



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS
NANOHÍBRIDAS TRATADAS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN CON
GLICERINA, ENVEJECIDAS: IN VITRO**

**Línea de investigación:
Biomateriales**

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor

Quispe Cangahuala, Víctor Hugo

Asesor

Pérez Suasnabar, Hugo Joel

ORCID: 0000-0002-7699-0640

Jurado

Meneses Gómez, Nadia Carolina

Chacon Gonzales, Doris Maura

Escudero Reyna, Raúl Uldarico

Lima - Perú

2025

EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS NANOHÍBRIDAS TRATADAS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN CON GLICERINA, ENVEJECIDAS: In vitro

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

ÍNDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

1%

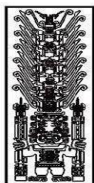
PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	5%
	Fuente de Internet	
2	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal	4%
	Trabajo del estudiante	
3	repositorio.unfv.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
4	1library.co	2%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.uap.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
6	Submitted to Universidad Continental	<1%
	Trabajo del estudiante	
7	pesquisa.bvsalud.org	<1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad Católica de Santa María	<1%
	Trabajo del estudiante	
9	Submitted to Universidad Catolica de Santo Domingo	<1%
	Trabajo del estudiante	
10	repositorio.unfv.edu.pe:8080	<1%
	Fuente de Internet	



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS NANOHÍBRIDAS TRATADAS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN CON GLICERINA, ENVEJECIDAS: *In vitro*

Línea de investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor

Quispe Cangahuala, Víctor Hugo

Asesor

Pérez Suasnabar, Hugo Joel

ORCID: 0000-0002-7699-0640

Jurado

Meneses Gómez, Nadia Carolina

Chacon Gonzales, Doris Maura

Escudero Reyna, Raúl Uldarico

Lima – Perú

2025

DEDICATORIA

"A mis padres y hermanos, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi motor constante, a mis abuelos, que desde el cielo siempre me han cuidado y acompañado.

Y a ti, mi amor, por tu apoyo incondicional y por ser mi fuerza en cada paso. Gracias por estar a mi lado siempre."

AGRADECIMIENTO

"Agradezco profundamente a los doctores Mg. Esp. CD Julia Medina, Mg. Esp. CD Hugo Pérez, Mg. Esp. CD Carlos López, Mg. Esp. CD Daniel Alvitez, por su valioso apoyo y orientación durante este proceso.

Al personal académico, que me aconsejo y ayudo durante este proceso.

A mis hermanos: Richard, Paola y Chernny por su apoyo y motivación inquebrantable.

Y, por supuesto, a Barbara Martínez, por su amor, apoyo y por estar siempre a mi lado.

Gracias por todo."

ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	01
1.1. Descripción y formulación del problema.....	02
1.2. Antecedentes.....	03
1.3. Objetivos.....	07
1.3.1. Objetivo general.....	07
1.3.2. Objetivos específicos.....	07
1.4. Justificación.....	08
1.5. Hipótesis.....	09
II. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	10
2.1.1. Resina compuesta.....	10
2.1.2. Propiedades de la resina compuesta.....	11
2.1.3. Clasificación de las resinas compuestas.....	13
2.1.4. Resina Filtek Z350 XT.....	14
2.1.5. Resina Tetric N Ceram.....	14
2.1.6. Glicerina.....	15
2.1.7. Capa inhibida de Oxígeno.....	15
2.1.8. Microdureza superficial.....	17
III. MÉTODO.....	19
3.1 Tipo de investigación.....	19
3.2 Ámbito temporal y espacial.....	19
3.2.1. Temporal.....	19

3.2.2. Espacial.....	19
3.3 Variables.....	19
3.3.1. Variable dependiente.....	19
3.3.2. Variable independiente.....	19
3.3.3. Operacionalización de variables.....	20
3.4 Población y muestra.....	20
3.4.1. Población.....	20
3.4.2. Muestra.....	20
3.4.3. Criterios de inclusión.....	21
3.4.4. Criterios de exclusión.....	22
3.5 Instrumentos.....	22
3.5.1. Discos de resina.....	22
3.5.2. Lampara de fotocurado.....	22
3.5.3. Equipo de protección personal.....	22
3.5.4. Materiales para confección de discos de resina.....	22
3.5.5. Equipo para el termociclaje.....	22
3.5.6. Evaluación de la microdureza.....	22
3.5.7. Ficha de registro.....	22
3.6 Procedimientos.....	23
3.6.1. Permisos administrativos.....	23
3.6.2. Fase de confección de muestras.....	23
3.6.3. Primera evaluación de microdureza superficial.....	24
3.6.4. Envejecimiento artificial acelerado con termociclado.....	24
3.6.5. Segunda evaluación de microdureza superficial.....	25
3.6.6. Recolección de datos.....	25

3.7	Análisis de datos.....	25
3.8	Consideraciones éticas.....	26
IV.	RESULTADOS.....	27
4.1.	Estadística inferencial.....	31
V.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	35
VI.	CONCLUSIONES.....	37
VII.	RECOMENDACIONES.....	38
VIII.	REFERENCIAS.....	39
IX.	ANEXOS.....	46
9.1.	Anexo A.....	46
9.1.1.	<i>Tablas de los resultados de microdureza superficial otorgados por el laboratorio HTL.....</i>	46
9.2.	Anexo B.....	50
9.2.1.	<i>Carta de presentación dirigida al laboratorio de operatoria dental de la Universidad Nacional Federico Villareal.....</i>	50
9.3.	Anexo C.....	51
9.3.1.	<i>Carta de presentación al laboratorio High Technology Laboratory Certificate.....</i>	51
9.4.	Anexo D.....	52
9.4.1.	<i>Confeción de especímenes de resina Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram.....</i>	52
9.5.	Anexo E.....	60
9.5.1.	<i>Matriz de consistencia.....</i>	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de sumario estadístico de los valores de microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT con y sin glicerina antes y después	27
Tabla 2. Tabla de sumario estadístico de los valores de microdureza superficial de la resina Tetric N Ceram con y sin glicerina antes y después	29
Tabla 3. Comparación de los valores de micro dureza superficial entre la resina Filtek Z350 XT y la resina Tetric N Ceram con y sin glicerina antes y después	31
Tabla 4. Prueba de ANOVA de la variación de la microdureza superficial inicial y final de la resina Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram	32
Tabla 5. Prueba de post-hoc de comparaciones múltiples por pared (Bonferroni)	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los valores de microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT con y sin glicerina antes y después	28
Figura 2. Distribución de los valores de microdureza superficial de la resina Tetric N Ceram con y sin glicerina antes y después	30
Figura 3. Anovaplot de los valores de microdureza superficial de las resinas con y sin glicerina antes y después	34

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la microdureza en resinas tratadas precedente y posteriormente a la aplicación con glicerina, envejecidas. In vitro. **Método:** Experimental, cuantitativo, prospectivo y longitudinal con muestra de 40 especímenes de resina de 6mm x 4mm, divididos en 4 grupos, 10 discos de Filtek Z350 XT a excepción de aplicación de glicerina (grupo A), 10 ruedas de Filtek Z350 XT con aplicación de glicerina (grupo B), 10 ruedas de Tetric N Ceram sin aplicación de glicerina (grupo C), 10 discos de Tetric N Ceram con aplicación de glicerina (grupo D). Se midió la microdureza superficial con el Microdurómetro Vickers (LG – HV – 1000, Mitutoyo-200mm) antes y después del envejecimiento acelerado con termociclado (10 mil ciclos). **Resultados:** El grupo A obtuvo una microdureza superficial inicial de 85.53 Kg/mm² y final de 75.99, el grupo B obtuvo 87.54 Kg/mm² inicial y final de 77.03 Kg/mm², el grupo C obtuvo 62.09 Kg/mm² inicial y final de 50.96 Kg/mm², el grupo D obtuvo 52.42 Kg/mm² inicial y final de 41.77 Kg/mm². **Conclusiones:** Se encontraron discrepancias significativas entre los primeros y finales valores de cada grupo de estudio ($P < 0.05$), al valorar la variación de microdureza superficial inicial y final después del envejecimiento, se encontró que todos los grupos disminuyeron sus valores.

Palabras clave: microdureza superficial, durómetro, resina y envejecimiento.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the microhardness in resins treated before and after application with glycerin, aged. In vitro. **Method:** Experimental, quantitative, prospective and longitudinal with a sample of 40 resin specimens of 6mm x 4mm, divided into 4 groups, 10 Filtek Z350 XT discs without glycerin application (group A), 10 Filtek Z350 XT wheels with glycerin application (group B), 10 Tetric N Ceram wheels without glycerin application (group C), 10 Tetric N Ceram discs with glycerin application (group D). Surface microhardness was measured with the Vickers Microhardness Tester (LG - HV - 1000, Mitutoyo-200mm) before and after accelerated aging with thermocycling (10 thousand cycles). **Results:** Group A obtained an initial surface microhardness of 85.53 Kg/mm² and final of 75.99, group B obtained 87.54 Kg/mm² initial and final of 77.03 Kg/mm², group C obtained 62.09 Kg/mm² initial and final of 50.96 Kg/mm², group D obtained 52.42 Kg/mm² initial and final of 41.77 Kg/mm². **Conclusions:** Significant discrepancies were found between the first and final values of each study group ($P < 0.05$), when evaluating the initial and final surface microhardness variation after aging, it was found that all groups decreased their values.

Keywords: surface microhardness, durometer, resin and aging.

I. INTRODUCCIÓN

En el área odontológica, el uso de resinas compuestas evolucionó significativamente debido a la necesidad de materiales con mejores propiedades mecánicas, mayor durabilidad y una apariencia estética óptima. Las resinas nanohíbridas ganaron popularidad gracias a su combinación de partículas de tamaño nanométrico y micropartículas convencionales, lo que les confirió una excelente resistencia al desgaste, un mejor acabado superficial y una mayor estabilidad mecánica en comparación con otras resinas compuestas. (Hervas-Martinez et al., 2006)

Una de las características fundamentales en la evaluación del desempeño clínico de las resinas es su microdureza superficial, ya que está directamente relacionada con su resistencia al desgaste y longevidad en la cavidad oral. Sin embargo, la exposición a elementos como la temperatura, el humedecimiento y el estrés mecánico puede alterar sus propiedades físicas con el tiempo. En este contexto, el envejecimiento artificial se utiliza como una metodología experimental para simular el deterioro que sufren los materiales restauradores en la boca, permitiendo analizar su estabilidad y comportamiento a largo plazo. (Ñaupari, 2017)

Diferentes estudios demostraron que el envejecimiento artificial, a través de procesos como el termociclado, pudo influir en su microdureza superficial. Dicho procedimiento sometió los materiales a cambios de temperatura cíclicos, imitando las variaciones térmicas que experimentaron en la cavidad oral debido al consumo de alimentos y bebidas frías o calientes. Dichas fluctuaciones indujeron estrés en la estructura de la resina, afectando su integridad y resistencia mecánica. (Ventrera y Barrionuevo, 2024)

Dado el impacto clínico que esto pudo tener en la durabilidad de las restauraciones, el estudio tuvo como objetivo evaluar la microdureza de resinas nanohíbridas que fueron sometidas a un proceso de envejecimiento artificial, y proporcionó información relevante para mejorar la selección de materiales restauradores y optimizar su desempeño a largo plazo.

1.1. Descripción y formulación del problema

Debido a la alta demanda de los pacientes por soluciones tanto funcionales como estéticas en los servicios odontológicos, las resinas compuestas, han pasado a ser uno de los materiales más utilizados para llevar a cabo restauración directa. Esta creciente popularidad ha impulsado una mejora continua en sus propiedades, lo que ha permitido optimizar la calidad de las restauraciones. (da Silva-Wanderly et al., 2021)

En la actualidad, seleccionar un material que reúna las mejores propiedades y satisfaga las exigencias mecánicas y funcionales del sistema estomatognático representa un verdadero desafío. Por ello, se busca un material restaurador cuyas características se asemejen lo más posible a las de la estructura dental, incluyendo un módulo de elasticidad adecuado, alta resistencia flexural y al desgaste, así como una óptima resistencia compresiva. (Ramirez-Montaña et al., 2018)

La microdureza es un elemento clave de las restauraciones, ya que previene la penetración, el rayado y el desgaste del material. En las resinas compuestas, un mayor contenido de material de relleno mejora esta propiedad, reduciendo la contracción. Para optimizar esta característica mecánica, las superficies de los composites deben someterse a procesos de acabado y pulido, los cuales son esenciales en cualquier restauración dental. (Pazmiño, 2021)

La glicerina puede actuar como un gel protector durante la polimerización de las resinas compuestas, ya que ofrece mayor estabilidad frente al oxígeno. Su aplicación previa a la fotopolimerización previene la formación prematura de enlaces estables, lo que permite que los radicales libres se unan completamente a la resina monomérica. De este modo, se evita la presencia de monómero residual en la superficie del material (capa inhibida por oxígeno) y se asegura un proceso de polimerización más eficiente. Como resultado, se obtiene una estructura

polimérica más densa, con menor liberación de monómero y una mayor resistencia del composite. (Ferriza, 2021)

Ante lo mencionado previamente, se cuestiona:

¿Cuál es la evaluación de la microdureza superficial en resinas nanohíbridas tratadas antes y después de la aplicación de glicerina, envejecidas?

1.2. Antecedentes

Basheer (2024) ejecutó una tesis en Yeddah, Arabia Saudita, con la intención de evaluar las propiedades físicas y químicas de composites flexibles de alta resistencia recientemente introducidos en comparación con composites dentales multiusos convencionales. En la investigación se analizaron cuatro composites fluidos de alta resistencia en los grupos experimentales, mientras que un composite nanohíbrido convencional (Filtek Z350 XT) sirvió como control. Se fabricaron veinte muestras de 5 mm de diámetro y 2 mm de grosor de cada material, las cuales fueron sometidas a 5000 ciclos de termociclado. La microdureza superficial se valoró mediante el procedimiento de Vickers, evidenciando que todos los materiales analizados presentaron una dureza superficial significativamente menor en cotejo con el conjunto control ($p < 0.05$). En conclusión, los composites fluidos de alta resistencia mostraron variaciones en sus propiedades, y algunos de ellos podrían ser opciones viables frente a los composites convencionales en aplicaciones específicas.

Douidar (2022) ejecutó un artículo en Mansura, Egipto, con el objetivo de evaluar el efecto del envejecimiento térmico en el módulo de Young (E) y la nanodureza (H) de compuestos de resina Bulk fill y reforzados con fibra. Para la investigación, se analizaron siete tipos de resinas: tres composites convencionales (Grandioso, Filtek Z350 XT, Z250), resinas Bulk fill (Tetric Evo Ceram, SDR fluida) y resinas reforzadas con fibra (Ever-X posterior, Alert). Se elaboraron diez muestras en forma de disco (8 mm x 2 mm) de cada material, y el módulo de Young (E) junto con la nanodureza (H) fueron evaluados mediante un probador

nanomecánico (UMT 1, Bruker, Santa Barbara, CA, EE.UU) con una punta de penetración de diamante Berkovich. Las mediciones se realizaron antes y después de exponer las muestras a 5000 ciclos de termociclado en agua destilada (5°C – 55°C). La data fue cuidadosamente analizada mediante ANOVA unidireccional y prueba de t pareada. Los resultados indicaron que todos los materiales presentaron discrepancias significativas en la dureza precedentemente y posteriormente del envejecimiento artificial. Se concluyó que tanto el módulo de Young (E) como la nanodureza (H) aumentaron con el incremento del contenido de relleno y que el envejecimiento artificial tuvo un impacto significativo en la nanodureza (H).

Lima (2023) realizó un estudio en Sao Luis, Brasil, con el propósito de evaluar el efecto del termociclado sobre la microdureza interna Knoop de resinas de relleno masivo de alta y baja viscosidad aplicadas en cavidades de Clase I. Para ello, utilizó 30 terceras molares con cavidades Clase I, que fueron distribuidas aleatoriamente en tres grupos según el sistema restaurador. Se emplearon resinas compuestas con nanopartículas (Filtek Z350 XT) en capas de 2 mm en capas de 3 mm y resina Bulk Fill de alta viscosidad en capas de 4 mm. Luego de 24 horas, las muestras fueron sometidas a termociclado y posteriormente seccionadas para medir la microdureza interna y superficial de las restauraciones. Los resultados indicaron que la resina compuesta nanoparticulada fue significativamente menor que la interna. Sin embargo, tras el termociclado, no se observaron diferencias entre la microdureza superficial e interna. En conclusión, el termociclado aumentó la microdureza interna de las restauraciones de resina, manteniendo una microdureza superficial superior a la interna después del procedimiento.

Tasin (2020) en Estambul, Turquía, se trazó como objetivo de evaluar el efecto del envejecimiento acelerado artificial sobre la estabilidad del color, la rugosidad y la microdureza superficial de tres tipos de materiales de revestimiento. Utilizó muestras de cerámica (E. max Press), hechas a mano, composite en capas (Tetric N Ceram) y composite prefabricado (PLV - Componeer), preparadas en forma de discos, con 10 muestras por cada grupo. La microdureza

Vickers se midió 24 horas después de la preparación y se volvió a evaluar después de 300 horas de envejecimiento en un sistema ultravioleta (UV) - AAA (Ci35 Meteorometro). La data se analizó mediante Shapiro-Wilk y Kruskal-Wallis, seguida de la prueba U de Mann Whitney. En conclusión, se determinó que la microdureza superficial fue influenciada por el envejecimiento acelerado artificial.

Gebril (2021), con el propósito de evaluar el efecto de calentar y enfriar repetidamente cuatro resinas compuestas durante hasta seis ciclos. Se utilizaron cuatro resinas compuestas (Filtek Supreme Ultra, Omnicroma Syringe, Spectra St, Tetric EvoCeram), las cuales fueron calentadas a 68°C y enfriadas a temperatura ambiente durante seis ciclos de fotocurado a 30°C. La microdureza Vickers se calculó en la parte superior e inferior de las superficies de las resinas, 24 horas después del fotocurado. Los hallazgos fueron desarrollados a través de varianza unidireccional, pruebas post-hoc de Dunnett o Bonferroni y análisis de correlación de Spearman. Los hallazgos revelaron que el calentamiento y enfriamiento causaron cambios mínimos en la dureza en ambas direcciones. Se concluyó que calentar, enfriar y recalentar las resinas repetidamente durante un máximo de una semana tuvo un efecto general muy bajo sobre la microdureza.

Fidan (2022) ejecutó un estudio en Turquía, para evaluar el efecto de dos técnicas de pulido y 10,000 ciclos de termociclado en la estabilidad del color, rugosidad y microdureza superficial de dos nanohíbridos (Tetric N Ceram, Escom100) y una resina Bulk Fill (Filtek). Se prepararon 60 muestras de resina, divididas en dos grupos según el tipo de pulido (Optrapol y Sof-Lex). Se midieron la rugosidad (Ra), microdureza (VHN) y cambio de color (ΔE_{00}) antes y después del termociclado. Los resultados mostraron que Escom100 con Sof-Lex presentó el mayor cambio de color (ΔE_{00}) y Filtek con Optrapol el menor. Sof-Lex produjo superficies más lisas, mientras que Optrapol tuvo valores de microdureza superiores. Se concluyó que Filtek Bulk-Fill con Optrapol es ideal para color y microdureza, y Escom100 con Sof-Lex para

suavidad. Después del termociclado, la rugosidad aumentó y la dureza disminuyó en todas las resinas.

Quillas (2023) llevó a cabo un estudio en Lima, Perú, evaluar el efecto del envejecimiento artificial sobre la microdureza superficial in vitro de resinas reforzadas con zirconio. De diseño experimental y prospectivo. Se examinaron 20 discos de resina por cada grupo, utilizando como materiales las resinas Forma. Los colores empleados fueron A2B, EA2 y A2. Las muestras fueron evaluadas en cuanto a su microdureza mediante Vickers, mientras que las muestras de los subgrupos envejecidos ($n=10$) fueron sometidas a un proceso de envejecimiento artificial. Obtuvo como resultado una diferencia estadísticamente significativa en la microdureza de la resina. Se concluyó que la resina Forma fue la única que mostró un aumento significativo en su microdureza.

Suarez (2021) llevó a cabo un estudio en Lima, Perú, con el objetivo de determinar la microdureza superficial de tres resinas compuestas nanohíbridas. Utilizó las resinas nanohíbridas Filtek Z350 XT (3M), las cuales fueron moldeadas en discos de 6 mm de diámetro y 2 mm de altura. Los discos fueron pulidos con el kit Sof-Lex de TDV y un motor de baja velocidad. Las muestras fueron sometidas a análisis de microdureza superficial utilizando un durómetro (Leitz Wetzlar), aplicando el método de Vickers. Los resultados mostraron que Filtek Z350 XT alcanzó una microdureza superficial de 70.360 ± 2.24 HV, seguida de Tetric N Ceram con 41.650 ± 1.35 HV, y Brilliant con 48.080 ± 1.90 HV. Se concluyó que la resina más dura fue Filtek Z350 XT, seguida por Brilliant y Tetric N Ceram.

Pazmiño (2021) llevó a cabo un estudio en Riobamba, Ecuador, con el objetivo de comparar la microdureza superficial de resinas nanohíbridas. Utilizó las resinas Amaris (Voco), Filtek Z350 (3M) y Vit-l-Escence (Ultradent), los discos fueron etiquetados y almacenados antes de ser evaluados individualmente en un durómetro. Los hallazgos mostraron que la resina Amaris presentó una microdureza superficial de 46.9 ± 1.8 HV. Se concluyó que la resina Filtek

Z350 XT mostró la mayor microdureza superficial en comparación con las otras resinas nanohíbridas estudiadas.

Narro (2021) en Trujillo, Perú, con el objetivo de comparar la microdureza superficial de tres marcas comerciales de resinas nanohíbridas. Se utilizaron las resinas Filtek Z350 XT, Palfique LX5 y Brillant NG. Los discos de resina fueron etiquetados según la marca y luego evaluados. Los hallazgos mostraron que la resina Palfique LX5 tuvo una microdureza superficial de 56.4 ± 3.83 HV. Se concluyó que la resina Filtek Z350 XT presentó la mayor microdureza.

Gutiérrez y Renteros (2021) en Arequipa, Perú, con el objetivo de comparar la microdureza superficial de tres resinas Bulk Fill. Utilizaron las resinas Filtek™ One Bulk y Tetric® N Ceram Bulk Fill. Luego, los discos fueron etiquetados según la marca y evaluados. Los resultados mostraron que la resina Filtek™ One Bulk Fill presentó una microdureza superficial de 58.19 ± 4.68 HV. Se concluyó que Filtek™ One Bulk Fill mostró una mayor microdureza que las otras dos resinas, con una diferencia significativa entre ellas.

Turbi y Abreu (2020) realizaron un estudio en Santo Domingo, República Dominicana, con el objetivo de determinar la dureza superficial en resinas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales. Utilizaron las resinas Brilliant NG y Solare X, y luego etiquetadas y separadas antes de someterse a pruebas de microdureza en una máquina Vickers. Los resultados mostraron que la resina Brilliant NG presentó una microdureza de 57.5 ± 2.97 HV. Se concluyó que la resina Brilliant NG tiene una mejor resistencia.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la microdureza superficial en resinas nanohíbridas tratadas antes y después de la aplicación con glicerina, envejecidas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la microdureza superficial en la resina Filtek Z350 XT (3M) tratadas antes y después de la aplicación con glicerina, envejecidas.

- Determinar la microdureza superficial en resina Tetric N Ceram tratadas antes y después de la aplicación con glicerina, envejecidas.

- Comparar la microdureza superficial en resinas Filtek Z350 XT (3M) y Tetric N Ceram tratadas antes y después de la aplicación con glicerina, envejecidas.

1.4. Justificación

El estudio se centró en determinar la microdureza de un composite nanohíbrido tratado con y sin la aplicación de glicerina.

Su valor social radicó en la contribución significativa al perfeccionamiento de los protocolos de uso de los composites nanohíbridos, mediante la implementación de dicha aplicación.

Para los estudiantes de Odontología de pregrado, que se encontraban en proceso de formación como futuros profesionales, adquirir conocimientos profundos y comprender los protocolos establecidos sobre los composites nanohíbridos les permitió abordar tratamientos de manera más eficaz y satisfactoria. Este conocimiento no solo optimizó la calidad de los procedimientos, sino que también ayudó a evitar complicaciones como la repetición innecesaria de tratamientos, lo que contribuyó a una mayor comodidad para los pacientes y redujo las posibilidades de insatisfacción.

Además, la correcta aplicación de este conocimiento permitió a los profesionales tomar decisiones fundamentadas, lo que se tradujo en un ahorro de tiempo, recursos financieros y molestias tanto para el paciente como para el odontólogo.

Por otro lado, este trabajo tuvo un valor científico considerable, ya que sirvió como punto de partida o referencia para futuras investigaciones relacionadas con los composites nanohíbridos. Los avances derivados de este estudio sentaron las bases para nuevos enfoques,

innovaciones o mejoras en las técnicas de restauración dental, beneficiando a la comunidad odontológica en su conjunto.

1.5. Hipótesis

- Existe diferencias estadísticas significativas de la microdureza superficial en resinas Filtek Z350 XT (3M) y Tetric N Ceram tratadas antes y después de la aplicación con glicerina, envejecidas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Resina compuesta*

Se introdujeron en la Odontología Conservadora para mejorar las deficiencias de las resinas acrílicas, las cuales habían reemplazado a los cementos de silicato en la década de 1940. (Hervás-Martínez et al., 2006)

En 1955, Buonocore empleó ácido ortofosfórico para optimizar la adhesión de las resinas acrílicas, mientras que Bowen desarrolló el monómero Bis-GMA con el propósito de mejorar las propiedades físicas de dichas resinas. (Bowen, 1963)

Actualmente, es el material de restauración más utilizado en Odontología, debido a su adhesión al tejido dental, la mínima invasión de su técnica y sus destacadas cualidades estéticas. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, presenta ciertas restricciones que logran perturbar la longevidad, por lo que los fabricantes buscan continuamente soluciones para minimizar estos inconvenientes. (Gutiérrez y Pomacóndor, 2020)

Entre sus principales limitaciones se encuentra la contracción dimensional durante la polimerización, que puede provocar flexión cuspídea, microfracturas en el esmalte y comprometer la integridad de la interfaz adhesiva. Además, cuando se aplica una capa gruesa de resina compuesta, la penetración de la luz de foto activación se reduce, lo que puede resultar en una polimerización incompleta. (Erickson, 2019)

Según García-Martínez et al. (2011), las características físicas, mecánicas, estéticas y el desempeño clínico de los composites dependen directamente de su estructura. En términos generales, estos materiales están conformados por:

- Matriz orgánica: Contiene el Bis-GMA, junto con reguladores de viscosidad, y un sistema acelerador.

- Relleno inorgánico: Formado por partículas seleccionadas en función de su morfología, tamaño y composición química.

- Agentes de unión: Destaca el silano, permitiendo la unión iónica con el SiO₂, y un grupo metacrilato en el otro extremo.

La matriz orgánica es garante de la polimerización, mientras que el relleno desempeña un papel clave en las propiedades. Por ello, maximizar el porcentaje de relleno es un objetivo fundamental. (García-Martínez et al., 2011)

2.1.2. *Propiedades de la resina compuesta*

2.1.2.1. Resistencia al desgaste. Esta propiedad hace referencia a la caída de las resinas compuestas para soportar la pérdida de material en su superficie, el bolo alimenticio o elementos externos como las cerdas de los cepillos dentales y los palillos de dientes. (Bayne, 1999)

Revilla (2011) resaltó la relevancia de esta característica, indicando que su comportamiento dependerá tanto del tamaño como de la clasificación de la resina empleada. Esto se debe a que las variaciones en su composición pueden influir en su resistencia, haciéndolas más vulnerables durante su uso cotidiano.

2.1.2.2. Textura superficial Su lisura depende principalmente del tipo, tamaño y cantidad de partículas de relleno. Una superficie rugosa puede favorecer la acumulación de placa bacteriana y actuar como un irritante mecánico, especialmente en zonas cercanas a los tejidos gingivales. (Burgoyne-Nicholls et al., 1991)

Durante el pulido, se permite disminuir la energía superficial, lo que impide la adhesión de placa bacteriana y elimina la capa inhibida. (Kreulen, 1991)

2.1.2.3. Coeficiente de expansión térmica. Velocidad con la que un material cambia de tamaño en respuesta a variaciones de temperatura. Un coeficiente de expansión térmica bajo favorece una mejor adaptación marginal. En el caso de las resinas compuestas, cobra

relevancia, ya que las restauraciones pueden estar expuestas a temperaturas que varían entre 0 °C y 60 °C. (Söderholm, 1984)

2.1.2.4. Sorción acuosa y expansión higroscópica. Se refiere al volumen de agua que una resina tiene la cabida de absorber en su superficie y en su estructura interna a través del tiempo, además de la expansión que se deriva de tal absorción. La infiltración de agua afecta negativamente sus propiedades. Dado que la absorción de agua está relacionada con la fase orgánica del material, un mayor contenido de relleno contribuye a reducir este efecto. (Santos, 1982)

2.1.2.5. Módulo de elasticidad. Representa la rigidez de un material. Un valor alto de este módulo indica mayor rigidez, mientras que un valor bajo sugiere mayor flexibilidad. En las resinas esta propiedad está directamente influenciada por el tamaño: a medida que aumentan estos factores, el módulo elástico también se incrementa. (Hu-Marquis et al., 2003)

2.1.2.6. Estabilidad de color. Las manchas se originan por la absorción de pigmentos presentes en alimentos y el tabaco, mientras que la decoloración se debe a la fotooxidación, como las aminas terciarias. Cabe destacar que las resinas fotopolimerizables presentan una mayor estabilidad cromática en comparación con las de activación química. (Dennison-Powers et al., 1978)

2.1.2.7. Radiopacidad. Con resina, tales como bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lanolina. La existencia de estos elementos permite identificar caries alrededor o bajo la restauración en radiografías. (Anusavice, 2004)

2.1.2.8. Contracción de polimerización. Uno de los principales desafíos en el uso de resinas compuestas es la contracción que ocurre durante la polimerización, lo que provoca una reducción de volumen y la posible formación de brechas entre la restauración y el diente. Para minimizar este efecto, es fundamental seleccionar una resina con una adecuada composición

de relleno y matriz, además de controlar su comportamiento antes del proceso de gelificación. (Caetano et al., 2008)

2.1.3. Clasificación de las resinas compuestas

Categoriza las resinas en función del tamaño y distribución de sus partículas. Se distinguen tres tipos principales: resinas convencionales (con partículas entre 0,1 y 100 μm), resinas de microrelleno y resinas híbridas.

2.1.3.1. Resina compuesta de macropartículas. Contiene partículas de relleno con de entre 10 y 50 μm . Aunque en su momento fueron ampliamente utilizadas, las dificultades en el acabado superficial llevaron a su desuso. La matriz resinosa tiende a desgastarse de manera desigual, dejando expuestas partículas de mayor tamaño y aumentando la rugosidad de la superficie, lo que reduce el brillo y favorece la pigmentación. (Tveit y Espelid, 1986)

2.1.3.2. Resina compuesta de micropartículas. Su desempeño clínico es más favorable en la región anterior, donde la carga masticatoria es menor, ya que ofrecen un excelente nivel de pulido y brillo superficial, como una mayor absorción de agua, un coeficiente de expansión térmica elevado y un menor módulo de elasticidad. (Miyasaka, 1996)

2.1.3.3. Resina compuesta híbrida. Surgen de la combinación de partículas de distintos tamaños. Se caracterizan por estar fortalecidas por vidrios de diversas composiciones y tamaños, con un porcentaje en peso superior al 60%. Estas resinas representan la mayoría de los materiales compuestos utilizados en Odontología hoy en día. Además, presentan buena resistencia a la abrasión y el desgaste, siendo aptas tanto para restauraciones anteriores como posteriores. También ofrecen diferentes niveles de opacidad, translucidez y fluorescencia. (Wakefield, 2001)

2.1.3.4. Resina compuesta microhíbrida. Las resinas microhíbridas contienen un alto porcentaje de partículas de relleno submicrométricas, superando el 60% en volumen. Sus partículas, que varían entre 0,4 y 1,0 μm , proporcionan una notable resistencia al desgaste y

propiedades mecánicas favorables. Sin embargo, presentan dificultades en el pulido, y su brillo superficial tiende a deteriorarse rápidamente. (Dietschi, 1994)

2.1.3.5. Resina compuesta de nanorelleno. Estas resinas son el resultado de desarrollos recientes en nanotecnología y contienen partículas de tamaño inferior a 10 nm (0,01 μm). Estas partículas pueden encontrarse de manera individual o agrupadas en nanoclústeres de aprox 75 nm. Por lo tanto, estas grandes cualidades, son adecuadas tanto para restauraciones en el sector anterior como en el posterior. (Yin, 2002)

2.1.3.6. Resina compuesta nanohíbrida. Las resinas nanohíbridas son una evolución de las resinas híbridas, a las cuales se les han añadido partículas de relleno inorgánico en escala nanométrica. Estas resinas contienen al menos tres tamaños distintos de partículas nanométricas, lo que permite mejorar significativamente sus propiedades físicas. (Lutz, 1986)

2.1.4. Resina Filtek Z350 XT

La empresa 3M, con más de 40 años de experiencia en el ámbito de la odontología restaurativa, ha sido pionera en el desarrollo de innovaciones, incluyendo la introducción de nanoresinas a principios de este siglo. (3M, 2017)

En 2005, 3M lanzó al mercado la resina Filtek Z350 XT Restaurador Universal, diseñada para ofrecer restauraciones con un acabado más natural gracias a su optimización de tonos, una mayor retención del pulido y una fluorescencia mejorada. (3M, 2017)

La composición de la Filtek Z350 XT incluye monómeros como bis-GMA, bis-EMA, TEGDMA y UDMA. Cabe destacar que el monómero PEGDMA fue reemplazado por TEGDMA con el objetivo de controlar la contracción durante la polimerización.

2.1.5. Resina Tetric N Ceram

La Tetric N Ceram es una resina nanohíbrida fotopolimerizable y radiopaca, diseñada para procedimientos restauradores. Su polimerización se activa con luz azul dentro del rango de longitud de onda de 400 a 500 nm.

Su fórmula contiene dimetacrilatos (19-20% de peso), en cambio, los rellenos se componen de vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, óxidos variados y copolímeros (80-81% de peso). Además, posee pigmentos, aditivos y catalizadores en una proporción inferior al 1% en peso.

El porcentaje total de relleno inorgánico en volumen varía entre 55% y 57%, con partículas cuyo tamaño oscila entre 40 nm y 3000 nm. (Ivoclar Vivadent, 2010)

2.1.6. Glicerina

La glicerina es un alcohol polihídrico (poliol) con tres grupos hidroxilo en su estructura, conocido también como alcohol trivalente. Su fórmula molecular es $C_3H_8O_3$. Se obtiene a través de la reacción de aceites y grasas con agua, seguida de un proceso de purificación para garantizar su alta calidad. Es un líquido transparente, incoloro, inodoro y viscoso, con un sabor dulce y no tóxico.

En el proceso de fotopolimerización, la aplicación de glicerina tiene como objetivo evitar la interacción entre los radicales libres y el oxígeno en la superficie de la resina compuesta. Al actuar como un gel protector, la glicerina contribuye a una polimerización más eficiente al bloquear la interferencia del oxígeno, lo que permite que los radicales libres se adhieran completamente al monómero de resina. Esto evita la presencia de monómero residual en la superficie del material (conocida como capa inhibida por oxígeno), optimizando la polimerización, promoviendo la formación de una estructura polimérica más densa y reduciendo la pérdida de monómero. (Ferriza, 2021)

2.1.7. Capa inhibida de Oxígeno

Los monómeros mencionados son compuestos bifuncionales de metacrilato que se robustecen a través de una resistencia de polimerización por radicales libres. Sin embargo, este proceso puede verse inhibido por la presencia de oxígeno, lo que genera una capa superficial con una polimerización incompleta.

Durante el proceso de curado, la difusión de oxígeno en la resina contribuye a la creación de una película superficial adherente y parcialmente polimerizada. Este efecto ocurre debido a la conversión de los radicales libres en peróxidos estables, los cuales tienen baja reactividad con los monómeros, impidiendo la polimerización completa de la superficie de la resina. (Zaracho, 2017)

2.1.7.1. Técnicas para eliminar la capa inhibida de Oxígeno. Estas técnicas han ido mejorando en el transcurso del tiempo mejorando la microdureza en las resinas.

A. Polimerización en una atmosfera de Nitrógeno. En un estudio realizado por Shawkat-Shortall et al. (2009) en el Reino Unido, se analizó la potencia de apego entre capas de resinas compuestas. Se encontró que el contacto de la resina con el oxígeno genera una capa inhibida que puede debilitar la unión entre las capas al usar la técnica de obturación incremental. Para abordar este problema, los investigadores fotocuraron la resina, evitando así la relación con el oxígeno.

B. Fotocurado en una atmosfera de Argón. En India, Sehgal-Rao et al. (2008) estudiaron la técnica de fotocurado en múltiples capas para restauraciones con resinas. Aunque es un método recomendado, presentaba problemas de adhesión entre las capas debido a la capa inhibida por oxígeno. Los resultados mostraron que la presencia de la capa inhibida de oxígeno mejora la resistencia al cizallamiento, ya que permite una mayor interdifusión entre las capas de resina.

C. Fotocurado sobre una capa de poliéster transparente. Farid (2009) en Egipto investigó cómo diferentes tratamientos de superficie afectan la firmeza a la tracción de las uniones. En su estudio, algunas muestras se fotocuraron, mientras que otras se curaron en aire sin la tira de poliéster. Los resultados demostraron que la presencia de la capa inhibida por oxígeno, generada al curar en aire, mejora la adhesión inmediata entre las capas de resina.

D. Métodos de pulido con sofex pop-on, enhance y pogo. Abreu (2004) en España destacó la importancia de los métodos de acabado en restauraciones de resina compuesta dentro de la odontología conservadora. En su estudio, se evaluó la rugosidad superficial, incluyendo Sof-Lex Pop-On, Enhance y Pogo, siguiendo las indicaciones del fabricante. Los resultados mostraron que el sistema Pogo presentó los niveles de rugosidad más bajos, mientras que Enhance logró superficies más lisas y uniformes en comparación con Sof-Lex Pop-On, eliminando así de manera más efectiva la capa inhibida.

E. Exposición de jeringa de aire, agua y piedra pómez. Rueggeberg (1999) en Georgia, realizó un estudio in vitro comparativo con el objetivo de evaluar la efectividad de distintos tratamientos de superficie para reducir la capa inhibida de oxígeno. Se establecieron varios grupos de estudio: un grupo de control sin tratamiento, un grupo expuesto a aire durante 20 segundos, otro en el que se aplicó manualmente un algodón humedecido por el mismo tiempo, un tercer grupo tratado con piedra pómez aplicada con una torunda de algodón, y un último grupo donde se utilizó una mezcla de agua y piedra pómez aplicada con una escobilla profiláctica en una pieza de baja velocidad. Los resultados indicaron que la aplicación de piedra pómez logró eliminar entre el 93% y el 95% de los monómeros en comparación con el grupo de control, siendo el método más eficaz para eliminar la capa inhibida de oxígeno.

F. Aplicación de glicerina durante la polimerización de las resinas. Pérez (2006) propuso una técnica sencilla y efectiva para mejorar la estética de restauraciones en dientes anteriores con resinas compuestas. En su estudio, recomendó que, después de polimerizar la última capa de resina, se cubra toda la restauración con glicerina antes de realizar un fotocurado final. Este procedimiento permite eliminar la capa inhibida de oxígeno antes de proceder con el acabado y pulido, optimizando así el resultado estético de la restauración.

2.1.8. Microdureza superficial

La dureza es una propiedad que describe la naturaleza de la superficie de un material en particular. No determina otras características de la materia, pero está relacionada con sus propiedades elásticas y plásticas. Aunque comúnmente se asocia con la solidez o firmeza, el término no se limita a un único concepto, sino que también hace referencia a los métodos empleados para su medición. (Zaracho, 2017)

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Cuantitativo, experimental, prospectivo, longitudinal.

3.2. Ámbito temporal y espacial

3.2.1. Temporal

La investigación se desarrolló del 26 al 30 de agosto de 2024, con el objetivo de desarrollar el proyecto de tesis aprobado. Durante este periodo, se realizaron las actividades necesarias para cumplir con los objetivos establecidos.

3.2.2. Espacial

Realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate (HTL), en que se obtuvieron las autorizaciones requeridas para utilizar el equipo de cálculo de dureza, en particular el modelo Microdurómetro Vickers Electrónico Vernier Digital (LG – HV – 1000, Mitutoyo – 200mm). En este laboratorio, se aplicó el método de Vickers para determinar la microdureza del esmalte.

3.3. Variables

3.3.1. Variable dependiente

Microdureza superficial se entiende como la cabida de un material para oponer la penetración o indentación permanente en su superficie.

3.3.2. Variable independiente

Glicerina se describe como una sustancia eficaz para impedir la acción del oxígeno, evitando así la formación de la capa inhibidora de oxígeno.

3.3.3. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	VALOR
Microdureza Superficial	Resistencia de la superficie	Carga Fuerza Dureza	Método de Dureza Vickers	De Razón /Continua	KgF
Glicerina	Alcohol que, formulado como gel presenta propiedades lubricantes.	Gel de glicerina	Aplicación de glicerina en gel	Nominal	Si No

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Se tuvo como una población a una cantidad de 65 discos de resina confeccionados con las medidas dadas por el ISO 4049 – 2019, posteriormente los discos que respeten los criterios de inclusión serán seleccionados como muestra.

3.4.2. Muestra

Integrada por 40 muestras de discos redondos de las resinas Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram. Los especímenes de resina se seleccionaron según el estándar ISO 4049-2019, y las dimensiones establecidas para este estudio son de 6 mm de diámetro por 4 mm de altura.

Muestra: Formula para comparación de medidas

$$N = \frac{K \cdot (Z\alpha + Z\beta)^2 \cdot S^2}{d^2}$$

$$d^2$$

Dónde:

N: número de sujetos necesarios

Donde:

$$Z\alpha = 1.96, Z\beta = 0.84, S^2 = 0.11, d^2 = 0.1, K = 4, N = 4$$

Para este estudio, se utilizó la fórmula de comparación de medias para grupos con varianzas diferentes. Se determinó que el tamaño de la muestra fue de 10 especímenes. Dado que se evaluaron cuatro grupos en total, el tamaño total de la muestra fue de 40 especímenes, distribuidos de la siguiente manera:

GRUPO A. Presento 10 muestras de resina Filtek Z350 XT, sin la aplicación con glicerina.

GRUPO B. Presento 10 muestras de resina Filtek Z350 XT, con la aplicación con glicerina.

GRUPO C. Presento 10 muestras de resina Tetric N Ceram, sin la aplicación con glicerina.

GRUPO D. Presento 10 muestras de resina Tetric N Ceram, con la aplicación con glicerina.

3.4.3. Criterios de inclusión

-Discos de resina Filtek Z350 XT™ 3M ESPE y Tetric N Ceram fotocurados con la lámpara de intensidad de luz de 800 mw/cm².

-Discos de resina Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram que cumplan con los estándares (norma ISO 4049:2019).

-Discos de resina Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram sin burbujas visibles en la superficie.

-Discos de resina Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram llevados a un sistema de termociclaje con Termociclador Mastercycler ® Nexus Series.

3.4.4. Criterios de exclusión

-Discos de resina Filtek Z350 XT™ 3M ESPE y Tetric N Ceram no fotocurados con la lámpara de intensidad de luz de 800 mw/cm².

-Discos de resina Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram que no cumplan con los estándares (norma ISO 4049:2019).

-Discos de resina Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram con burbujas visibles en la superficie.

-Discos de resina Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram que no fueron llevados a un sistema de termociclaje con Termociclador Mastercycler ® Nexus Series.

3.5. Instrumentos

3.5.1. Discos de resina

40 discos de resina, distribuidos en 04 grupos de estudio.

3.5.2. Lámpara de fotocurado

Lámpara marca Bluephase N® MC inalámbrica anteriormente mencionada.

3.5.3. Equipo de protección personal

Gorro descartable, mascarilla descartable, y guantes de nitrilo.

3.5.4. Materiales para confección de discos de resina

03 jeringas de resina Z350 XT 3M ESPE (LOT 9993539), 03 jeringas de resina Tetric N Ceram (LOT Z0692W), platina de vidrio, vaselina liquida, porta resina HuFriedy, tira de acetato y glicerina en gel.

3.5.5. Equipo para el termociclaje

Termociclador Mastercycler ® Nexus Series

3.5.6. Evaluación de la microdureza

Equipo de Microdurómetro HVS-1000A para aplicar el método de Dureza de Vickers.

3.5.7. Ficha de registro

3.5.7.1. Grupo. Describe si pertenece al grupo A, B, C y D.

3.5.7.2. Espécimen. Se asigno un número de acuerdo al orden de confección.

3.5.7.3. Microdureza superficial. Se colocó los valores de la indentación registrados durante la medición.

Posteriormente, los datos recopilados se ingresarán en programas estadísticos, los cuales compararán, evaluarán y determinarán si existen diferencias significativas en la microdureza superficial. Además, se generarán gráficos representativos de estos valores.

3.6. Procedimientos

3.6.1. Permisos administrativos

Se efectuó la petición administrativa en la Universidad Nacional Federico Villareal para obtener la aprobación, así como la asignación del profesor para la orientación y supervisión del estudio.

Se administró la autorización para llevar a cabo el proyecto de estudio en el Laboratorio de Alta Tecnología (HTL), dirigido por el Ing. Robert Nick Eusebio Teheran, CIP 193364, quien llevó a cabo las 40 mediciones en las muestras de esmalte de bovinos para determinar su microdureza.

(Anexo C). Se requirió una carta de exposición para obtener acceso a las subestructuras y dispositivos del laboratorio del área de Operatoria Dental, donde se llevará a cabo la fabricación supervisada de los especímenes.

3.6.2. Fase de confección de muestras

El proceso comenzará con la fabricación de los especímenes utilizando tres jeringas de resina Filtek Z350 XT™ A2™ 3M ESPE y tres jeringas de resina Tetric N Ceram.

Esta matriz se colocará sobre una platina de vidrio para asegurar estabilidad uniforme. Se aplicará vaselina líquida entre la resina y el acero, luego se llenará la matriz con la resina en

dos incrementos de 2 mm utilizando una porta resina Hu Friedy. Se realizará fotocurado entre cada acrecentamiento con la lámpara de luz halógena.

Previo al final de fotocurado, se situará una cinta de acetato sobre la matriz y una placa de portaobjetos encima de ella para uniformizar el sobrante de resina en la superficie. Se retirarán las sobras de resina utilizando una espátula Hu Friedy para eliminarla y se llevará a cabo el fotocurado final durante veinte segundos, conforme a las instrucciones del fabricante. El conjunto A y C concluirá su proceso de confección con este último proceso de fotocurado.

El grupo B y D tendrá un proceso adicional de último fotocurado con la aplicación de glicerina para inhibir la capa inhibida de oxígeno. Se aplicará glicerina en gel sobre la superficie de la resina y se fotocurará por 20 segundos más, terminando así su proceso de confección.

Luego, se realizará un lavado con ultrasonido por tres minutos con agua desionizada. Al finalizar la fabricación, los especímenes se almacenarán a 37° durante 24 horas. Después de este tiempo, se retirarán los especímenes del recipiente y se secarán con aire de la jeringa triple. Inmediatamente después, serán transportados en envases para su selección según el proceso de polimerización.

3.6.3. Primera evaluación de microdureza superficial

Los especímenes se llevaron al laboratorio High Technology Laboratory Certificate (HTL), donde se realizará la medición inicial de la Microdureza Superficial con un Durómetro.

El método de dureza Vickers se llevará a cabo penetrando los especímenes. La carga completa se aplicará normalmente durante 10 a 15 segundos.

Estos datos se recopilarán en una ficha previamente mencionada para su análisis posterior.

3.6.4. Envejecimiento artificial acelerado con termociclado

Después de la primera medición de microdureza superficial, se llevó a cabo el envejecimiento artificial acelerado según la norma ISO 11405 de la siguiente manera:

Inicialmente, se preparó una cocina eléctrica y un recipiente de aluminio con agua, con un termómetro para mantener la temperatura entre 55°C y 60°C. Una vez alcanzada esta temperatura, se desconectó la cocina eléctrica temporalmente para evitar que la temperatura excediera el rango especificado (55°C-60°C), y después de unos minutos se volvió a conectar para mantener la temperatura constante.

A continuación, se preparó otro recipiente con agua al que se añadieron cubos de hielo, controlando la temperatura con un termómetro para mantenerla entre 5 °C y 8 °C. Se agregó hielo adicional cuando fue necesario para conservar dicho rango térmico.

Una vez completados estos pasos, se procedió con el envejecimiento artificial. Este proceso implicó sumergir las muestras en el agua caliente (55°C-60°C) durante 30 segundos, retirarlas y secarlas durante 10 segundos, y luego sumergirlas en el recipiente de agua fría (5°C-8°C) durante otros 30 segundos, seguido de un período de escurrimiento de 10 segundos. Cada ciclo completo de este procedimiento se repetía para alcanzar un total de 10,000 ciclos de envejecimiento artificial acelerado.

3.6.5. Segunda evaluación de microdureza superficial

En esta fase se llevó a cabo la última toma de microdureza superficial, utilizando el mismo procedimiento que en el primer registro. Las mediciones se realizaron en cada grupo compuesto por 10 especímenes después del proceso de termociclado.

3.6.6. Recolección de datos

Se registraron los valores obtenidos de microdureza superficial en la ficha de recolección de datos, donde se incluyeron los cuatro grupos a analizar en el estudio: A, B, C y D con 10 muestras evaluadas por cada grupo. Para cada muestra se registró un valor específico de microdureza superficial, y posteriormente se calcularon los datos correspondientes para todas las muestras.

3.7. Análisis de datos

Todos los resultados obtenidos se ingresaron a Microsoft Excel®. Posteriormente, se analizarán utilizando el programa estadístico Stata® Versión 17.0.

Asimismo, se calcularán las estadísticas descriptivas para cada grupo de polimerización utilizando los valores registrados con el durómetro. Estos datos se organizarán en una tabla de frecuencias. Se emplearán las fórmulas estadísticas más apropiadas para este estudio.

3.8. Consideraciones éticas

Este estudio se ajustará a todas las recomendaciones sugeridas por diversas oficinas y entidades pertinentes.

IV. RESULTADOS

Se analizó la microdureza superficial de dos resinas nanohíbridas, contrastando los hallazgos obtenidos precedentemente y posteriormente de la aplicación de glicerina y tras un proceso de envejecimiento.

Tabla 1

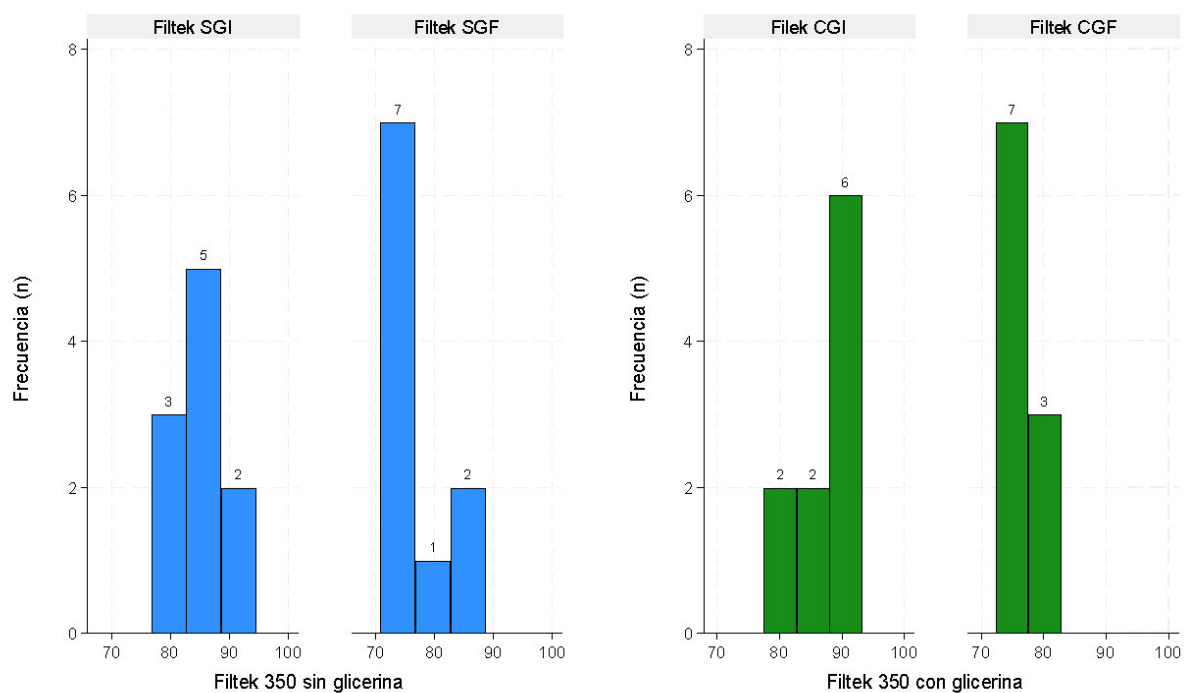
Sumario estadístico de los valores de microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT con y sin glicerina antes y después

GRUPO	N	Mean	SD	p50	IQR	Min	Max
Filtek SGI	10	85.53	5.15	84.25	5.9	80	94.6
Filtek SGF	10	75.99	5.29	74.15	6.2	70.7	86.2
Total	20	80.76	7.05	80.8	11.15	70.7	94.6
GRUPO	N	Mean	SD	p50	IQR	Min	Max
Filtek CGI	10	87.54	4.88	89.25	6.1	78.1	93.2
Filtek CGF	10	77.03	2.25	77.3	1.7	72.2	79.8
Total	20	82.285	6.54	79.6	11.95	72.2	93.2

Nota. De la tabla 1 se observa que del grupo Filtek Z350 XT sin glicerina inicial presentó el mayor valor de microdureza superficial con $85.53 \text{ kgF/mm}^2 \pm 5.15 \text{ kgF/mm}^2$ comparado con la resina Filtek Z350 XT sin glicerina final con un valor de $75.99 \text{ kgF/mm}^2 \pm 5.28 \text{ kgF/mm}^2$. Dentro del grupo Filtek Z350 XT con glicerina el mayor valor se presentó en el grupo inicial con $87.54 \text{ kgF/mm}^2 \pm 4.88 \text{ kgF/mm}^2$ a comparación del grupo final con $77.03 \pm 2.24 \text{ kgF/mm}^2$.

Figura 1

Distribución de los valores de microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT con y sin glicerina antes y después



Nota. De la figura uno se observa que en el grupo sin glicerina al inicio se presentaron los mayores valores de micro dureza superficial con valores entre 80 y 90 kgF/mm²; en el grupo con glicerina se observó también que los mayores valores se presentaron al inicio con un rango de valores entre 80 y 90 kgF/mm². Fuente: tabla 1.

Tabla 2

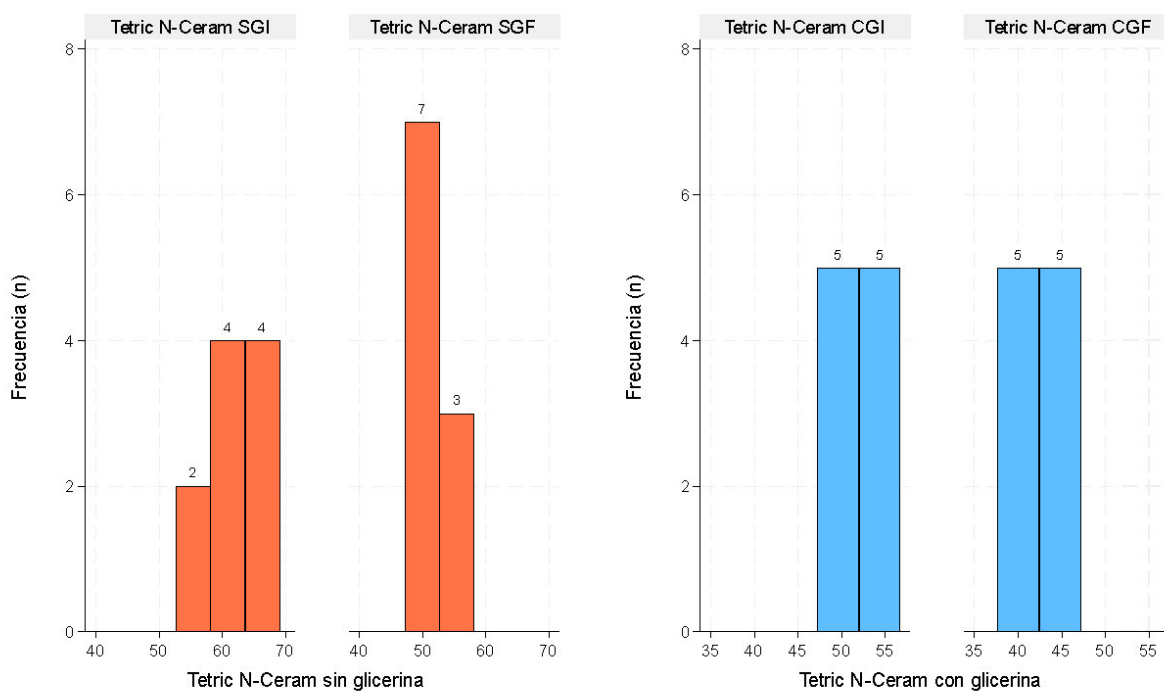
Tabla de sumario estadístico de los valores de microdureza superficial de la resina Tetric N Ceram con y sin glicerina antes y después

GRUPO	N	Mean	SD	p50	IQR	Min	Max
Tetric SGI	10	62.09	4.19	62.45	6	55.8	69.1
Tetric SGF	10	50.96	3.28	50.9	5.7	47.1	57.1
Total	20	56.525	6.78	56.2	11.55	47.1	69.1
GRUPO	N	Mean	SD	p50	IQR	Min	Max
Tetric CGI	10	52.42	2.59	52.45	3.2	48	56.7
Tetric CGF	10	41.77	2.52	42.6	4.2	37.6	45
Total	20	47.095	6.00	46.5	9.85	37.6	56.7

Nota. De la tabla 2 observa que la resina Tetric N Ceram el mayor valor en el grupo sin glicerina se presentó al inicio con un valor de $62.09 \pm 4.19 \text{ KgF/mm}^2$ a comparación del grupo final con un valor de $50.96 \pm 3.28 \text{ KgF/mm}^2$. Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

Distribución de los valores de microdureza superficial de la resina Tetric N Ceram con y sin glicerina antes y después



Nota. De la tabla 2 se observa que en el grupo sin glicerina los valores iniciales fueron mayores con un rango entre 50 kg/mm² y 70 kgF/mm²; en el grupo con glicerina los valores fueron mayores al inicio con valores entre 50 kgF/mm² y 55 kg/mm². Fuente: Tabla 2.

4.1. Estadística inferencial

Tabla 3

Comparación de los valores de microdureza superficial entre la resina Filtek Z350 XT y la resina Tetric N Ceram con y sin glicerina antes y después

Grupo	Media	D.E	Frecuencia (n)
Filtek 350 SGI	85.53	5.1460988	10
Filtek 350 SGF	75.99	5.2873959	10
Filtek 350 CGI	87.54	4.8826678	10
Filtek 350 CGF	77.03	2.2479868	10
Tetric N Ceram SGI	62.09	4.188463	10
Tetric N Ceram SGF	50.96	3.2836971	10
Tetric N Ceram CGI	52.42	2.5943528	10
Tetric N Ceram CGF	41.77	2.5192812	10
Total	66.66625	16.64432	80

Nota. De la tabla 3 observa que el grupo de Filtek Z350 XT con glicerina inicial obtuvo el mayor valor de $87.54 \pm 4.88 \text{ KgF/mm}^2$ y el grupo de Tetric N Ceram con glicerina final obtuvo el menor valor de $41.77 \pm 2.51 \text{ KgF/mm}^2$.

Tabla 4

Normalidad de variación de la microdureza superficial inicial y final de Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram

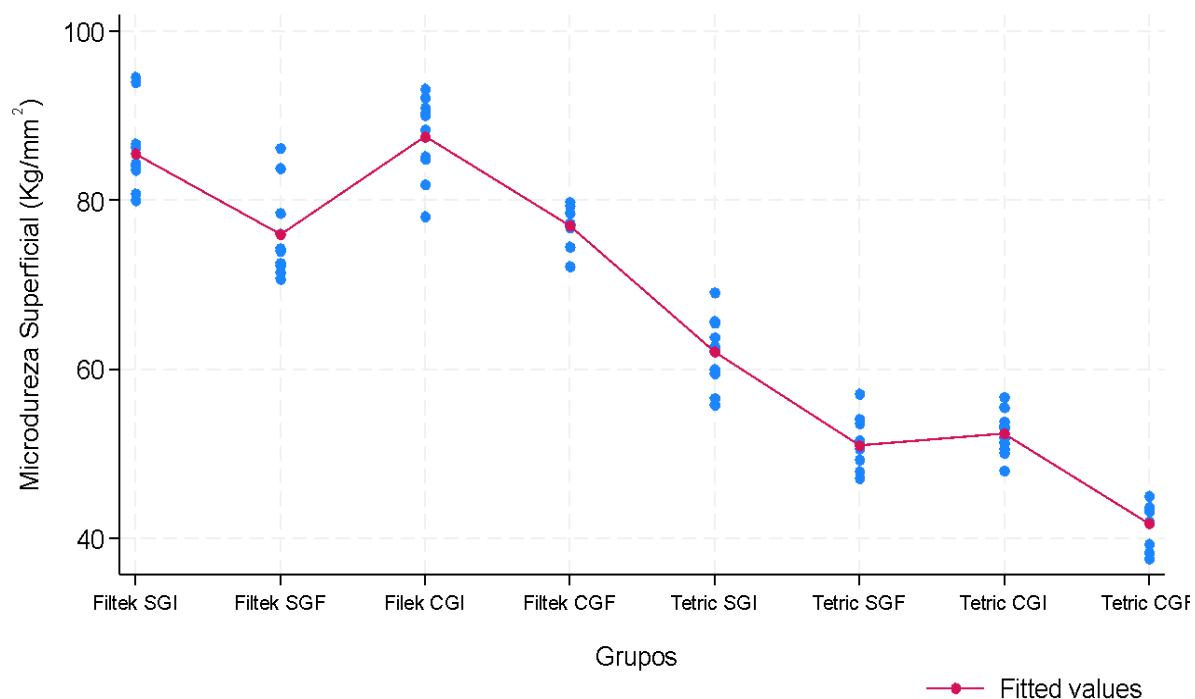
ANOVA de un factor					
Fuente	SS	Df	MS	F	Prob > F
Between groups	20763.0139	7	2966.14	190.23	0.001
Within groups	1122.625	72	15.59		
Total	21885.6389	79	277.03		

Nota. De la tabla 4 se observa la normalidad en cada grupo de estudio mediante ANOVA, todos los grupos presentaron distribución normal. Según ese resultado, utilizaremos la Prueba de Post-Hoc para la comparación múltiples por pares (Bonferroni). Fuente: elaboración propia.

Nota. De la tabla 5 se observa la comparación múltiple por pares concluyendo la existencia de diferencias significativas entre los resultados.

Figura 3

Anovaplot de los valores de microdureza superficial de las resinas con y sin glicerina antes y después



Nota. De la Figura 3 se observa que los valores de microdureza superficial de las resinas Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram sin y con glicerina antes y después, el grupo con mayor valor de microdureza superficial fue el de Filtek CGI y el grupo con menor valor fue el de Tetric CGF.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los efectos de la microdureza superficial se encontró que los valores presentan un valor $p > 0.05$, por lo tanto, se encuentran en distribución normal. Se realizó mediante la prueba de chi cuadrado.

Dentro de los grupos de medición sin glicerina inicial se obtuvo que la resina Filtek Z350 XT obtuvo un valor de microdureza artificial media de 85.53, esto se asemeja a los resultados de Quillas (2023), que obtuvo un valor inicial de 71.61 para su grupo de Filtek Z350 XT. Por otro lado, la resina Tetric N Ceram obtuvo un valor de la media de 62.09 presentando menor microdureza superficial a comparación a la resina anterior mencionada, estos valores coinciden con los obtenidos por Fidan (2022), el cual es 52.97 para su grupo de Tetric N Ceram inicial.

Dentro de los grupos con glicerina inicial, se obtuvo que la resina Filtek Z350 XT obtuvo el mayor valor de microdureza en el presente estudio con un valor de 87.54, mientras que Tetric N Ceram obtuvo un valor de 52.42 el cual coincide con el obtenido por Fidan (2022), el cual es 52.97 para su grupo de Tetric N Ceram inicial, difiriendo con el presente estudio en el uso de glicerina como paso final en la polimerización y realizando en cambio un pulido con el sistema de caucho optrapol.

Para el grupo sin glicerina final se obtuvo una media en la microdureza para la resina Filtek Z350 XT un valor de 75.99 el cual coincide con Basheer (2024) donde obtuvo un valor medio de 70.13 para su muestra sin glicerina final a 5000 ciclos del envejecimiento, y para la Tetric N Ceram se obtuvo un valor de 50.96 que coincide con Tasin (2020) el cual obtuvo un valor de 54 para su grupo final sin glicerina.

En cuanto a los grupos con glicerina final se obtuvo que la resina Filtek Z350 XT obtuvo el mayor valor con una media de 77.03, esto se asemeja a Quillas (2023) la cual obtuvo un valor de 72.21 y Basheer (2024) con un valor de 70.13, difiriendo con el estudio ya que estas

investigaciones no usaron un último paso con glicerina durante la polimerización. Para la resina Tetric N Ceram se obtuvo un valor de 41.77 el cual fue el resultado más bajo de microdureza artificial para el presente estudio, coincidiendo con Fidan (2022) el cual obtuvo un valor de 44.21 el cual difiere con esta investigación en el uso de glicerina, y por lo contrario realizando un pulido con el sistema de discos Soflex.

Al comparar la microdureza en las resinas Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram, se encontró que los cuatro grupos disminuyeron sus valores iniciales de microdureza superficial, por lo tanto, existe diferencias significativas al envejecimiento ($P < 0.05$).

VI. CONCLUSIONES

6.1. Se detectaron variaciones estadísticamente relevantes entre los valores preliminares y finales en cada conjunto de resina Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram, que fueron tratadas con glicerina y que se habían envejecido.

6.2. El grupo B Filtek Z350 XT con glicerina, obtuvo el mayor valor de microdureza superficial antes y después del termociclado en comparación a la Tetric N Ceram.

6.3. El grupo D Tetric N Ceram con glicerina, obtuvo el menor valor de microdureza superficial antes y después del termociclado, mientras que el grupo que no fue tratado con glicerina, obtuvo el mayor valor después de ser sometido a termociclado.

6.4. Todos los grupos disminuyeron sus valores en microdureza superficial después del efecto de termociclado.

6.5. La aplicación de la glicerina aumentó la microdureza superficial en los especímenes de Filtek Z350 XT, al contrario de la marca Tetric N Ceram, donde se observó que la microdureza disminuyó después de su aplicación.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Se recomienda comparar una sola marca de resina y aumentar la cantidad de especímenes para mantener la relevancia de la investigación.

7.2. Se recomienda utilizar técnicas de la elaboración de los especímenes, dentro de lo sugerido por el ISO 4049.

7.3. Se recomienda tomar en cuenta el mantener una misma intensidad de luz halógena al igual que la misma distancia durante la elaboración de los especímenes.

7.4. Se recomienda aumentar el paso de pulido de superficie posterior a la aplicación o no de glicerina para asemejar los especímenes lo más posible a las restauraciones en pacientes.

7.5. Se recomienda seguir siempre con las indicaciones del fabricante para tener la seguridad de confeccionar los especímenes de forma efectiva.

7.6. Se recomienda exponer al proceso de termociclado a más tiempo para obtener un resultado similar a la duración de las resinas en boca, aproximadamente de 5 a 6 años de la resina.

VIII. REFERENCIAS

- Abreu, R., Gorriz, S. & Pascual, A. (2004). *Sistema De Acabado Y Pulido De Resinas Compuestas: Análisis Perfilométrico*. (1ra ed.) Dentsply.
- Anusavice, K. (2004). Phillips Ciencia de los Materiales Dentales. Undécima edición. *Elsevier*, 22, 18-20. <https://www.odontoinfo.com/wp-content/uploads/2021/11/La-ciencia-de-los-materiales-dentales.pdf>
- Basheer, R., Hasanain, F. & Abuelenain, D. (2024). Evaluación de las propiedades de flexión, dureza, rugosidad y microfiltración de composites dentales inyectables de alta resistencia: un estudio in vitro. *BMC Oral Health*, 34, 28-32. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04333-3>
- Bayne, S. (1999). *Arte y Ciencia Operatoria Dental*. (3ra ed.) Harcourt Brace.
- Bowen, R. (1963). Properties of a silica – reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc.*, 66, 57-64. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14014600/>
- Burgoyne, A., Nicholls, J. & Brudvik, J. (1991). In vitro two-body wear of inlay-onlay composite resin restoratives. *J Prosthet Dent*, 42, 38-41. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2051355/>
- Caetano de Souza, N., Rene, V., López, B. & Henrique, A. (2008). Influencia de la fotopolimerización gradual en el estrés de contracción en restauraciones de resina compuesta. *Acta Odontológica Venezolana*, 20, 15-18. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300027
- Da Silva, F., Wanderly, R., Regis, J., Costa, J., Sale, F., Maciel, A., Saeger, S. & Marques, R. (2021). Influence of depth of cure, time and storage means on the surface hardness of conventional and bulk-fill dental resin composites. *Research Society and Development*, 10, 8-9. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19262>

- Dennison, J., Powers, J. & Koran, A. (1978). Color of dental restorative resins. *J Dent Res.*, 60, 56-59. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/280568/>
- Dietschi, D., Magne, P. & Holz, J. (1994). Recent trends in esthetic restorations for posterior teeth. *Quintessence international*, 25, 18-22. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9161244/>
- Douidar, W. (2022). Effect of thermal aging on hardness and modulus of elasticity of different dental resin composites: an invitro study. *Conservative Dentistry and Endodontics*, 40, 36-39. https://edj.journals.ekb.eg/article_218748.html
- Erikson, R. & Barkmeier, W. (2019). Comparisons of ISO depth of cure for a resin composite in stainless-steel and natural-tooth molds. *Eur J Oral Sci.*, 38. 35-37. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31553092/>
- El-Askary, F., Fawzy, A. & Abd, H. (2009). Tensile bond strength of immediately repaired anterior microfine hybrid restorative composite using nontrimmed hourglass specimens. *J Adhes Dent*, 11, 7-10. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19343926/>
- Farid, S. (2009). Tensile bond strength of immediately repaired anterior microfine hybrid restorative composite using nontrimmed hourglass specimens. *The journal of adhesive dentistry*, 53. 48-51. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19343926/>
- Ferriza, T. & Sukaton, S. (2021) *Benefit of Glycerine on Surface Hardness of Hybrid & Nanofill Resin Composite*. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista, Airlangga University]. Repositorio Institucional UNAIR. <https://repository.unair.ac.id/124583/>
- Fidan, M., & Dereli, Z. (2022). Evaluation of the effect of two polishing techniques and thermocycling process on surface roughness, hardness, and color stability of composites. *J Dent Indones*, 29, 25-28. <https://scholarhub.ui.ac.id/jdi/vol29/iss1/2/>

- García M., Martínez, J. & Celemín, A. (2011). Propiedades estéticas de las resinas compuestas. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica*, 13, 9-11. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-internacional-protesis-estomatologica-315-pdf-X1139979111033003>
- Gebril, M., Grüll, M., Brillant, M., Sullivan, B. & Price, R. (2023). Effect of repeated heating and cooling cycles on the degree of conversion and microhardness of four resin composites. *J Esthet Restor Dent*, 60, 56-59. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34424606/>
- Gutiérrez, A. & Pomacóndor, C. (2020). Comparación de la profundidad de polimerización de resina compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED: polywave versus monowave. *Odontol. Sanmarquina*, 23, 19-22. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/17757/14839>
- Gutiérrez, A. & Renteros, D. (2021). *Comparación de la microdureza in vitro de tres resinas Bulk Fill*. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76938>
- Hervás, A., Martínez, A., Cabanes, J., Barjau, A. & Fos, P. (2006). Resinas compuestas. Revision de los materiales e indicaciones clínicas. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 11, 8-10. <https://scielo.isciii.es/pdf/medicorpa/v11n2/23.pdf>
- Hu, X., Marquis, P. & Shortall, A. (2003). Influence of filler loading on the two-body wear of a dental composite. *J Oral Rehabil.*, 30, 27-29.. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12791160/>
- Ivoclar Vivadent (2010). *Tetric® N-Ceram, Tetric® N-Flow, Tetric® N-Bond, N-Etch*. [Perfil técnico del producto]. Ivoclar Vivadent.

- Komurcuoglu, E., Olmez, S. & Vural, N. (2005). Evaluation of residual monomer elimination methods in three different fissure sealants in vitro. *J Oral Rehabil.*, 32, 28-31.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15641977/>
- Kreulen, C. & Van, W. (1991). Wear measurements in clinical studies of composite resin restorations in the posterior region: a review. *ASDC J Dent Child*, 58, 55-57.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2050870/>
- Lima, S., Cabral, L., Carlos, N., Kantovitz, K. & Amaral, F. (2023). Effect of thermocycling on internal microhardness of high and low viscosity bulk fill composite resins in class I cavities. *Rev Gaúch Odontol.*, 50, 45-49.
<https://doaj.org/article/10b0f59c11794fa09e20882279fce402>
- Lutz, F. & Phillips, R. (1983). A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent*, 50, 46-48. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6579287/>
- Lutz, E., Krejci, I. & Oldenburg, T. (1986). Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. *Quintessence Int.*, 17, 15-16. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3468527/>
- Miyasaka, T. (1996). Effect of shape and size of silanated fillers on mechanical properties of experimental photo cure composite resins. *Dent Mater J.*, 15, 12-14.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9550008/>
- Narro, V. (2021). *Comparación, in vitro, de la microdureza superficial de tres marcas comerciales de resinas nanohíbridas, según profundidad de fotopolimerización*. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote].
Repositorio Institucional ULADECH.
<https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/23944>
- Ñaupari, V. & Romina, A. (2017). *Evaluación de la microdureza superficial de resinas compuestas manipuladas con guantes contaminados*. [Tesis para optar el título de

- Cirujano Dentista, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional UPCH. <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/812>
- Pazmiño, M. (2021). *Comparación in vitro de la microdureza superficial de resinas nanohíbridas sometidas a una bebida carbonatada*. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Institucional UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8530>
- Pérez, J. & Bellet, L. (2006). Estratificación con composite en restauraciones anteriores complejas empleando las cinco dimensiones del color. *Maxillaris*, 41, 36-39. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4557492>
- Quillas, R. (2023). *Efecto del envejecimiento artificial sobre la microdureza superficial en resinas reforzadas con zirconio: Estudio in vitro*. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista, Universidad Nacional Federico Villareal.]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7437>
- Ramírez, V., Montaña, V. & Armas, A. (2018). Influencia del pulido en la rugosidad de una resina compuesta tras contacto con cerveza y ron: estudio in vitro. *Revista KIRU*, 15, 11-14. <https://portalrevistas.aulavirtualusmp.pe/index.php/Rev-Kiru0/article/view/1546>
- Revilla, M. (2011). *Microdureza superficial in vitro de resinas de nanotecnología, frente a la acción de dos bebidas carbonatadas*. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/2775/Revilla_qm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rueggeberg, F. (1999). Minimizing patients' exposure to uncured components in a dental sealant. *Journal of the American Dental Association*, 52, 48-51. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10599178/>

- Santos, J. & Leinfelder, K. (1982). *O estágio atual das resinas compostas*. (3ra ed.). Paul Cirurg Dent.
- Sehgal, A., Rao, Y., Joshua, M. & Narayanan, L. (2008). Evaluation of the effects of the oxygen-inhibited layer on shear bond strength of two resin composites. *J Conserv Dent*. 11, 7-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20351974/>
- Shawkat, E., Shortall, A., Addison, O. & Palin, W. (2009). Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *Dent Mater*. 25, 21-24. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19595445/>
- Söderholm, K. (1984). Influence of silane treatment and filler fraction on thermal expansion of composite resins. *J Dent Res*. 63, 58-61. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6389635/#:~:text=No%20differences%20were%20seen%20between,decrease%20for%20all%20material%20combinations>
- Suarez J. (2021). *Microdureza superficial de tres resinas compuestas nanohíbridas según el tiempo de espera para el pulido*. [Tesis para optar el título de Especialista en Rehabilitación Oral, Universidad San Martín de Porres.] Repositorio Institucional USMP. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7430>
- Taşın, S., Celik, G., İsmatullaev, A. & Usumez, A. (2022). The effect of artificial accelerated aging on the color stability, microhardness, and surface roughness of different dental laminate veneer materials. *J Esthet Restor Dent*. 52, 47-51. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31951089/>
- Turbi, N. & Abreu, A. (2020). *Dureza superficial en resinas compuestas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales, según el tiempo de fotocurado y momento del pulido, en el área de operatoria dental de la escuela de odontología de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, periodo septiembre-diciembre 2019: estudio in vitro*. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista, Universidad Nacional Pedro

<https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/3399?locale-attribute=en>

Tveit, A. & Spelid, I. (1986). Radiographic diagnosis of caries and marginal defects in connection with radiopaque composite fillings. *Dental Materials*. 42, 38-41.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0109564186800276>

Ventrera, V. & Barrionuevo, A. (2024). Influencia del termociclado sobre la estabilidad del color de dos resinas compuestas. *Rev. Asoc. Odontol. Argent.*, 25, 18-21.

<https://doi.org/10.52979/raoa.1120412.1239>

Wakefield, C. & Kofford, K. (2001). Advances in restorative materials. *Dent Clin North Am*. 45, 38-42. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11210700/>

Yin, R., Heiss, M., Sharp, L. & Suh, B. (2002). Development and physical properties of a new low shrinkage composite. *In Journal of Dental Research*. 47, 37-41.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/25/3/25_3_437/_article/-char/ja/

Zaracho, D., Figueroa, C. & Aguilero, R. (2017). Evaluación de la microdureza superficial de resinas compuestas. Revisión de la literatura. *Int. J. Med. Surg. Sci*. 4, 2-3.

<https://revistas.uautonoma.cl/index.php/ijmss/article/download/98/94/101>

3M ESPE. Perfil técnico del producto. Sof-Lex™ Sistema de Terminación y Pulido [Internet].

3M ESPE 2016. 29, 25-28. <http://multimedia.3m.com/mws/media/180294O/sof-lex-tm-technical-profile.pdf>

IX. ANEXOS

9.1. Anexo A

9.1.1. Tablas de los resultados de microdureza superficial otorgados por el laboratorio

HTL



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 4

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0121-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	21-09-2024
ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN RESINAS ODONTOLÓGICAS				
1. DATOS DE LOS TESISISTAS				
Nombre de tesis	"EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS NANOHÍBRIDAS : TRATADAS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN CON GLICERINA, ENVEJECIDAS. IN VITRO"			
Nombres y Apellidos	: Victor Hugo, Quispe Cangahuala			
Dni	: 73668583			
Dirección	: Av Arnaldo Marquez 1152, Jesús María - Lima			
2. EQUIPOS UTILIZADOS				
Instrumento	Marca	Aproximación	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
Microdurómetro Vickers Electrónico Vernier Digital	LG - HV-1000 Mitutoyo - 200 mm	1 µm - 40X 0.01mm		
3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA				
Muestras de Resinas Odontológicas	Cantidad	: Cuarenta (40) muestras		HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	: Resinas odontológicas		
	Grupo A	: Filtek Z350 sin glicerina		
	Grupo B	: Filtek Z350 con glicerina		
	Grupo C	: Tetric N-Ceram sin glicerina		
	Grupo D	: Tetric N-Ceram con glicerina		
4. RECEPCION DE MUESTRAS				
Fecha de recepción de muestras	04 de setiembre del 2024			
Fecha de Ensayo	06 de setiembre del 2024 al 18 de setiembre del 2024			
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.			
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO				
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:				
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CAPITULO/NUMERAL		
ASTME384-17	Método de prueba estándar para la dureza de materiales por microindentación	----		
6. CONDICIONES DE ENSAYO				
	Inicial	Final		
Temperatura	19.9 °C	19.5 °C		
Humedad Relativa	65 %HR	65 %HR		

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602

ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

www.ensayoshtl.pe



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 2 de 4

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0121-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	21-09-2024
7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE MICRODUREZA VICKERS					
Grupo A: Filtek Z350 sin glicerina (Inicio)					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	82.2	88.6	81.4	84.1
2		86.6	81.4	85.2	84.4
3		82.6	79.3	80.4	80.8
4		77.9	83.6	84.1	80.8
5		88.8	84.5	80.2	86.7
6		86.4	85.3	87.1	86.3
7		93.4	95.6	94.9	94.6
8		92.5	95.1	94.3	94.0
9		77.3	81.7	80.9	80.0
10		83.8	84.3	82.6	83.6
Grupo A: Filtek Z350 sin glicerina (Final)					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	74.1	75.6	73.2	74.3
2		76.4	77.2	74.3	76.0
3		72.1	70.2	74.6	72.3
4		73.4	75.8	72.9	74.0
5		79.8	75.7	80.1	78.5
6		72.7	71.1	70.6	71.5
7		85.0	89.3	84.3	86.2
8		83.7	84.1	83.6	83.8
9		69.9	70.5	71.6	70.7
10		71.2	72.4	74.3	72.6
Grupo B: Filtek Z350 con glicerina (Inicio)					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	90.5	85.1	89.6	88.4
2		79.0	82.4	84.2	81.9
3		82.5	86.7	85.4	84.9
4		85.1	86.7	83.7	85.2
5		91.9	87.5	90.8	90.1
6		90.5	93.4	92.8	92.2
7		89.8	93.1	90.1	91.0
8		75.6	78.2	80.4	78.1
9		86.4	96.4	88.5	90.4
10		94.9	91.2	93.6	93.2



QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.



Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602



ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe



www.ensayoshtl.pe



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 3 de 4

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0121-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	21-09-2024
----------------------	--	--------------	---------------	-------------------	------------

Grupo B: Filtek Z350 con glicerina (Final)					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	79.2	75.4	77.3	77.3
2		77.2	73.4	72.9	74.5
3		78.8	80.4	76.3	78.5
4		78.0	77.5	76.4	77.3
5		79.9	75.4	75.1	76.8
6		78.5	79.3	81.5	79.8
7		78.0	77.5	76.3	77.3
8		71.2	73.4	72.0	72.2
9		79.2	80.3	78.7	79.4
10		79.6	75.1	76.8	77.2

Grupo C: Tetric N-Ceram sin glicerina (Inicio)					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	68.6	63.5	64.5	65.5
2		57.9	61.7	60.4	60.0
3		59.5	61.1	57.9	59.5
4		60.9	63.4	62.4	62.2
5		62.5	68.6	65.9	65.7
6		70.5	67.4	69.5	69.1
7		58.5	55.2	56.2	56.6
8		58.1	66.8	63.1	62.7
9		59.4	52.4	55.6	55.8
10		62.5	65.4	63.5	63.8

Grupo C: Tetric N-Ceram sin glicerina (Final)					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	53.7	48.6	52.6	51.6
2		48.6	49.0	50.3	49.3
3		45.2	48.3	47.9	47.1
4		49.7	48.5	55.5	51.2
5		52.6	53.0	55.1	53.6
6		55.9	56.7	58.6	57.1
7		50.2	49.4	52.3	50.6
8		52.3	54.7	55.2	54.1
9		45.6	48.1	47.6	47.1
10		49.2	47.3	47.3	47.9



QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.



Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602



ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe



www.ensayoshtl.pe



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 4 de 4

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0121-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	21-09-2024
Grupo D: Tetric N-Ceram con glicerina (Inicio)					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	52.5	53.1	54.3	53.3
2		49.5	53.8	52.4	51.9
3		48.6	50.2	51.6	50.1
4		54.7	57.2	58.3	56.7
5		55.1	52.5	53.7	53.8
6		51.7	49.5	52.8	51.3
7		58.7	52.5	55.4	55.5
8		51.9	53.2	53.9	53.0
9		52.5	48.8	50.6	50.6
10		45.6	48.6	49.8	48.0
Grupo D: Tetric N-Ceram con glicerina (Final)					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	42.2	43.7	45.2	43.7
2		41.6	43.1	40.6	41.8
3		39.5	38.1	40.2	39.3
4		44.5	42.4	43.1	43.3
5		43.8	41.9	44.9	43.5
6		36.7	37.7	38.3	37.6
7		43.8	39.8	42.5	42.0
8		47.8	42.7	44.4	45.0
9		44.9	41.9	42.9	43.2
10		37.7	38.1	39.2	38.3
  ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio		 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.					
FIN DEL DOCUMENTO					

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

 Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

 +51 997 123 584 // 949 059 602

 ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

 www.ensayoshtl.pe

9.2. Anexo B

9.2.1. Carta de presentación dirigida al laboratorio de operatoria dental de la Universidad Nacional Federico Villarreal



Universidad Nacional

Federico Villarreal

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

FACULTAD DE

ODONTOLOGIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO

OFICIO N° 0142-2024-DA-FO-UNFV

Pueblo Libre, 16 de agosto de 2024.

Magister

JULIA ELBIA MEDINA Y MENDOZA

RESPONSABLE DEL TALLER – CLINICA DE OPERATORIA

Presente. -

ASUNTO: Autorización para el uso del Laboratorio.

REFERENCIA: 1. Carta S/N de la OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO (recibida por T/D el 15/08/2024)

2. R.D. N° 055-2024-SA-D-FO-UNFV.

Es grato dirigirme a usted, para saludarla cordialmente y en atención al documento de la referencia 2, mucho agradeceré brindar las facilidades del caso al Bachiller **VICTOR HUGO QUISPE CANGAHUALA**, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis, Titulado: **«EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL, EN RESINAS NANOHÍBRIDAS TRATADAS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN CON GLICERINA, ENVEJECIDAS. In vitro»**, el cual permitirá desarrollar su trabajo de investigación, en preparación de las muestras del proyecto.

Sin otro particular es propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,



Dr. Paul Orestes Mendoza Murillo
Director
Departamento Académico

Se adjunta Plan de Tesis
cc **VICTOR HUGO QUISPE CANGAHUALA**
NT: 057665-2024

9.3. Anexo C

9.3.1. Carta de presentación al laboratorio High Technology Laboratory Certificate



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA**

*"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra Independencia y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"*

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 28 de agosto de 2024

**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 al Bachiller en Odontología, Sr. Victor Hugo Quispe Cangahuala, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS
NANOHÍBRIDAS TRATADAS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN CON
GLICERINA, ENVEJECIDAS. In vitro»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso al Sr. Quispe quien realizará el siguiente trabajo:

✓ *Se realizará las medidas de microdureza superficial de especímenes de resina(40) en dos tiempos.*

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

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

Atentamente

Dr. FRANCO RAÚL MAURICIO VALENTÍN
DECANO

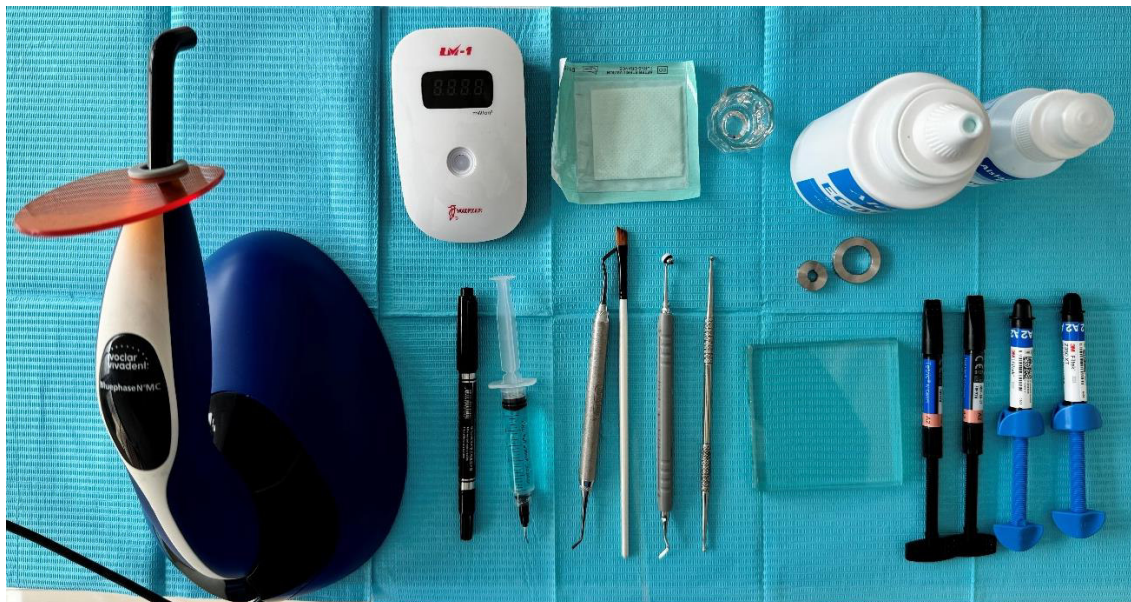
Dr. AMÉRICO A. MUNAYCO MAGALLANES
JEFE
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Se adjunta: Plan de Tesis
037-2024
NT: 062006- 2024
AAMM/Luz V.

9.4. Anexo D

9.4.1. Confección de especímenes de resina Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram

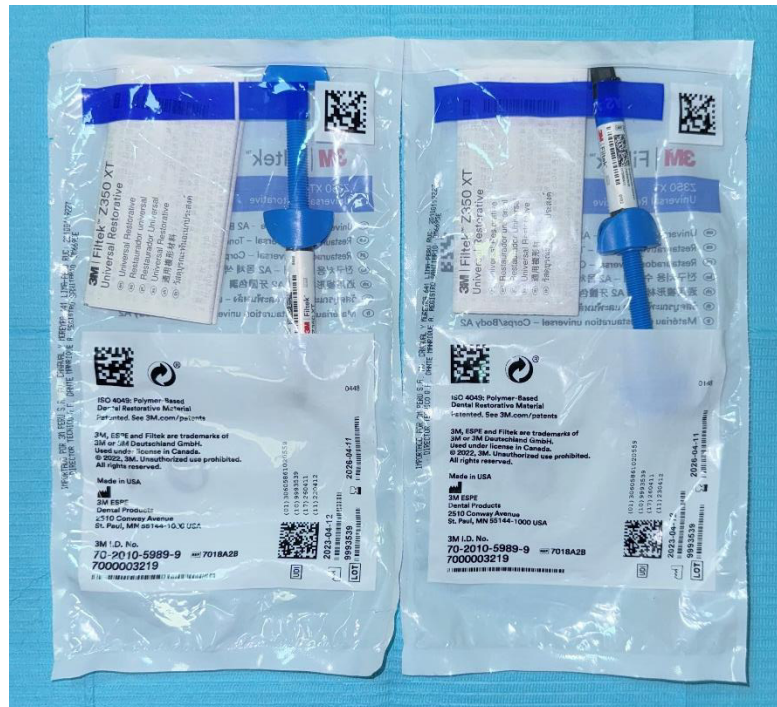
- Instrumentos utilizados para la confección de los especímenes.



- Uso y calibración de lampara de luz halógena Blueplahse N[®] MC inalámbrica IVOCLAR VIVADENT.



- Uso de dos jeringas de resina Filtek Z350 XT – A2™ 3M ESPE ((LOT 9993539).



- Uso de dos jeringas de resina Tetric N Ceram – A2™ (LOT Z0692W).



- Matriz metálica para la confección de especímenes de resina de 6mm de diámetro y 4 mm de alto.



- Fabricación de los especímenes de resina Filtek Z350 XT (LOT 9993539) y Tetric N Ceram (LOT Z0692W).



- Selección de especímenes que cumplen con los requisitos de inclusión y exclusión.



- Lavado de ultrasonido durante tres minutos con agua desionizada



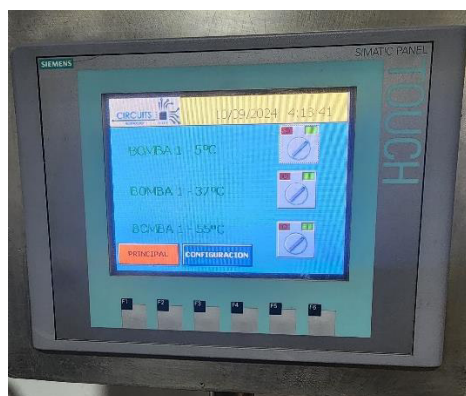
- Selección de especímenes en cuatro grupos, transportados al laboratorio para su almacenamiento en agua desionizada a 37° durante 24 horas y toma de la medida inicial y de la microdureza superficial.



- Toma de medida inicial de microdureza superficial con el durómetro



- Envejecimiento artificial acelerado con termociclado (10 mil ciclos)



- Toma de medida final de microdureza superficial con durómetro



9.5. Anexo E

9.5.1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	VARIABLES	METODOLOGIA
¿Cuál es la evaluación de la microdureza superficial en resinas nanohíbridas tratadas antes y después de la aplicación con glicerina, envejecidas?	Objetivo General - Evaluar la microdureza superficial en resinas nanohíbridas tratadas antes y después de la aplicación con glicerina, envejecidas. Objetivos Específicos - Determinar la microdureza superficial en la resina Filtek Z350 XT tratadas antes y después de la aplicación de glicerina, envejecidas. - Determinar la microdureza superficial en resina Tetric N Ceram tratadas antes y después de la aplicación de glicerina, envejecidas.	Variable independiente -Glicerina Variable dependiente -Microdureza superficial	Tipo de Investigación - Cuantitativo - Experimental - Prospectivo - Longitudinal. Ámbito temporal y espacial - El presente estudio se realizó durante el año 2024, se confecciono especímenes en resinas Filtek Z350 XT y Tetric N-Ceram y las mediciones serán medidas mediante el uso del durómetro en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate. Muestra - La población del presente estudio estará confirmada por 40 muestras de discos

	- Comparar la microdureza superficial en resinas Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram tratadas antes y después de la aplicación de glicerina, envejecidas.		redondos en resinas Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram.
--	--	--	---