

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



ESCUELA DE POSGRADO

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN ESTOMATOLOGÍA**

**RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS
COMPUESTAS REFORZADAS CON ZIRCONIO
SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL
ACELERADO**

Autora:

Bach. Shirly Sheilla Carquin Chavez

Asesor:

Dr. Oscar Pizarro Salazar

Registro: (...)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A Dios, por darme fuerza y sabiduría durante todo este proceso de investigación.

A mis padres, por su inmenso sacrificio y dedicación para brindarme la mejor educación posible, por su amor incondicional y por creer en mí desde el primer día.

A mis hermanas, tan increíbles y únicas, son lo mejor que la vida me ha dado, sin duda mi mejor ejemplo de amor y trabajo duro, gracias por siempre estar conmigo.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, quienes me brindaron su amor incondicional y apoyo emocional durante este largo proceso, GRACIAS por creer en mí siempre.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

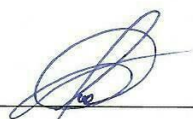
Jorge Luis Maicelo Quintana Ph.D
Rector.

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres
Vicerrector Académico.

Dra. María Nelly Luján Espinoza
Vicerrectora de Investigación

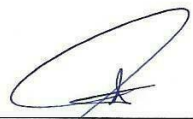
Dr. Efraín Manuelito Castro Alayo
Director de la Escuela de Posgrado

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Mg. Lenin Edwards Velez Rodriguez.

Presidente.



Mg. Erikson Alexander Jimenez Torres.

Secretario.



Dr. Franz Tito Coronel Zubiato.

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO DEL PROCESO DE GRADUACIÓN
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO
DE MAESTRO / DOCTOR
R.C.U N° 328-2023

ANEXO 3

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis ()/Tesis (X)/Tesis en formato de artículo científico () titulado:

RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS COMPUESTAS REFORZADAS CON ZIRCONIO
SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO

presentado por el Aspirante SHIRLY SHEILA CAROLIN CHAVEZ para obtener el Grado Académico de Maestro (X)/Doctor () en ESTOMATOLOGÍA

de la Escuela de Posgrado de la UNTRM, hacemos constar que después de revisar la originalidad del Proyecto de Tesis ()/Tesis (X)/Tesis en formato de artículo científico () con el software de prevención de plagio **Turnitin**, verificamos:

- a) De acuerdo con el informe de originalidad, el Proyecto de Tesis ()/Tesis (X)/Tesis en formato de artículo científico () tiene 1% % de similitud, que es menor al 25% permitido en la UNTRM.
- b) La persona responsable de someter el trabajo al software de prevención de plagio **Turnitin** fue: LENIN EDWARDS VELEZ RODRIGUEZ, y pertenece al área () / oficina () / dependencia (X) de FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



SE ADJUNTA:

- Resultado del informe del software **Turnitin**.

Chachapoyas, 13 de noviembre del 2024

[Signature]
PRESIDENTE

Nombres y apellidos:

Lenin Edwards
Velez Rodriguez

DNI: 40185751

[Signature]
SECRETARIO

Nombres y apellidos:

Erikson Alexander
Jimenez Torres

DNI: 42081369

[Signature]
VOCAL

Nombres y apellidos:

Franz Tito
Coronel Zubiate

DNI: 40402618

OBSERVACIONES:

.....
.....

REPORTE DE TURNITIN

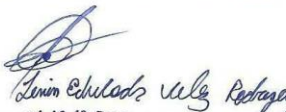
RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS COMPUESTAS REFORZADAS CON ZIRCONIO SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO

INFORME DE ORIGINALIDAD

19% INDICE DE SIMILITUD	18% FUENTES DE INTERNET	4% PUBLICACIONES	5% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	pubmed.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet	1%
5	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad de Salamanca Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal	<1%


Lenin Escobedo Velazquez
D.N.º: 40195751

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO DEL PROCESO DE GRADUACIÓN
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO
DE MAESTRO / DOCTOR
R.C.U N° 328-2023

ANEXO 5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la UNTRM - Chachapoyas, el día 13 de Noviembre del año 2024, siendo las 11:30 horas, el Aspirante SHIRLY SHEILLA CARQUIN CHAVEZ, cuyo asesor es OSCAR PIZARRO SALAZAR, defiende en sesión pública presencial la Tesis titulada: RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS COMPUESTAS REFORZADAS CON ZIRCONIO SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO para obtener el Grado Académico de Maestro (x) / Doctor () en ESTOMATOLOGÍA, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, conformado por:

Presidente: Mg. Lenin Edwards Velez Rodriguez
Secretario: Mg. Erikson Alexander Jimenez Torres
Vocal: Dr. Franz Tito Coronel Zubiato




Luego de la sustentación y absueltas las preguntas del Jurado Evaluador se procedió a la calificación individual y secreta, teniendo el resultado de:


Aprobada (x)/Desaprobada () por Unanimidad (x)/Mayoría ().


Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación, se levanta la sesión.

Siendo las 12:30 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis.


PRESIDENTE
Nombres y apellidos: Lenin Edwards Velez Rodriguez
DNI: 40185751


SECRETARIO
Nombres y apellidos: Erikson Alexander Jimenez Torres
DNI: 42081369


VOCAL
Nombres y apellidos: Franz Tito Coronel Zubiato
DNI: 40402618


ASESOR
Nombres y apellidos: Oscar Pizarro Salazar
DNI: 44380287

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iv
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	v
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	vi
REPORTE DE TURNITIN	vii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	14
I.INTRODUCCIÓN.....	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS	19
III. RESULTADOS	25
IV. DISCUSIÓN.....	35
V. CONCLUSIONES:.....	41
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rugosidad superficial de los especímenes de la marca Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sometida al efecto artificial acelerado (termociclado).....	25
Tabla 2: Rugosidad superficial de los especímenes de la marca Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sin ser sometida al efecto artificial acelerado (termociclado)....	26
Tabla 03: Rugosidad superficial del espécimen de la marca Vittra APS (FGM) sometida al efecto artificial acelerado (termociclado).....	27
Tabla 04: Rugosidad superficial del espécimen de la marca Vittra APS (FGM) sin ser sometida al efecto artificial acelerado (termociclado).....	28
Tabla 05: Resultado de la prueba de normalidad de los valores de rugosidad superficial de resinas de Zirconio sometidas y no sometidas al envejecimiento artificial acelerado.....	29
Tabla 06: Resultado del estadístico paramétrico ANOVA de los valores de rugosidad superficial de resinas de Zirconio sometidas y no sometidas al envejecimiento artificial acelerado.....	30
Tabla 07: Resultado de las diferencias entre grupos diferencia entre la rugosidad superficial de los grupos de resina compuesta con zirconio sometidas y no sometidas a envejecimiento artificial acelerado.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Diferencias de medias de la rugosidad superficial de las resinas compuestas a base de zirconio sometidas y no sometidas a envejecimiento artificial acelerado.....	34
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	47
Anexo 2. Operacionalización de variables.....	50
Anexo 3. Certificado de resultados de ensayo	51
Anexo 4. Registro fotográfico	53

RESUMEN

El trabajo de investigación realizado tuvo como objetivo primordial determinar la variación de la rugosidad superficial de resinas compuestas reforzadas con zirconio al ser sometidas a envejecimiento artificial acelerado. La muestra incluyó 32 especímenes, distribuidos en 4 grupos, con 8 especímenes por grupo. Se utilizó un diseño experimental in vitro, transversal, comparativo. La rugosidad de superficie fue medida con un rugosímetro digital (Marca: Huatec - SRT 6199). Las muestras fueron fabricadas siguiendo las normas ISO 4049:2019 y ASTM D7127, y sometidas a fotopolimerización y pulido con el sistema Sof-Lex. Posteriormente, dos grupos fueron expuestos a 1000 ciclos de termociclado con temperaturas entre 5 °C y 55 °C. Los resultados mostraron variaciones en la rugosidad superficial entre las marcas de resina antes y después del envejecimiento artificial. El análisis estadístico, basado en la comparación de medias y la desviación estándar, permitió confirmar la hipótesis alternativa, indicando que el envejecimiento artificial acelerado afecta significativamente la rugosidad de superficie de las resinas compuestas reforzadas con zirconio. El grupo 1 (Resina Forma con envejecimiento) tiene la mayor rugosidad, con una media de 0.45. El grupo 4 (Resina Vittra APS sin envejecimiento) presenta la menor rugosidad, con una media de 0.2. Los grupos 2 (Resina Forma sin envejecimiento) y 3 (Resina Vittra APS con envejecimiento) tienen valores similares, con una media cercana a 0.35. Hay una diferencia significativa entre los Grupos 1 y 4 ($p = 0.002$), mientras que no hay diferencias entre los otros grupos ($p > 0.05$).

Palabras clave: Rugosidad superficial, resinas compuestas, zirconio, envejecimiento artificial, termociclado.

ABSTRACT

The primary objective of this research was to determine the variation in surface roughness of zirconia-reinforced composite resins when subjected to accelerated artificial aging. The sample included 32 specimens, distributed into 4 groups, with 8 specimens per group. An in vitro, cross-sectional, comparative experimental design was used. Surface roughness was measured using a digital roughness meter (Brand: Huatec - SRT 6199). The specimens were fabricated following ISO 4049:2019 and ASTM D7127 standards and subjected to photopolymerization and polishing using the Sof-Lex system. Subsequently, two groups were exposed to 1000 thermocycling cycles with temperatures ranging from 5 °C to 55 °C. The results showed variations in surface roughness between the resin brands before and after artificial aging. The statistical analysis, based on the comparison of means and standard deviation, confirmed the alternative hypothesis, indicating that accelerated artificial aging significantly affects the surface roughness of zirconia-reinforced composite resins. Group 1 (Forma Resin with aging) showed the highest roughness, with a mean of 0.45. Group 4 (Vittra APS Resin without aging) presented the lowest roughness, with a mean of 0.2. Groups 2 (Forma Resin without aging) and 3 (Vittra APS Resin with aging) had similar values, with a mean close to 0.35. There was a significant difference between Groups 1 and 4 ($p = 0.002$), while no differences were observed between the other groups ($p > 0.05$).

Keywords: Surface roughness, composite resins, zirconia, artificial aging, thermocycling.

I. INTRODUCCIÓN

Los composites de resina compuesta para tratamientos intraorales indirectos generalmente están constituidos por cuatro componentes: matriz orgánica, partículas de relleno inorgánico, iniciador y agente de acoplamiento. (Cidreira et al., 2019) La evolución del relleno inorgánico ha implicado principalmente la manipulación progresiva del tamaño y la distribución de las partículas para mejorar las propiedades del material. (Bompolaki et al., 2022).

Las características de un material restaurador compuesto, como la rugosidad de la superficie, el brillo, la translucidez y la estabilidad del color, determinan la apariencia estética de los dientes restaurados con ese compuesto (Kumari et al., 2015) (Rocha et al., 2017). Bollen *et al.* afirmaron que los valores de rugosidad de la superficie superiores a 0,2 μm constituían un área de retención de placa bacteriana. (Bollen et al., 1997) Los perfilómetros ópticos y mecánicos y dispositivos como el AFM (microscopio de fuerza atómica) y el SEM (microscopio electrónico de barrido) se utilizan ampliamente para medir y evaluar la rugosidad de la superficie de los materiales restauradores (Kakaboura et al., 2007).

Los expertos dentales han preferido los perfilómetros mecánicos durante muchos años, ya que no requieren preparación de las muestras para medir la rugosidad de la superficie y permiten mediciones repetidas (Jung, 1997). Sin embargo, la durabilidad y estabilidad de estos materiales bajo condiciones clínicas siguen siendo un reto importante. La rugosidad superficial es un factor clave, ya que influye en la estética, la acumulación de placa bacteriana y la resistencia al desgaste de las restauraciones dentales (Ren et al., 2020). En este contexto, la incorporación de partículas de zirconio a las resinas compuestas ha emergido como una estrategia para mejorar sus propiedades mecánicas y estéticas, con el objetivo de prolongar la vida útil de las restauraciones (Rastelli et al., 2021). El zirconio, al ser un material relativamente nuevo y en evolución constante, cuenta con estudios en su mayoría *in vitro*, entre los que destacan los que hablan de sus propiedades mecánicas y ópticas, que varían según la generación a la que pertenece el material, así como de la adhesividad del material, la cual por ahora no es viable, por lo que resulta indispensable realizar más estudios sobre este material. (Santillán et al., 2024)

Con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas y la longevidad de las restauraciones compuestas, se ha explorado la adición de partículas inorgánicas, como el

óxido de zirconio, a la matriz de resina compuesta. Estas partículas de refuerzo tienen el potencial de mejorar la dureza, la resistencia al desgaste y, de manera importante, la rugosidad superficial de las restauraciones.(Scaminaci Russo et al., 2019)

El envejecimiento artificial acelerado (EAA) es un método utilizado en investigaciones para simular el desgaste y las condiciones de servicio a las que se exponen las restauraciones en la cavidad oral. A través de este proceso, es posible evaluar cómo diferentes factores como la temperatura, la humedad y la radiación ultravioleta afectan las propiedades físicas y químicas de los materiales dentales en un corto período de tiempo (Scherer et al., 2021).

Las resinas compuestas han sido ampliamente utilizadas en odontología restauradora debido a su capacidad para imitar las características estéticas del esmalte dental. Están compuestas por una matriz orgánica de monómeros, generalmente de bisfenol A glicidil metacrilato (bis-GMA) o ureta-metacrilato, y una fase dispersa inorgánica que consiste en partículas de relleno de sílice, vidrio u otros materiales inorgánicos (Lawson & Maharishi, 2020). La proporción y tamaño de estas partículas de relleno juegan un papel clave en las propiedades mecánicas del material, tales como la dureza, la resistencia al desgaste y la estabilidad de color.

Uno de los principales desafíos de las resinas compuestas es su tendencia a experimentar cambios en su estructura superficial a lo largo del tiempo, particularmente bajo la influencia de factores ambientales como la humedad y las fluctuaciones de temperatura. (Ren et al., 2020) Estos cambios pueden resultar en un aumento de la rugosidad superficial, lo cual compromete tanto la estética como la funcionalidad de las restauraciones. Por lo tanto, los esfuerzos de investigación se han enfocado en la modificación de las formulaciones de resina para mejorar sus propiedades de resistencia a la degradación.(Herrera et al., 2021)

El óxido de zirconio es un material cerámico conocido por su alta resistencia y biocompatibilidad. En el campo de la odontología, se ha explorado su uso como refuerzo en resinas compuestas debido a su capacidad para mejorar las propiedades mecánicas, como la dureza y la resistencia al desgaste (Sarabjeet et al., 2021). La adición de zirconio puede reducir la rugosidad superficial, un aspecto que es crítico para mantener la estética y funcionalidad de las restauraciones dentales a largo plazo (Traini et al., 2015).

La rugosidad superficial de una restauración dental es un factor determinante en su éxito a largo plazo, ya que afecta tanto su funcionalidad como su estética. Una superficie rugosa puede propiciar la acumulación de placa bacteriana, lo que aumenta el riesgo de desarrollar caries y problemas periodontales (Lawson & Maharishi, 2020). Esto se debe a que las bacterias y los restos alimentarios se adhieren más fácilmente a superficies irregulares, formando una biopelícula que puede comprometer la salud de los tejidos circundantes. Por esta razón, es crucial que las restauraciones dentales mantengan una rugosidad superficial mínima para reducir la acumulación de placa. (Rustum Baig, 2022)

Además de la salud bucal, la rugosidad superficial también influye en la durabilidad de las restauraciones. Las superficies más rugosas son más susceptibles al desgaste mecánico, lo que puede comprometer la integridad estructural de la restauración con el tiempo (Gömleksiz & Okumuş, 2024). Las resinas compuestas, en particular, pueden sufrir desgaste debido al cepillado dental y la masticación, lo que provoca un aumento en la rugosidad y una pérdida de brillo. Este deterioro puede afectar negativamente la apariencia de la restauración, volviéndola opaca y áspera. (Romanini et al., 2020)

Por lo tanto, la elección de materiales con baja rugosidad superficial es esencial para la longevidad de las restauraciones dentales. Materiales reforzados con partículas inorgánicas, como el zirconio, han demostrado mejorar las propiedades de la superficie al reducir la rugosidad después del desgaste mecánico y el envejecimiento artificial (Camilotti et al., 2020).

El envejecimiento artificial acelerado es una técnica que simula el deterioro de materiales dentales a través de la exposición a ciclos de humedad, temperatura y radiación ultravioleta. Este proceso permite predecir el comportamiento clínico de los materiales en un período de tiempo reducido (Fidan, 2022). Para las resinas compuestas reforzadas con zirconio, es fundamental evaluar cómo este envejecimiento afecta su rugosidad superficial, ya que este parámetro está relacionado con la longevidad y la estabilidad estética de las restauraciones dentales (Rashidi et al., 2022)

El objetivo general de esta tesis es determinar la variación de la rugosidad superficial de resinas compuestas reforzadas con circonio al ser sometidas a envejecimiento artificial acelerado. Los objetivos específicos son: calcular la rugosidad superficial de las resinas compuestas reforzadas con circonio sometidas a envejecimiento artificial acelerado

utilizando Ultradent; estimar la rugosidad superficial de las resinas compuestas reforzadas con circonio que no han sido sometidas a envejecimiento artificial acelerado con Ultradent; precisar la rugosidad superficial de las resinas compuestas reforzadas con circonio sometidas a envejecimiento artificial acelerado utilizando Vittra APS (FGM); y precisar la rugosidad superficial de las resinas compuestas reforzadas con circonio que no han sido sometidas a envejecimiento artificial acelerado con Vittra APS (FGM).

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Población, muestra y muestreo

Población

La población de estudio estuvo comprendida por 32 especímenes de resinas compuestas reforzadas con zirconio de las marcas Ultradent y Vittra APS (FGM)

Muestra

Debido a que se trató de la rugosidad superficial, una variable numérica, y dado que el propósito implicaba la comparación, se calculó el tamaño muestral utilizando la fórmula para contrastar medios, asegurando así la exactitud y confiabilidad de los resultados obtenidos en el experimento.

$$n = 2 * (Z\alpha + Z\beta)^2 * (S1)^2 / d^2 = 8$$

La desviación estándar estimada se obtuvo de los resultados de Ferreira et al. (2015) y se empleó en la determinación del tamaño muestral, utilizando dichos valores como punto de referencia, los cuales se presentan a continuación:

- **Valor de $Z\alpha$:** 2.57
- **Valor de la confianza:** 95%
- **Valor de la varianza S^2 :** 0.000256 por lo que **S:** 0.016
- **Valor de $Z\beta$:** 0.84
- **Valor del nivel de precisión (d):** 0.025

Al sustituir los valores, se procede a calcular el tamaño de muestra, obteniendo así:

$$n = 2 * (2.57 + 0.84)^2 * (0.016)^2 / 0.025^2 = 8$$

Por lo tanto, se utilizaron 8 muestras de resina compuesta reforzada con circonio en cada uno de los 4 grupos de comparación, sumando un total de 32 muestras.

Muestreo

Se aplicó un muestreo no aleatorio por conveniencia.

Criterios de inclusión:

- Se incluyeron resinas compuestas reforzadas con zirconio.
- Se seleccionó especímenes de las marcas Ultradent y Vittra APS (FGM).
- Los especímenes que fueron sometidos a envejecimiento artificial acelerado mediante termociclado.
- Se utilizaron especímenes con dimensiones uniformes y previamente establecidas para asegurar la comparabilidad.
- Se midió la rugosidad superficial después del envejecimiento artificial acelerado en dos grupos.

Criterios de exclusión:

- Se excluyeron especímenes previamente sometidos a tratamientos que pudieran alterar la rugosidad superficial.
- No se incluyeron especímenes que no cumplieron con las dimensiones uniformes requeridas para el estudio.
- Se descartaron especímenes con formas irregulares que pudieran afectar la medición de la rugosidad.
- Se excluyeron especímenes almacenados en condiciones inadecuadas que puedan comprometer su integridad, como la exposición a humedad extrema o temperaturas inadecuadas.
- Especímenes que tuvieron defectos visibles (e.g., grietas, burbujas, inclusiones) antes del inicio del estudio.
- Especímenes fueron manipulados de manera incorrecta o dañados durante la preparación.
- Especímenes para los cuales no se pudo obtener mediciones completas de rugosidad superficial debido a fallos en la instrumentación o errores en la preparación.

Hipótesis.

H₁: Existe *variación de la rugosidad superficial* de resinas compuestas reforzadas con zirconio al ser sometidas a envejecimiento artificial acelerado.

H₀: No existe *variación de la rugosidad superficial* de resinas compuestas reforzadas con zirconio al ser sometidas a envejecimiento artificial acelerado.

Metodología

Tipo de investigación

El tipo de investigación fue experimental, ya que se buscó establecer una relación causal entre el envejecimiento artificial acelerado (variable independiente) y la rugosidad superficial (variable dependiente) de las resinas compuestas reforzadas con zirconio. Se manipuló deliberadamente la variable independiente, sometiendo las muestras a condiciones específicas de envejecimiento artificial acelerado, para luego medir cómo esta manipulación afectó la rugosidad superficial de las resinas. El diseño de investigación fue un diseño experimental de pretest-postest con grupos de comparación, ya que se utilizaron diferentes marcas de resinas compuestas reforzadas con zirconio (Ultradent y Vittra APS) y se aplicó el tratamiento de envejecimiento artificial acelerado a cada una de ellas. Posteriormente, se compararon las diferencias en la rugosidad superficial entre las muestras sometidas al tratamiento y aquellas que no lo fueron.

El nivel de investigación fue explicativo, puesto que el objetivo fue ir más allá de simplemente describir la relación entre las variables, buscando entender cómo y por qué el envejecimiento artificial acelerado afectó la rugosidad superficial de las resinas compuestas reforzadas con zirconio. Se plantearon hipótesis causales y se realizaron análisis estadísticos para determinar la existencia y la magnitud de dicha relación. Asimismo, el trabajo de investigación in vitro se enfocó en una metodología cuantitativa de tipo transversal, que se identificó por la evaluación de las variables de estudio y un análisis bivariado de las variables de interés. Se optó por este enfoque debido a su capacidad para cuantificar los datos mediante el uso de herramientas estadísticas, lo que facilitó una evaluación más precisa y objetiva de los resultados obtenidos. Además, se consideró un enfoque prospectivo, ya que la recopilación de datos se llevó a cabo directamente de fuentes primarias, lo que añadió una dimensión de actualidad y frescura al estudio. (Supo, 2015, pp. 2 - 19).

Técnica e instrumento de recolección de datos

Técnica: La técnica utilizada en nuestro trabajo de investigación fue la manipulación y observación cuidadosa de las variables, siguiendo rigurosamente las indicaciones dadas por la Norma internacional ISO 4049:2019 para "Materiales de Restauración a Base de Polímeros".

Instrumento de recolección de datos: El instrumento que se ha utilizado en el trabajo de investigación fue el rugosímetro digital (Marca: Huatec - SRT 6199). El procedimiento se realice siguiendo los estándares ASTM D7127, "Standard Test Method for Measurement of Surface Roughness of Abrasive Blast Cleaned Metal Surfaces Using a Portable Stylus Instrument". El ensayo consistió en el uso de una punta delgada que contactó con la superficie de resina compuesta que estaba siendo analizada bajo análisis. Luego, la aguja realizó un barrido, de esa manera se registró las variaciones superficiales de manera electrónica. Los datos obtenidos con el rugosímetro se registraron en la ficha de recolección de datos, así mismo, el laboratorio nos entregó un informe detallado del ensayo realizado.

Procedimiento: En la ejecución de este estudio, se consideraron los valores del clima durante los días de trabajo, como la temperatura, la cual se registró utilizando un termohigrómetro con un rango de -30 °C a 50 °C, permitiendo obtener una temperatura promedio. Para ello, se solicitó el uso del laboratorio de ortodoncia de la Escuela de Estomatología de nuestra casa de estudios.

En la elaboración de los especímenes, se empleó un molde fabricado con cobre, con el cual se fabricaron los 32 especímenes de resina compuesta. Estos especímenes tuvieron un espesor de 4 mm y un diámetro de 6 mm, cumpliendo con las especificaciones establecidas por la Norma ISO 4049:2019 "Materiales de Restauración a Base de Polímeros". El molde de cobre se limpió con alcohol isopropílico y luego se secó con gasas estériles antes de reutilizarlo.

Posteriormente, se procedió a la inserción de la resina compuesta reforzada con zirconio en 4 grupos distintos: el primero, compuesto por 8 muestras de resina compuesta de la marca Forma (Ultradent); el segundo, también con 8 muestras de resina compuesta de la misma marca; el tercer grupo contó con 8 muestras de resina compuesta de la marca Vittra APS (FGM); y, por último, el cuarto grupo estuvo conformado por muestras de resina compuesta de la misma marca.

Cada bloque de resina se incrementó 1 mm como máximo, y se llevó a cabo la fotopolimerización de la resina compuesta durante 20 segundos, siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante. La fotopolimerización se realizó utilizando una lámpara LED con una intensidad lumínica de 1200 mW/cm², la cual fue verificada previamente mediante un radiómetro. Para el incremento final de resina, se

agregó una lámina de matriz celuloide en la parte superior de la probeta de resina para obtener una superficie homogénea, seguido de la penúltima fotopolimerización durante 20 segundos. Tras finalizar el espécimen, se aplicó glicerina en la superficie y se realizó una fotopolimerización final de 20 segundos, con el objetivo de eliminar la capa de oxígeno inhibida.

El pulido de los especímenes se llevó a cabo después de que las muestras fueron almacenadas durante 24 horas. Para ello, se utilizó un micromotor con su contra-ángulo de la marca NSK, siguiendo el procedimiento designado para cada grupo de resina y su sistema de pulido correspondiente, Sof-Lex, conforme a las instrucciones de la marca.

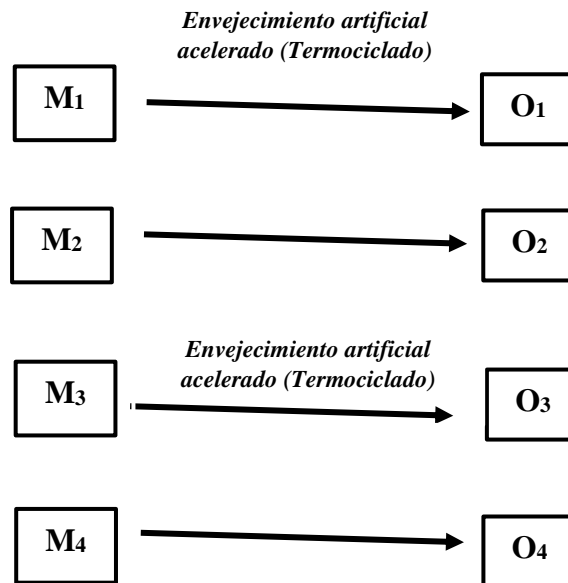
Después de completar la fabricación de los especímenes y dividirlos en los cuatro grupos mencionados, se realizó el envejecimiento artificial acelerado en dos de los grupos, uno por cada marca de resina compuesta. Para ello, se utilizó el termociclador digital de la marca Mitutoyo - 200 mm, siguiendo los estándares establecidos por la norma ISO/TS 11405:2015, que indicaba que las probetas debían almacenarse en un baño maría a 37 °C por 24 horas y luego someterse a 1000 ciclos de termociclado, con temperaturas de 5 °C ± 2 a 55 °C ± 2.

Tras completar dicho protocolo en todas las probetas, se realizó el ensayo para obtener la medida de la rugosidad superficial de los especímenes. Este procedimiento se aplicó a las 32 muestras fabricadas. La rugosidad de las superficies se midió utilizando un rugosímetro digital de la marca Huatec - SRT 6199 en el laboratorio de materiales HTL - High Technology Laboratory Certificate en la ciudad de Lima, siguiendo las normas e instrucciones correspondientes, bajo la supervisión de un ingeniero mecánico.

Una vez finalizado este proceso, se completaron las fichas de recolección de datos. Los resultados registrados en cada lectura del rugosímetro permitieron calcular la media aritmética de los valores obtenidos. Cada lectura se tomó con la aguja del rugosímetro en contacto con la superficie evaluada, realizando un total de 96 lecturas tanto en la primera como en la segunda medición. Tanto la preparación de las probetas como el ensayo de las mediciones del rugosímetro fueron realizados por un único especialista, el Ing. Robert Nick Eusebio Teherán – Jefe de Laboratorio.

Esquema de investigación

Será el de tipo experimental - explicativo, cuyo el siguiente diagrama:



III. RESULTADOS

Tabla 1

Rugosidad superficial de los especímenes de la marca Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sometida al efecto artificial acelerado (termociclado).

Materiales Restauradores				Estadístico	Error estándar
Rugosidad Superficial	Grupo 1:	Media		.48425	.051801
	Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	.36176 .60674	
		Media recortada al 5%		.48417	
		Mediana		.47950	
		Varianza		.021	
		Desviación estándar		.146515	
		Mínimo		.283	
		Máximo		.687	
		Rango		.404	
		Rango intercuartil		.284	
		Asimetría		-.022	.752
		Curtosis		-1.325	1.481

En los valores de rugosidad superficial del grupo 1, se obtuvo una media de 0.484 micrones con un intervalo de confianza al 95% entre 0.362 y 0.607 micrones. La mediana fue de 0.480 micrones, y la desviación estándar de 0.147 micrones, lo que indica una baja dispersión en los valores. El rango fue de 0.404 micrones (mínimo de 0.283 y máximo de 0.687 micrones). Los datos presentaron una distribución simétrica (asimetría de -0.022) y plana (curtosis de -1.325), lo que refleja una variabilidad moderada y confiable en las mediciones sin valores atípicos significativos.

Tabla 2

Rugosidad superficial de los especímenes de la marca Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sin ser sometida al efecto artificial acelerado (termociclado).

Materiales Restauradores		Estadístico	Error estándar	
Rugosidad Superficial	Grupo 2: Media	.38600	.045356	
	Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	.27875 .49325
	Media recortada al 5%	.38733		
	Mediana	.36250		
	Varianza	.016		
	Desviación estándar	.128287		
	Mínimo	.164		
	Máximo	.584		
	Rango	.420		
	Rango intercuartil	.160		
	Asimetría	-.026	.752	
	Curtosis	.708	1.481	

Con los valores de rugosidad superficial del grupo 2, se obtuvo una media de 0.386 micrones, con un intervalo de confianza al 95% entre 0.279 y 0.493 micrones. La mediana fue de 0.363 micrones, y la desviación estándar fue de 0.128 micrones, lo que indica una dispersión moderada de los datos. El rango fue de 0.420 micrones, con un mínimo de 0.164 y un máximo de 0.584 micrones. Los datos presentaron una asimetría casi nula (-0.026) y una curtosis positiva (0.708), sugiriendo una distribución levemente apuntada y simétrica.

Tabla 3

Rugosidad superficial del espécimen de la marca Vittra APS (FGM) sometida al efecto artificial acelerado (termociclado)

Materiales Restauradores		Estadístico	Error estándar
Grupo 3: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	Media	.33288	.029426
	95% de intervalo de confianza	.26329	
	Límite inferior	.40246	
	Límite superior para la media	.32908	
	Media recortada al 5%	.29750	
	Mediana	.007	
	Varianza	.083230	
	Desviación estándar	.257	
	Mínimo	.477	
	Máximo	.220	
	Rango	.145	
	Rango intercuartil	1.110	.752
	Asimetría	-.316	1.481
	Curtosis		

En el análisis de la rugosidad superficial del grupo 3 (Resina Vittra APS de FGM, reforzada con zirconio y sometida a envejecimiento artificial), se registró una media de 0.333 micrones, con un intervalo de confianza al 95% que varió entre 0.263 y 0.402 micrones. La mediana fue de 0.298 micrones, y la desviación estándar se estableció en 0.083 micrones, lo que sugiere una dispersión baja en los datos. El rango fue de 0.220 micrones, con un mínimo de 0.257 y un máximo de 0.477 micrones. Además, se observó una asimetría positiva (1.110), lo que indica que la distribución de los datos está sesgada hacia la derecha, y una curtosis negativa (-0.316), lo que sugiere una distribución más plana en comparación con una distribución normal.

Tabla 4

Rugosidad superficial del espécimen de la marca Vittra APS (FGM) sin ser sometida al efecto artificial acelerado (termociclado)

Materiales Restauradores			Estadístico	Error estándar
Grupo 4: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	Media		.22775	.046753
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.11720	
		Límite superior	.33830	
	Media recortada al 5%		.22933	
	Mediana		.19300	
	Varianza		.017	
	Desviación estándar		.132238	
	Mínimo		.037	
	Máximo		.390	
	Rango		.353	
	Rango intercuartil		.241	
	Asimetría		.075	. 752
	Curtosis		-1.586	1.481

Los valores de rugosidad superficial del grupo 4 nos muestran una media de 0.228 micrones, con un intervalo de confianza al 95% que se extendió desde 0.117 hasta 0.338 micrones. La mediana registrada fue de 0.193 micrones, y la desviación estándar fue de 0.132 micrones, indicando una variabilidad moderada en los datos. El rango abarcó 0.353 micrones, con un mínimo de 0.037 y un máximo de 0.390 micrones. Se observó una asimetría cercana a cero (0.075), sugiriendo una distribución relativamente simétrica, y una curtosis negativa (-1.586), lo que indica que la distribución es más plana que la normal, lo que sugiere la presencia de más datos en los extremos.

Tabla 5

Resultado de la prueba de normalidad de los valores de rugosidad superficial de resinas de Zirconio sometidas y no sometidas al envejecimiento artificial acelerado.

		Pruebas de normalidad		
Materiales Restauradores		Estadístico	Shapiro-Wilk gl	Sig.
Rugosidad Superficial	Grupo 1: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	.959	8	.804
	Grupo 2: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	.923	8	.457
	Grupo 3: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	.827	8	.055
	Grupo 4: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	.905	8	.321

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los resultados del estadístico Shapiro-Wilk nos muestra que todos los grupos estudiados presentan una distribución normal, lo que respalda el uso de pruebas paramétricas en análisis estadísticos posteriores.

Tabla 6

Resultado del estadístico paramétrico ANOVA de los valores de rugosidad superficial de resinas de Zirconio sometidas y no sometidas al envejecimiento artificial acelerado.

ANOVA					
Rugosidad superficial					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.275	3	.092	5.872	.003
Dentro de grupos	.436	28	.016		
Total	.711	31			

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la rugosidad superficial nos muestran una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos analizados, con un valor de significancia de 0.003 ($p < 0.05$), lo que indica que sí existen diferencias significativas en la microdureza superficial entre al menos uno de los grupos comparados, lo que significa que. Esto implica que hay diferencias estadísticamente significativas en la rugosidad entre los diferentes materiales restauradores evaluados.

Tabla 7

Resultado de las diferencias entre grupos diferencia entre la rugosidad superficial de los grupos de resina compuesta con zirconio sometidas y no sometidas a envejecimiento artificial acelerado.

Comparaciones múltiples					
Variable dependiente: Rugosidad artificial					
(I) Materiales Restauradores	Restauradores	Grupo 2: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
HSD Tukey	Grupo 1: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con		.098250	.062419	.409

Zirconio con envejecimiento Artificial	Grupo 3: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	.151375	.062419	.095
	Grupo 4: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	,256500*	.062419	.002
Grupo 2: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	Grupo 1: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	-.098250	.062419	.409
	Grupo 3: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	.053125	.062419	.830
	Grupo 4: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	.158250	.062419	.076
Grupo 3: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	Grupo 1: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	-.151375	.062419	.095
	Grupo 2: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	-.053125	.062419	.830
	Grupo 4: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	.105125	.062419	.351
Grupo 4: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio sin	Grupo 1: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	-,256500*	.062419	.002

	envejecimiento Artificial	Grupo 2: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	-.158250	.062419	.076
		Grupo 3: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	-.105125	.062419	.351
Bonferroni	Grupo 1: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	Grupo 2: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	.098250	.062419	.760
		Grupo 3: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	.151375	.062419	.132
		Grupo 4: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	.256500*	.062419	.002
	Grupo 2: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	Grupo 1: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	-.098250	.062419	.760
		Grupo 3: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	.053125	.062419	1.000
		Grupo 4: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	.158250	.062419	.103
	Grupo 3: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio con	Grupo 1: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	-.151375	.062419	.132

envejecimiento Artificial	Grupo 2: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	-0.053125	.062419	1.000
	Grupo 4: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	.105125	.062419	.620
Grupo 4: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	Grupo 1: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	-.256500*	.062419	.002
	Grupo 2: Rugosidad superficial - Resina Forma (Ultradent) reforzada con Zirconio sin envejecimiento Artificial	-.158250	.062419	.103
	Grupo 3: Rugosidad superficial - Resina Vittra APS (FGM) reforzada con Zirconio con envejecimiento Artificial	-.105125	.062419	.620

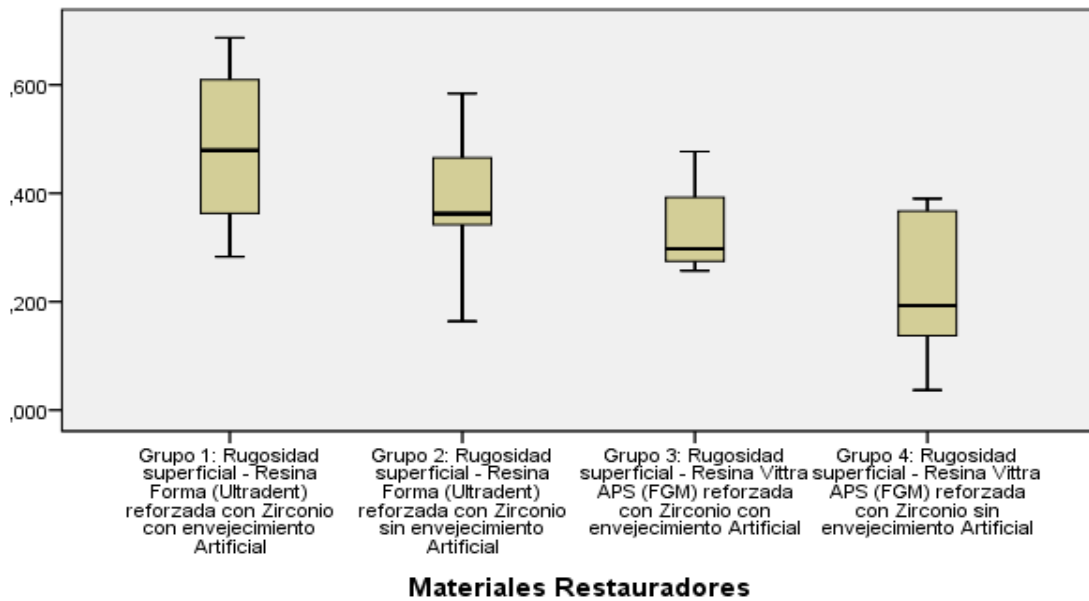
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Los análisis de comparaciones múltiples nos muestran diferencias significativas en la rugosidad superficial entre los grupos de materiales restauradores analizados. En el caso del grupo 1 (Resina Forma reforzada con zirconio con envejecimiento artificial) en comparación con el Grupo 4 (Resina Vittra APS reforzada con zirconio sin envejecimiento artificial), se observó una diferencia de medias de -0.2565 ($p = 0.002$), lo que indica que la rugosidad superficial de la Resina Vittra APS es significativamente menor. En contraste, las diferencias entre el grupo 1 y el grupo 2 (Resina Forma sin envejecimiento artificial) y entre el grupo 1 y el grupo 3 (Resina Vittra APS con envejecimiento artificial) no mostraron significancia estadística ($p > 0.05$). El análisis entre el grupo 2 y el grupo 3 también indicó una diferencia no significativa ($p = 1.000$), mientras que la comparación entre el grupo 2 y el grupo 4 mostró una diferencia de 0.15825 ($p = 0.103$), sugiriendo una tendencia, pero sin alcanzar significancia. Estos resultados nos muestran que el envejecimiento artificial acelerado influye sobre la rugosidad superficial de las resinas compuestas, con la resina Vittra APS sin

envejecimiento mostrando un rendimiento significativamente superior en comparación con la resina Forma con envejecimiento artificial.

Figura 1

Diferencias de medias de la rugosidad superficial de las resinas compuestas a base de zirconio sometidas y no sometidas a envejecimiento artificial acelerado.



El gráfico nos muestra que la rugosidad superficial de cuatro grupos de resinas restauradoras reforzadas con zirconio, evaluadas bajo condiciones de envejecimiento artificial y sin envejecimiento. El grupo 1 (Resina Forma con envejecimiento artificial) muestra la mayor rugosidad superficial, con una media cercana a 0,45 y un rango intercuartílico amplio. En contraste, el grupo 4 (Resina Vittra APS sin envejecimiento artificial) presenta la menor rugosidad, con una media cercana a 0,2, lo que coincide con los análisis estadísticos que revelan una diferencia significativa entre ambos grupos ($p = 0.002$). El grupo 2 (Resina Forma sin envejecimiento) y el grupo 3 (Resina Vittra APS con envejecimiento artificial) muestran medias similares, alrededor de 0,35, sin diferencias significativas entre ellos ni respecto al grupo 1 ($p > 0.05$). Estos resultados indican que el envejecimiento artificial tiene un impacto considerable en la rugosidad superficial, especialmente en la resina Forma, mientras que la Resina Vittra APS sin envejecimiento exhibe el mejor rendimiento en términos de menor rugosidad superficial.

IV. DISCUSIÓN

El estudio de Çakmak nos muestra diferencias y similitudes al evaluar la rugosidad superficial de materiales restauradores a base de resina compuesta posterior al envejecimiento artificial acelerado (termociclado). En nuestro estudio, la resina Forma y la resina Vitra ambas reforzadas con zirconio y sometida a envejecimiento artificial, presentaron un incremento en la rugosidad superficial en comparación con los grupos que no fueron sometidos a envejecimiento artificial acelerado, lo que difiere con los hallazgos de Çakmak et al., quienes no encontraron diferencias significativas en la rugosidad tras el termociclado de los materiales restauradores que ellos analizaron. Esta diferencia puede imputarse a la composición de los materiales que han sido materia de estudio, ya que nosotros hemos utilizado resinas compuestas que en su composición presentan zirconio, mientras que ellos evaluaron PMMA y resinas compuestas fresables. Aunque los dos estudios logran una rugosidad aceptable, la resina Vitra APS sin envejecimiento artificial acelerado nos mostró una rugosidad menor en comparación con la resina Forma con envejecimiento, destacando el impacto del tipo de material y las condiciones de envejecimiento en las propiedades finales de la superficie. Estos hallazgos acentúan la importancia de considerar la estructura y el proceso de envejecimiento al evaluar la rugosidad superficial de los materiales dentales usado para realizar restauraciones. (Çakmak et al., 2023)

La comparación de nuestros resultados con el estudio de Toaza sobre la rugosidad superficial de resinas compuestas revela importantes similitudes y diferencias en las propiedades de los materiales tras el acabado y pulido. Al igual que en el estudio de Toaza, en el cual se analizaron resinas compuestas de nanorelleno, nanohíbrida y microhíbrida, nuestro trabajo también evidencia que la rugosidad superficial se ve afectada significativamente por el tipo de material y el procedimiento de acabado. Mientras que Toaza encontró que no había diferencias significativas en la rugosidad entre las resinas Z350 XT e IPS Empress Direct ($p > 0.05$), en nuestro estudio se observó que la Resina Forma, fortalecida con zirconio y sometida a envejecimiento artificial, presentó una rugosidad significativamente mayor en comparación con la Resina Vitra APS sin envejecimiento ($p = 0.002$). A pesar de estas diferencias, ambos estudios coinciden en que todos los materiales evaluados presentan rugosidades superficiales aceptables, ya que sus valores se mantienen por debajo del umbral de $0,2 \mu\text{m}$, que es crítico para la retención de placa bacteriana. Estos hallazgos subrayan la importancia de elegir el material y el

tratamiento adecuado para optimizar las propiedades superficiales de las resinas compuestas en aplicaciones clínicas. (Toaza Paucar, 2023)

El estudio de Weber en otro trabajo de investigación nos proporciona una visión integral sobre el impacto del envejecimiento artificial y los tratamientos de pulido en la rugosidad superficial de los materiales restauradores. Mientras que en nuestro estudio se evidencia que el envejecimiento artificial incrementa la rugosidad superficial de la Resina Forma en comparación con la Resina Vittra APS ($p = 0.002$), Çakmak et al. Informe que el termociclado del café no aumentó la rugosidad más allá de niveles clínicamente aceptables en sus materiales de dentaduras postizas, destacando que el pulido es efectivo para reducir la rugosidad en todos los casos. Ambos estudios coinciden en que el pulido mejora significativamente las propiedades superficiales; Sin embargo, nuestro trabajo resalta que la respuesta a los tratamientos varía según la composición del material. Mientras que la Resina Vittra APS sin envejecimiento mostraba la menor rugosidad, Weber y sus colaboradores encontraron que el material SM tuvo la rugosidad más baja tras el termociclado. Además, la observación de cambios de color perceptibles en la resina AM en su estudio, contrasta con nuestros hallazgos, donde el envejecimiento artificial afectó de manera diferente a las resinas, resaltando la necesidad de considerar el tipo de material al evaluar su durabilidad y estética en el contexto clínico. (Weber et al., 2024)

La comparación de nuestros resultados con los hallazgos de El-Rashidy et al. (2023) proporciona una perspectiva valiosa sobre el impacto del envejecimiento artificial en la rugosidad superficial de diferentes materiales restauradores. En nuestro estudio, la Resina Forma, reforzada con circonio y sometida a envejecimiento artificial, mostró un incremento significativo en la rugosidad superficial en comparación con la Resina Vittra APS sin envejecimiento ($p = 0.002$), lo que resalta la influencia del tipo de material y las condiciones de envejecimiento en las propiedades finales. Por el contrario, El-Rashidy et al. Informe que tanto los materiales compuestos monocolor (Omnichroma) como multicolor (Filtek Z350XT) mantuvieron un acabado superficial clínicamente aceptable, con valores de rugosidad que no excedieron el umbral de $0.2 \mu\text{m}$, incluso tras la inmersión en diversas bebidas y el termociclado. Aunque ambos estudios coinciden en que los tratamientos de envejecimiento no llevaron a un aumento significativo en la rugosidad por encima de niveles clínicamente aceptables, nuestros resultados sugieren que la respuesta a estos tratamientos varía dependiendo de la composición y el refuerzo de las resinas. Estos hallazgos subrayan la necesidad de seleccionar cuidadosamente los

materiales restauradores para garantizar una durabilidad óptima y un acabado superficial estéticamente satisfactorio en condiciones clínicas. (El-Rashidy et al., 2023)

La comparación de nuestros resultados con el estudio de Elmarsafy pone de evidencia la compleja interacción entre el tipo de material, el método de pulido y el envejecimiento artificial en la rugosidad superficial de las resinas compuestas. Mientras que en nuestro estudio la Resina Forma, reforzada con circonio, mostró un aumento significativo en la rugosidad superficial tras el envejecimiento artificial en comparación con la Resina Vittra APS ($p = 0.002$), Elmarsafy et al. encontraron que el termociclado incrementó los valores de rugosidad en todos los compuestos evaluados, con un aumento notable después de aplicar diferentes sistemas de pulido. En particular, el sistema Soflex Spiral logró la rugosidad media más baja ($0,2734 \pm 0,0903 \mu\text{m}$, $p = 0,004$), sugiriendo que la elección del sistema de pulido puede mitigar el efecto negativo del termociclado en la rugosidad superficial. Ambos estudios coinciden en que el tipo de material y los tratamientos de pulido son factores determinantes en la calidad superficial de las resinas compuestas. Estos resultados destacan que también es importante considerar el tipo de sistema de pulido a utilizar y el tipo de material restaurador a elegir para el trabajo en el consultorio dental, ya que pueden influir de manera significativa en el rendimiento y en su duración a largo plazo. (Elmarsafy et al., 2023)

El estudio de Aydın y sus colaboradores destacan lo importante que son los sistemas de acabado y pulido sobre la rugosidad superficial y la estabilidad del color de las resinas compuestas. En nuestro trabajo, la resina Forma, reforzada con circonio, mostró un aumento significativo en la rugosidad superficial tras el envejecimiento artificial, mientras que la Resina Vittra APS sin envejecimiento se mantuvo con una rugosidad con muchísimo menor. Lo que hace diferente nuestro trabajo con la de los autores anteriormente mencionados es que ellos utilizaron diversos sistemas de pulido, encontrando que el sistema de pulido en espiral diamantada generó las menores diferencias de color, mientras que los materiales resinosos que presentaron mayor rugosidad, como la resina microhíbrida, experimentaron cambios en su color de manera más notoria. Los dos estudios coinciden en que el tipo de material utilizado en las restauraciones y el tipo sistema de pulido y acabado han influido en las propiedades físicas superficiales de la resina y también en la durabilidad estética de las restauraciones a base de resina. Pero, es importante recalcar que pese a las diferencias en los resultados, los cambios en el color de la resina compuesta observados en todos los grupos de en el

estudio de Aydın superaron los umbrales de percepción, acentuando la necesidad de realizar trabajos de investigación más profundos en cuanto a las propiedades estéticas y físicas de las resinas compuestas en condiciones clínicas reales.(Aydın et al., 2021)

La comparación de nuestros hallazgos con la revisión sistemática de Jaramillo y sus colaboradores nos proporciona una comprensión mucho más profunda de cómo los sistemas de acabado y pulido pueden afectar las propiedades físicas de los materiales restauradores, sobre todo la rugosidad superficial de las resinas compuestas. En nuestro trabajo de investigación podemos observar que la resina Forma, reforzada con zirconio, mostró un aumento sustancial en su rugosidad superficial tras el envejecimiento artificial acelerado, a diferencia de la resina Vittra APS, que mantuvo su rugosidad superficial más baja. La variación de la rugosidad superficial puede atribuirse al tipo de sistema de pulido utilizado. Los autores encontraron que los sistemas de pulido multipaso, como el Astropol y el Sof-Lex, son los que mayor eficacia mostraron para lograr superficies menos rugosas, lo que nos da a entender que una selección correcta de estos sistemas podría disminuir el impacto del envejecimiento en la rugosidad superficial de los materiales restauradores. La gran cantidad de protocolos y componentes, como el óxido de aluminio, mencionados en su revisión, destaca la importancia de tener estándares en los procedimientos de acabado y pulido en las restauraciones dentales, para que de esa manera se pueda maximizar la calidad superficial de las propiedades físicas de los materiales restauradores. Estos análisis destacan la necesidad de investigar de manera continua la interacción entre los materiales y el tiempo que puede pasar en cavidad bical, para que de esa manera se pueda mejorar el rendimiento clínico y estético de las resinas compuestas en odontología. (Jaramillo-Cartagena et al., 2021)

La comparación de nuestros resultados con el estudio de Alizadeh y sus colaboradores nos permite tener una mejor comprensión de cómo las condiciones de tratamiento, como el precalentamiento, afectan la rugosidad de superficie y la persistencia del color de los compuestos de resina. En el análisis hecho a nuestro trabajo de investigación, la Resina Forma fue la que mostró un gran aumento en la rugosidad superficial luego de haberse sometido al envejecimiento artificial acelerado, con una importante diferencia al compararla con la Resina Vittra (APS), indicando la influencia del tipo de material en su desempeño estético y funcional. Los investigadores encontraron que el precalentamiento de la resina compuesta Filtek P90 no han generado grandes diferencias en su color, pero sí se incrementó la rugosidad superficial. Estos hallazgos nos sugieren que el proceso de

precalentamiento puede afectar de manera negativa la superficie de los materiales restauradores a base de resina pese a no tener influencia en la estabilidad del color. Los dos estudios recalcan la necesidad de considerar de manera cuidadosa los tratamientos previos que se van a aplicar a las resinas compuestas, ya que pueden tener un impacto significativamente negativo en su rendimiento clínico. Es por ello que concluimos que se requiere una mayor investigación para optimar las condiciones de tratamiento previos a realizar la restauración y de esa manera maximizar la durabilidad estética y funcional de las resinas compuestas. (Alizadeh Oskoe et al., 2022)

Los hallazgos de nuestra investigación sobre la rugosidad superficial de las resinas compuestas refuerzan los resultados de Tărăboanță y sus colaboradores, quienes también exploran factores que afectan la integridad superficial de los materiales dentales. En nuestro estudio, la Resina Forma mostró un aumento significativo en la rugosidad superficial tras el envejecimiento artificial, contrastando con la Resina Vittra APS, que mantuvo una rugosidad relativamente baja ($p = 0.002$). Tărăboanță et al. encontraron que el ataque con ácido clorhídrico, seguido de cepillado, incrementó la rugosidad superficial en las tres resinas estudiadas, sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la severidad del daño dependiendo del tipo de cerdas del cepillo, ni tras 30 minutos del ataque ácido. . Esto sugiere que, aunque las resinas compuestas son susceptibles a la erosión por factores externos como el ácido y el cepillado, el efecto varía según el material específico y el método de prueba. La falta de diferencia significativa en la rugosidad tras el cepillado indica que la interacción entre el ataque ácido y el cepillado dental requiere un análisis más profundo. En conjunto, estos estudios destacan la necesidad de seleccionar cuidadosamente los materiales de restauración en odontología para asegurar una mayor durabilidad y funcionalidad en condiciones clínicas. (Tărăboanță et al., 2022)

Los resultados de la investigación de Al-Thobity et al. (2022) sobre el efecto del envejecimiento por termociclado en cerámicas de disilicato de litio complementan nuestros hallazgos sobre la rugosidad superficial de las resinas compuestas. En nuestro estudio, se observará un aumento significativo en la rugosidad superficial de la Resina Forma tras el envejecimiento artificial, similar al incremento registrado por Al-Thobity et al. en todas las cerámicas después de 5000 ciclos de termociclado. Mientras que la Resina Vittra APS mantuvo una rugosidad más baja, reflejando su mejor rendimiento bajo condiciones de envejecimiento. Además, Al-Thobity et al. Se encontraron que la microdureza y los parámetros ópticos se vieron significativamente afectados por el

termociclado, con el material e.max Press mostrando menor cambio en el color. Esto sugiere que, al igual que en las resinas, las propiedades mecánicas y estéticas de las cerámicas pueden deteriorarse con el envejecimiento. La relación entre la rugosidad, la microdureza y los cambios de color resalta la importancia de seleccionar materiales de restauración que no solo sean funcionales, sino también estéticamente estables a largo plazo. En conjunto, ambos estudios subrayan la necesidad de un enfoque crítico en la elección de materiales para asegurar la durabilidad y estética de las restauraciones dentales.(Al-Thobity et al., 2022)

El trabajo científico de Tekçe del año 2019 no ha proporcionado información relevante sobre el impacto del envejecimiento artificial acelerado en las propiedades físicas superficiales de materiales a base de resina, esto se complementa con nuestros resultados sobre los cambios en la rugosidad y el comportamiento de las resinas compuestas ante el envejecimiento artificial acelerado. El trabajo de Tekçe es semejante al estudio realizado por nosotros, ya que, la rugosidad superficial en ambos aumentó de manera significativa tras la exposición a condiciones de termociclado, los autores reportaron que el proceso de vidriado con Optiglaze mantuvo la rugosidad en niveles clínicamente aceptables incluso después de 5000 ciclos. Todo esto nos sugiere que el vidriado puede ser una estrategia efectiva para preservar las propiedades físicas superficiales de las resinas compuestas, al igual que el pulido de nuestras resinas compuestas ayudó a mantener una rugosidad superficial clínicamente aceptable.

Al comparar las propiedades físicas superficiales de diferentes materiales restauradores vemos que tanto las resinas compuestas como los bloques de resina CAD/CAM pueden beneficiarse de tratamientos superficiales que mejoren su resistencia al desperfecto. Estos hallazgos nos muestran la importancia de considerar las características de acabado y pulido en la selección de materiales restauradores, asegurando así no solo su funcionalidad y durabilidad clínica, sino también su estética.(Tekçe et al., 2018)

V. CONCLUSIONES:

En el trabajo de investigación se observó que las resinas compuestas reforzadas con zirconio revelaron diferencias estadísticamente significativas en la rugosidad superficial entre los grupos de resinas que fueron sometidas a termociclado y los que no lo fueron. Esto nos muestra que el envejecimiento tiene un alto impacto en la estructura superficial de las resinas a base de zirconio, afectando su naturaleza.

Los resultados de los análisis estadísticos revelaron que la resina Forma (Ultradent) con y sin envejecimiento artificial acelerado mostraron valores rugosidad superficial mayores en comparación de los otros grupos, mientras que la resina Vitra APS (FGM) sin envejecimiento artificial presentó los menores valores de rugosidad superficial. Esto sugiere que la elección de las resinas podría influir en la durabilidad del tratamiento, así como también en la estética de la restauración.

Se puede afirmar que las condiciones de envejecimiento artificial afectan la rugosidad de las resinas compuestas reforzadas con zirconio, por lo que se debe considerar realizar controles constantes para evitar la deformación de la superficie restaurada con las resinas a base de zirconio, con la finalidad de cambiar o pulir de manera constante las resinas y evitar desperfectos en los tratamientos en lo largo del tiempo.

Los hallazgos nos muestran que el envejecimiento artificial acelerado y la selección del material podrían ser factores determinantes a considerar en la práctica clínica de restauraciones con resinas a base de zirconio. Es por ello que recomendamos realizar muchas más investigaciones sobre el comportamiento de los materiales restauradores y sus diferentes propiedades físicas largo plazo, de esa manera podremos comprender y entender la naturaleza de los materiales restauradores a lo largo del tiempo, de esa manera podremos elegir de manera objetiva los materiales restauradores en busca la excelencia en la práctica clínica.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un análisis más profundo en la evaluación de diferentes sistemas de pulido, con la finalidad de buscar disminuir de manera significativa la rugosidad superficial de las resinas, ya que, al realizar comparaciones entre sistemas de pulido podríamos dar nuevas perspectivas sobre cómo mejorar la durabilidad y estética de las resinas compuestas, no solo de las que contiene zirconio en su estructura sino, a todos los materiales restauradores en general.

Considerando que las resinas con nanorelleno han demostrado una mayor resistencia a la degradación de la superficie tras el termociclado, recomendamos priorizar investigaciones en resinas reforzadas con nanopartículas, de esa manera podremos evaluar su rugosidad superficial y también otras propiedades físicas.

Los resultados indican que los cambios en la rugosidad se encuentran dentro de los límites clínicamente aceptables después del termociclado, pero es fundamental aumentar la duración de las simulaciones de envejecimiento artificial a más ciclos.

Recomendamos también realizar estudios científicos longitudinales que simulen escenarios clínicos donde el envejecimiento artificial acelerado sea mayor, realizando termociclados por encima de los 10000 ciclos, lo que nos permitirá evaluar las diferentes propiedades físicas de las resinas, así como su rendimiento en restauraciones dentales durante muchos años.

Como el cambio de color de las restauraciones dentales es una preocupación estética relevante para los pacientes, recomendamos investigar mucho más la interacción entre diferentes tipos de bebidas que contengan pigmentos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alizadeh Oskoe, P., Savadi Oskoe, S., Pournaghi-Azar, F., Dibazar, S., & Esmaili, M. (2022). Pre-Heating of Low-Shrinkage Composite Resins: Effects on Color Stability and Surface Roughness. *Frontiers in Dentistry*, *19*, 26. <https://doi.org/10.18502/fid.v19i26.10597>
- Al-Thobity, A. M., AlOtaibi, A. M., Alhumaidan, A. E., Aldossary, A. A., Siddiqui, I. A., Helal, M. A., & Als Salman, A. (2022). Impact of thermocycling on surface roughness, microhardness and optical properties of three different lithium disilicate ceramics. *The Saudi Dental Journal*, *34*(7), 589-595. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2022.08.004>
- Aydın, N., Topçu, F.-T., Karaoğlanoğlu, S., Oktay, E.-A., & Erdemir, U. (2021). Effect of finishing and polishing systems on the surface roughness and color change of composite resins. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, *13*(5), e446-e454. <https://doi.org/10.4317/jced.58011>
- Bollen, C. M., Lambrechts, P., & Quirynen, M. (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, *13*(4), 258-269. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(97\)80038-3](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(97)80038-3)
- Bompolaki, D., Bissonnette Lubisich, E., & Fugolin, A. P. (2022). Resin-Based Composites for Direct and Indirect Restorations: Clinical Applications, Recent Advances, and Future Trends. *Dental Clinics of North America*, *66*(4), 517-536. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2022.05.003>
- Çakmak, G., Asadolahi, N. W., Schimmel, M., Molinero-Mourelle, P., Akay, C., Donmez, M. B., & Yilmaz, B. (2023). Effect of coffee thermal cycling on the surface properties and stainability of additively manufactured denture base resins in different layer thicknesses. *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*. <https://doi.org/10.1111/jopr.13803>
- Camilotti, V., Mendonça, M. J., Dobrovolski, M., Detogni, A. C., Ambrosano, G. M. B., & De Goes, M. F. (2020). Impact of dietary acids on the surface roughness and morphology of composite resins. *Journal of Oral Science*, *63*(1), 18-21. <https://doi.org/10.2334/josnusd.19-0518>

- Cidreira, L., Pereyra Lopez, D., Caetano de Souza, A. S., Pérez Ayala, M. D., Silva Pfeifer, C., & Goncalves, F. (2019). Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin—A systematic review and meta-analysis. *Dental Materials*, 35(10), e249-e264. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.07.007>
- Elmarsafy, S. M., Abdelwahab, S. A., & Hussein, F. (2023). Influence of polishing systems on surface roughness of four resin composites subjected to thermocycling aging. *Dental Research Journal*, 20, 35.
- El-Rashidy, A. A., Shaalan, O., Abdelraouf, R. M., & Habib, N. A. (2023). Effect of immersion and thermocycling in different beverages on the surface roughness of single- and multi-shade resin composites. *BMC Oral Health*, 23(1), 367. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03069-w>
- Fidan, M. (2022). Accelerated Aging Effects on Color Change, Translucency Parameter, and Surface Hardness of Resin Composites. *BioMed Research International*, 2022, 6468281. <https://doi.org/10.1155/2022/6468281>
- Gömleksiz, S., & Okumuş, Ö. F. (2024). The effect of whitening toothpastes on the color stability and surface roughness of stained resin composite. *BMC Oral Health*, 24(1), 860. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04654-3>
- Herrera, G. A., Arias, M. A. C., & Vega, A. A. (2021). Evaluación de la rugosidad superficial y estabilidad del color de una resina nanohíbrida sometida a diferentes pH salivales. *Revista KIRU*, 18(1), Article 1. <https://portalrevistas.aulavirtualusmp.pe/index.php/Rev-Kiru0/article/view/2035>
- Jaramillo-Cartagena, R., López-Galeano, E. J., Latorre-Correa, F., & Agudelo-Suárez, A. A. (2021). Effect of Polishing Systems on the Surface Roughness of Nano-Hybrid and Nano-Filling Composite Resins: A Systematic Review. *Dentistry Journal*, 9(8), 95. <https://doi.org/10.3390/dj9080095>
- Jung, M. (1997). Surface roughness and cutting efficiency of composite finishing instruments. *Operative Dentistry*, 22(3), 98-104.
- Kakaboura, A., Fragouli, M., Rahiotis, C., & Silikas, N. (2007). Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science. Materials in Medicine*, 18(1), 155-163. <https://doi.org/10.1007/s10856-006-0675-8>
- Kumari, R. V., Nagaraj, H., Siddaraju, K., & Poluri, R. K. (2015). Evaluation of the Effect of Surface Polishing, Oral Beverages and Food Colorants on Color Stability and

- Surface Roughness of Nanocomposite Resins. *Journal of International Oral Health: JIOH*, 7(7), 63-70.
- Lawson, N. C., & Maharishi, A. (2020). Strength and translucency of zirconia after high-speed sintering. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 32(2), 219-225. <https://doi.org/10.1111/jerd.12524>
- Rashidi, M., Berangi, S., Chiniforush, N., Ahmadi, E., & Ranjbar Omrani, L. (2022). Microtensile Repair Bond Strength of a Composite After Accelerated Artificial Aging: Effect of the Air Abrasion, Bur, Er:YAG Laser, Two-Step Self-etch Bonding, and Universal Bonding Repair System. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 13, e18. <https://doi.org/10.34172/jlms.2022.18>
- Ren, S., Morton, D., & Lin, W.-S. (2020). Accuracy of virtual interocclusal records for partially edentulous patients. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 123(6), 860-865. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.08.013>
- Rocha, R. S., Oliveira, A. C., Caneppele, T. M. F., & Bresciani, E. (2017). Effect of Artificial Aging Protocols on Surface Gloss of Resin Composites. *International Journal of Dentistry*, 2017, 3483171. <https://doi.org/10.1155/2017/3483171>
- Romanini, J., Hirata, R., Bonfante, E., Bordin, D., Yakushijin, R., Vinicuis, F., Cohelo, P., & Reis, A. (2020). Monolithic CAD/CAM laminate veneers: Reliability and failure modes. *Dental Materials*, 36(6), 724-732. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.03.004>
- Rustum Baig, M. (s. f.). *Evaluación del ajuste marginal e interno de un sistema de carillas laminadas de porcelana de silicato de litio reforzadas con zirconio monolítico CAD/CAM - Baig—2022—Journal of Prosthodontics—Wiley Online Library*. Recuperado 23 de septiembre de 2024, de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jopr.13438>
- Santillán, A. M., Ticona Orellana, V. M., Escuzza González, S. R., Delgado Castillo, S. M., Huamán Laredo, W. I., Atoche Socola, K. J., & Munive Campos, C. A. (s. f.). Propiedades ópticas y mecánicas del zirconio translúcido como material restaurador óptimo en prótesis fija: Una revisión de la literatura. *Revista Científica Odontológica*, 10(3), e121. <https://doi.org/10.21142/2523-2754-1003-2022-121>
- Sarabjeet, S. S., Harpreet, S., & Hady Gepreel, M. A. (2021). A review on alloy design, biological response, and strengthening of β -titanium alloys as biomaterials. *Materials Science and Engineering: C*, 121, 111661. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2020.111661>

- Scaminaci Russo, D., Cinelli, F., Sarti, C., & Giachetti, L. (2019). Adhesion to Zirconia: A Systematic Review of Current Conditioning Methods and Bonding Materials. *Dentistry Journal*, 7(3), 74. <https://doi.org/10.3390/dj7030074>
- Tărăboanță, I., Buhățel, D., Brînză Concită, C. A., Andrian, S., Nica, I., Tărăboanță-Gamen, A. C., Brânzan, R., & Stoleriu, S. (2022). Evaluation of the Surface Roughness of Bulk-Fill Composite Resins after Submission to Acidic and Abrasive Aggressions. *Biomedicines*, 10(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10051008>
- Tekçe, N., Fidan, S., Tuncer, S., Kara, D., & Demirci, M. (2018). The effect of glazing and aging on the surface properties of CAD/CAM resin blocks. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 10(1), 50-57. <https://doi.org/10.4047/jap.2018.10.1.50>
- Toaza Paucar, A. E. (2023). *Rugosidad superficial de resinas compuestas mediante sistemas de pulido* [Universidad Nocional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11178>
- Traini, T., Sorrentino, R., Gherlone, E., Perfetti, F., Bollero, P., & Zarone, F. (2015). Fracture Strength of Zirconia and Alumina Ceramic Crowns Supported by Implants. *The Journal of Oral Implantology*, 41 Spec No, 352-359. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-13-00142>
- Weber, F. A., Donmez, M. B., Kahveci, Ç., Schimmel, M., & Yilmaz, B. (2024). Effect of coffee thermocycling on the surface roughness and stainability of denture base materials with different chemical compositions manufactured with additive and subtractive technologies. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 36(3), 453-459. <https://doi.org/10.1111/jerd.13136>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia.

Pregunta de investigación	Objetivos	Hipótesis	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio procesamiento de datos	Variables
¿Cuál es el efecto de rugosidad superficial de resinas compuestas reforzadas con zirconio sometidas a envejecimiento artificial acelerado?	<p>Objetivo general.</p> <p>Determinar la rugosidad superficial de resinas compuestas reforzadas con zirconio sometidas a envejecimiento artificial acelerado.</p> <p>Objetivos específicos.</p> <p>Calcular la rugosidad superficial de resinas compuestas reforzadas con zirconio sometidas a envejecimiento artificial acelerado (Ultradent)</p>	<p>H₁: Existe un efecto en la rugosidad superficial de resinas compuestas reforzadas con zirconio sometidas a envejecimiento artificial acelerado.</p> <p>H₀: No un efecto en la resistencia compresiva de resinas compuestas reforzadas con zirconio sometidas a envejecimiento artificial acelerado.</p>	<p>Este estudio se enfocó en una metodología cuantitativa de tipo transversal, que se caracteriza por la medición de las variables de estudio y un análisis bivariado de las variables de interés. Se opta por este enfoque debido a su capacidad para cuantificar los datos mediante el uso de herramientas estadísticas,</p>	<p>Se utilizaron 8 muestras de resina compuesta reforzadas con Zirconio en cada uno de los 4 grupos de comparación, sumando un total de 32 muestras en total.</p>	<p>INDEPENDIENTE (V1): Envejecimiento artificial acelerado (termociclado)</p> <p>DEPENDIENTE (V2): Rugosidad superficial</p>

<p>sometida a envejecimiento artificial acelerado Estimar la resistencia rugosidad superficial compuestas reforzadas con zirconio sometidas a envejecimiento artificial acelerado (Ultradent) sin ser sometida a envejecimiento artificial acelerado Precisar la rugosidad superficial de resinas compuestas reforzadas con zirconio sometidas a envejecimiento artificial acelerado Vittra APS (FGM)</p>		<p>lo que facilita una evaluación más precisa y objetiva de los resultados obtenidos. Además, se considera un enfoque prospectivo, ya que la recopilación de datos se llevará a cabo directamente de fuentes primarias, lo que añade una dimensión de actualidad y frescura al estudio..</p>		
---	--	--	--	--

	sometida a envejecimiento artificial acelerado Precisar la rugosidad superficial de resinas compuestas reforzadas con zirconio sometidas a envejecimiento artificial acelerado Vittra APS (FGM) sin ser sometida a envejecimiento artificial acelerado				
--	--	--	--	--	--

Anexo 02. Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	MEDIDA	VALOR	TIPO DE VARIABLE
Resinas compuestas reforzadas con zirconio	Las resinas compuestas reforzadas con zirconio son materiales dentales utilizados para restauraciones estéticas, compuestos por una matriz de resina a la cual se le han añadido partículas de zirconio para mejorar su resistencia mecánica, durabilidad y propiedades estéticas.	Proporción de zirconio en la composición de la resina, evaluada según la marca del material (Ultradent o Vittra APS). Cambios en la rugosidad superficial tras el envejecimiento artificial, medidos en micrómetros (μm) con un rugosímetro digital (Huatec - SRT 6199).	Nominal	μm	Cualitativa
Rugosidad Superficial	Conjunto de irregularidades que se dan en una superficie real como producto de su fabricación.	Valor numérico de la carga dado por el rugosímetro	De razón/ continua	μm	Cuantitativa

Anexo 03: Certificado de resultados de ensayos

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0142-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	26/09/2024	
7. RESULTADOS DE ENSAYOS					
7.1 ENSAYOS DE RUGOSIDAD					
Grupo 1: 1T					
Espécimen	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Promedio Ra (µm)
1	0.237	0.306	0.308	0.281	0.283
2	0.534	0.499	0.510	0.496	0.510
3	0.226	0.351	0.316	0.374	0.317
4	0.421	0.516	0.364	0.493	0.449
5	0.601	0.543	0.732	0.681	0.639
6	0.677	0.724	0.656	0.689	0.687
7	0.575	0.573	0.599	0.574	0.580
8	0.378	0.454	0.340	0.462	0.409
Grupo 2: 2					
Espécimen	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Promedio Ra (µm)
1	0.539	0.483	0.506	0.601	0.532
2	0.202	0.377	0.434	0.329	0.336
3	0.379	0.379	0.313	0.341	0.353
4	0.405	0.388	0.397	0.405	0.399
5	0.343	0.348	0.361	0.340	0.348
6	0.334	0.406	0.396	0.351	0.372
7	0.521	0.680	0.574	0.559	0.584
8	0.141	0.184	0.171	0.160	0.164
Grupo 3: 3T					
Espécimen	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Promedio Ra (µm)
1	0.256	0.292	0.274	0.267	0.272
2	0.456	0.462	0.443	0.546	0.477
3	0.397	0.461	0.437	0.478	0.443
4	0.285	0.225	0.221	0.298	0.257
5	0.276	0.387	0.399	0.307	0.342
6	0.764	0.732	0.642	0.709	0.712
7	0.302	0.277	0.297	0.254	0.283
8	0.215	0.309	0.260	0.322	0.277
Grupo 4: 4					
Espécimen	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Promedio Ra (µm)
1	0.135	0.101	0.128	0.120	0.121
2	0.187	0.153	0.157	0.117	0.154
3	0.051	0.021	0.036	0.040	0.037
4	0.383	0.327	0.358	0.371	0.360
5	0.166	0.119	0.443	0.155	0.221
6	0.360	0.353	0.308	0.475	0.374
7	0.388	0.391	0.397	0.385	0.390
8	0.254	0.109	0.113	0.184	0.165

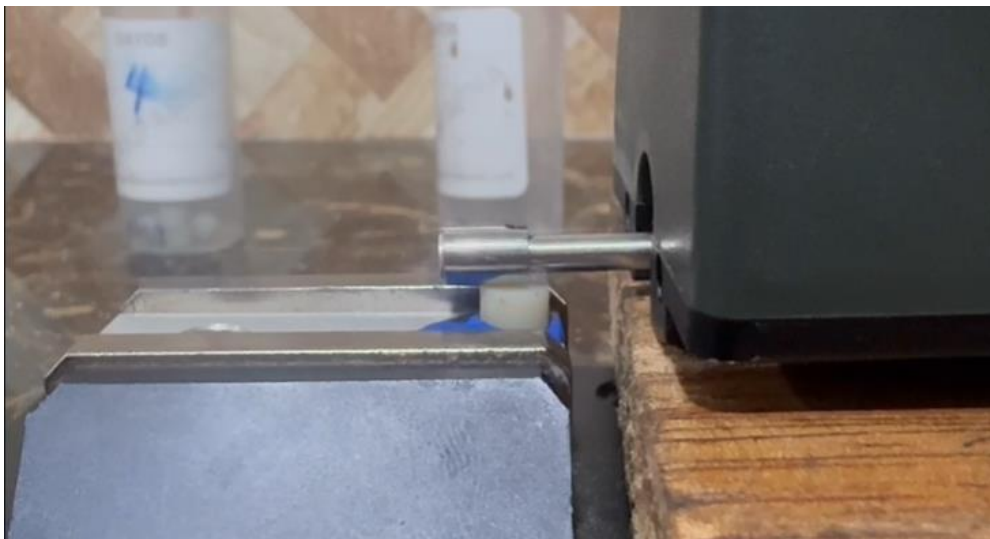
INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0142-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	26/09/2024
	 HTL <small>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</small>			
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio				
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe				
FIN DEL DOCUMENTO				

Anexo 4. Registro fotográfico

1. Ensayo de rugosidad superficial



2. Registro fotográfico de ensayo espécimen durante de rugosidad superficial



3. Termociclador utilizado para el envejecimiento artificial acelerado



4. Confección de especímenes

