Luz V.



Calle San Marcos N° 351 - Pueblo Libre -
Correo electrónico: oot.fod@unfv.edu.pe

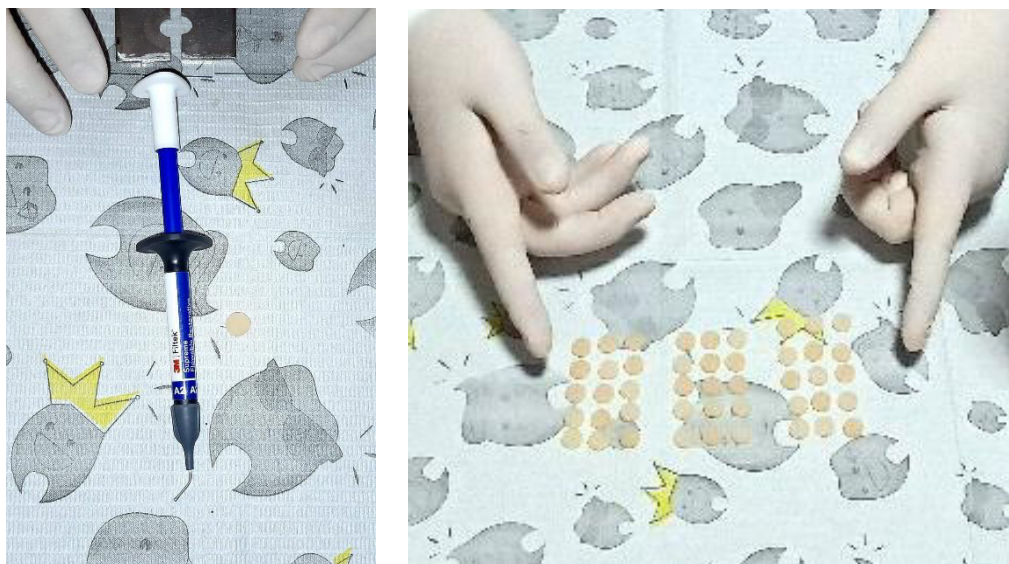
Teléfono: 7480888 - 8335

9.5. Anexo E

9.5.1. Confección de especímenes de resina



9.5.2. Especímenes de resina



9.5.3. Grupo de especímenes de resina expuestos al agua destilada



9.5.4. Grupo de especímenes de resina expuestos al enjuague bucal sin alcohol



9.5.5. Grupo de especímenes de resina expuestos al enjuague bucal con alcohol



9.5.6. Medición de la rugosidad en perfilómetro



9.5.7. Registro de la medición de la rugosidad

