



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

MICRODUREZA SUPERFICIAL DE RESINA NANOHÍBRIDA UTILIZANDO
GLICERINA PARA INHIBIR LA CAPA DE OXÍGENO CON Y SIN PULIDO, IN
VITRO, LIMA, 2024

Línea de investigación:
Biomateriales

Tesis para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora

Del Solar Huayllahuaman, Silvana Xioma

Asesora

Meneses Gómez, Nadia Carolina

ORCID: 0000-0003-4017-0170

Jurado

Castro Pérez Vargas, Antonieta Mercedes

Mayta Tovalino, Frank Roger

Quispe Tasayco, Lucia Marisela

Lima - Perú

2025

MICRODUREZA SUPERFICIAL DE RESINA NANOHÍBRIDA UTILIZANDO GLICERINA PARA INHIBIR LA CAPA DE OXÍGENO CON Y SIN PULIDO, IN VITRO, LIMA, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	13%	2%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal	4%
	Trabajo del estudiante	
2	repositorio.unfv.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
3	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego	2%
	Trabajo del estudiante	
4	repositorioacademico.upc.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	www.coursehero.com	1%
	Fuente de Internet	
6	qdoc.tips	<1%
	Fuente de Internet	
7	hdl.handle.net	<1%
	Fuente de Internet	
8	patents.google.com	<1%
	Fuente de Internet	
9	repositorio.unfv.edu.pe:8080	<1%
	Fuente de Internet	
10	www.researchgate.net	<1%
	Fuente de Internet	



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

MICRODUREZA SUPERFICIAL DE RESINA NANOHÍBRIDA UTILIZANDO
GLICERINA PARA INHIBIR LA CAPA DE OXÍGENO CON Y SIN PULIDO, IN VITRO,
LIMA, 2024

Línea de investigación

Biomateriales

Tesis para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora

Del Solar Huayllahuaman, Silvana Xioma

Asesora

Meneses Gómez, Nadia Carolina

ORCID: 0000-0003-4017-0170

Jurado

Castro Pérez Vargas, Antonieta Mercedes

Mayta Tovalino, Frank Roger

Quispe Tasayco, Lucia Marisela

Lima-Perú

2025

DEDICATORIA

A mi valiente mamá Vicentina. Esta tesis es el resultado de tu amor, apoyo y sacrificio en mi viaje educativo

AGRADECIMIENTO

A mi madre Vicentina por sus palabras de aliento y fortaleza

A todos los colegas y colaboradores que participaron en esta investigación, su ayuda en la recopilación de datos, revisión de mi trabajo y valiosos comentarios enriquecieron este proyecto

Gracias infinitas a mis padres, por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro.

INDICE

RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Descripción y formulación de problema.....	2
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Objetivos.....	8
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	8
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	8
1.4. Justificación.....	9
1.4.1. <i>Justificación teórica</i>	9
1.4.2. <i>Justificación practica clinica</i>	9
1.4.3. <i>Justificación social</i>	9
1.5. Hipótesis.....	9
II. MARCO TEORICO.....	10
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	10
2.1.1. <i>Resinas</i>	10
2.1.2. <i>Clasificación de las resinas</i>	10
2.1.3. <i>Características de las resinas</i>	12
2.1.4. <i>Componentes de las resinas</i>	15
2.1.5. <i>Polimerización de las resinas</i>	15
2.1.6. <i>Inhibición de la capa de Oxigeno</i>	17
2.1.7. <i>Acabado y pulido de las resinas</i>	18
III. METODO.....	19
3.1. Tipo de investigación.....	19

3.2. Ámbito temporal y espacial.....	19
3.3. Variables.....	19
3.3.1. <i>Variable independiente</i>	19
3.3.2. <i>Variable dependiente</i>	19
3.3.3. <i>Variable interviniente</i>	19
3.3.4. <i>Operacionalización de las variables</i>	20
3.4 Población y muestra.....	22
3.4.1. <i>Población</i>	22
3.4.2. <i>Muestra</i>	22
3.4.3. <i>Unidad de análisis</i>	22
3.4.4. <i>Muestreo</i>	23
3.5. Instrumentos.....	23
3.6. Procedimientos.....	24
3.6.1. <i>Autorización</i>	24
3.6.2. <i>Lugar de estudio</i>	24
3.6.3. <i>Medición de la intensidad de la lampara</i>	24
3.6.4. <i>Preparación de las muestras</i>	24
3.6.5. <i>Sumergidos en la saliva artificial</i>	25
3.6.6. <i>Pulidos de discos</i>	26
3.6.7. <i>Medición de dureza</i>	26
3.7 Análisis de datos.....	26
3.8. Consideraciones éticas.....	26
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSION DE RESULTADOS.....	31
VI. CONCLUSIONES.....	36

VII. RECOMENDACIONES.....	37
VIII. REFERENCIAS.....	38
IX. ANEXOS.....	47
9.1. Anexo A.....	47
9.1.1. Norma ISO 4049 -2019.....	47
9.2. Anexo B.....	48
9.2.1. Ficha de recolección de datos.....	48
9.3. Anexo C.....	52
9.3.1. Carta de presentación dirigida al laboratorio HTL.....	52
9.4. Anexo D.....	53
9.4.1. Constancia del laboratorio HTL.....	53
9.5. Anexo E.....	54
9.5.1. Microdurómetro Vickers- LG.....	54
9.6. Anexo F.....	56
9.6.1. Ficha técnica de resina Filtek Z 250 XT.....	56
9.7. Anexo G.....	59
9.7.1. Pie de rey digital.....	59
9.8. Anexo H.....	60
9.8.1. Procedimientos.....	60
9.9. Anexo I.....	64
9.9.1. Matriz de consistencia.....	64

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa oxígeno con y sin pulido, in vitro	28
Tabla 2. Análisis de la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa oxígeno, in vitro.....	29
Tabla 3. Análisis de la microdureza superficial de una resina nanohíbrida con y sin pulido, in vitro.....	29
Tabla 4. Análisis de variación de la microdureza superficial de resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa oxígeno con y sin pulido, in vitro.....	30

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa de oxígeno con y sin pulido: estudio *in vitro*. **Método:** El estudio es cuantitativo, experimental, prospectivo y transversal. La población está conformada por 55 discos de resina nanohíbrida Filtek Z-250 XT(A2). Las muestras son distribuidas en 4 grupos: grupo 1: control, grupo 2: con aplicación de glicerina, grupo 3: con aplicación de un sistema de pulido y grupo 4: con aplicación de glicerina y un sistema de pulido. La preparación se realizó con la norma ISO 4049:2019, se polimeriza utilizando una lámpara de curado LED con una intensidad de 1000 mW/cm². Para la medición de la microdureza, se empleó un microdurómetro Vickers digital (LG, modelo HV-1000). **Resultados:** Los resultados indicaron que el grupo 2 presentó una media de microdureza Hv (kg/mm²) (76.73), seguido al grupo 1 (74.24), grupo 4 (72.75) y el grupo 3 (72.55). La prueba de U de Mann-Whitney mostró una diferencia significativa entre el grupo 1 y el grupo 2 con ($p=0.031$), indicando que la glicerina influye en la microdureza. Sin embargo, no existe diferencias significativas entre el grupo 2 y el grupo 4 con ($p = 0.384$), indicando que el proceso de pulido no influye en la microdureza. **Conclusiones:** La microdureza superficial de la resina nanohíbrida es mayor y uniforme cuando se utiliza glicerina sin aplicar el protocolo de pulido, lo que sugiere su uso potencial en procedimientos clínicos para optimizar las propiedades mecánicas de los materiales dentales.

Palabras clave: microdureza, resina nanohíbrida, glicerina.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the surface microhardness of a nanohybrid resin using glycerin to inhibit the oxygen layer with and without polishing: in vitro study. **Method:** The type of study is quantitative, experimental, prospective and cross-sectional. The population consists of 55 Filtek Z-250 XT (A2) nanohybrid resin discs. The samples are distributed into 4 groups: group 1: control, group 2: with application of glycerin, group 3: with application of a polishing system and group 4: with application of glycerin and a polishing system. The preparation was carried out with the ISO 4049: 2019 standard, and it is polymerized using an LED curing lamp with an intensity of 1000 mW / cm². For the measurement of microhardness, a digital Vickers microhardness meter (LG, model HV-1000) was used. **Results:** The results indicated that group 2 presented an average microhardness Hv (kg/mm²) (76.73), followed by group 1 (74.24), group 4 (72.75) and group 3 (72.55). The Mann-Whitney U test showed a significant difference between group 1 and group 2 with (p=0.031), indicating that glycerin influences microhardness. However, there are no significant differences between group 2 and group 4 with (p=0.384), indicating that the polishing process does not influence microhardness. **Conclusions:** The surface microhardness of the nanohybrid resin is higher and more uniform when glycerin is used without applying the polishing protocol, suggesting its potential use in clinical procedures to optimize the mechanical properties of dental materials.

Keywords: microhardness, nanohybrid resin, glycerine.

I. INTRODUCCION

La odontología adhesiva es una disciplina fundamental en la odontología restauradora moderna, que se centra en la adhesión de materiales dentales a los tejidos, para restaurar la forma y la función de los dientes afectados por caries, fracturas u otras afecciones (Mandri et al., 2015; Kenneth, A. 2004). La microdureza superficial de las resinas compuestas es un parámetro crítico en la odontología adhesiva, ya que influye en la durabilidad y el éxito de las restauraciones (Zaracho et al., 2017; Briso et al., 2011).

La microdureza superficial de los materiales compuestos se puede definir como la resistencia de la superficie a la deformación bajo una carga puntual, relacionada con la rugosidad superficial, la resistencia al desgaste y la resistencia compuestos. Un mayor valor de microdureza superficial indica una mayor resistencia a la abrasión y una mayor durabilidad de las restauraciones. (Aquino et al., 2024). La rugosidad superficial de los materiales compuestos se ve afectada por hasta veinticinco factores diferentes, que han clasificado en 3 ítems: factores de configuración (herramienta de corte, máquina herramienta/fijación y factores de la pieza de trabajo), factores operativos (parámetros de corte y proceso) y factores de procesamiento, que están relacionados con los procesos de corte resultantes, como el recrecido del filo, la vibración o el desgaste de la herramienta (Abellán-Nebot et al., 2024).

La microdureza superficial de los materiales compuestos utilizados en odontología es un parámetro importante que influye en su resistencia a la abrasión y desgaste (Lugo, 2020). La rugosidad superficial de las resinas compuestas ha sido objeto de estudio en diversos trabajos de investigación, ya que se ha demostrado que afecta a la retención de placa bacteriana y la susceptibilidad a la caries (Bilgili et al., 2020; Gurbuz et al., 2020).

Otro factor que puede afectar a la rugosidad superficial de las resinas compuestas es la aplicación de glicerina para inhibir la capa de oxígeno durante la polimerización (Borges et al., 2021). La glicerina es un agente humectante que se utiliza comúnmente en odontología para

mejorar la adhesión de los materiales compuestos a los tejidos dentales (Gaviño, 2024). Sin embargo, su uso puede influir en la microdureza superficial de las resinas compuestas, afectando su resistencia a la abrasión y desgaste (Nugroho et al., 2023).

En esta investigación, el objeto de estudio fueron las resinas nano híbridas, las cuales contienen tanto nanorellenos como micro rellenos, lo que ofrece un equilibrio entre resistencia y estética en la adhesión dental, al incorporar estos compuestas, mejoran sus propiedades mecánicas (Nieto et al., 2022). Las resinas nano híbridas ofrecen propiedades únicas como biodegradabilidad, flexibilidad, buenas propiedades mecánicas, propiedades químicas y propiedades ópticas (Christiani et al., 2023; Azmy et al., 2022).

Las nanopartículas utilizadas en la creación de resinas nano híbridas pueden estar compuestas de diferentes materiales, como óxidos metálicos, zirconio, sílice no agregado-no aglomerado, entre otros (Azmy et al., 2022; Once, 2017). La matriz polimérica puede ser de diferentes tipos, como epoxis, acrílicos o poliésteres. La combinación de estos dos componentes permite crear materiales con propiedades únicas y superiores a las de cada uno de los componentes por separado (Portocarrero et al., 2020).

La importancia de este estudio radica en la necesidad de evaluar la microdureza superficial de los materiales compuestos utilizados en odontología adhesiva, ya que influye en la resistencia a la abrasión y la durabilidad de las restauraciones. Los resultados de este estudio podrían proporcionar información valiosa sobre la eficacia de la aplicación de glicerina durante la polimerización de la resina nano-híbrida y su influencia en sus propiedades.

1.1. Descripción y formulación del problema

Actualmente, se desarrollan múltiples investigaciones buscando potenciar las propiedades de las resinas dentales, con el fin de complacer las exigencias estéticas manifestadas por los pacientes, y crear restauraciones durables en el tiempo que sean capaces de resistir diversos esfuerzos masticatorios y mantenerse estables ante el contacto con las

diferentes sustancias presentes en la dieta (Suarez y Lozano, 2014; Salas y Lozano, 2014).

La utilización de la nanotecnología en el campo odontológico facilitó la obtención de dimensiones en la escala manométrica, lo que condujo a una disminución de la dimensión de las partículas de relleno. Como consecuencia, se desarrollaron las resinas nano híbridas, que se han convertido en el tipo de resina más prevalente debido a sus notables características mecánicas, estéticas y físicas (Calza et al., 2018). Del mismo modo, la opacidad y transparencia de los composites no se ven afectadas por las nanopartículas, lo que les confiere un brillo similar al de las piezas dentarias naturales y mejora su durabilidad en el tiempo. Además, estos materiales poseen una excelente estabilidad del color, resistencia al desgaste y la capacidad de transmitir ondas luminosas sin reflexión debido a sus minúsculas dimensiones (Gupta et al., 2005).

Por otro lado, la microdureza superficial constituye la resistencia de un material para oponerse a la alteración de su forma mediante fuerzas externas y al desgaste en su superficie. Se mide mediante la aplicación de una carga en la superficie del material y la posterior medición de la huella resultante. Para los materiales de restauración, esta propiedad es un parámetro determinante de la eficacia de la restauración, ya que un valor adecuado impide que el material sea penetrado, se desportille o deteriore. Estudios han demostrado que la microdureza superficial es un factor crucial en la valoración de la calidad y la utilidad estos materiales (Valverde et al., 2012).

Asimismo, es imperativo comprender la forma en que la resina responde a la presencia de oxígeno ambiental durante la fotopolimerización, ya que esto puede influir en la capa superficial. El procedimiento mencionado genera radicales libres que tienen el potencial de formar enlaces tanto con el oxígeno como con el monómero Bis-GMA presente en la resina, estos enlaces se distinguen por el desarrollo de un radical de peróxido estable y no reactivo, la resistencia de los radicales libres a formar enlaces estables impide la fotopolimerización de los

residuos de monómero presentes en el exterior del composite, creando una capa más blanda, denominada "capa de oxígeno inhibida" (Aromaa y Vallittu, 2018; Marigo et al., 2019; Vaca et al., 2003).

La presencia de la capa de oxígeno puede inhibir la polimerización de la resina, lo que puede resultar en una menor resistencia y durabilidad del compuesto. Estudios demostraron que la de oxígeno puede disminuir la resistencia a la tracción, la compresión y otros tipos de cargas mecánicas, lo que puede afectar el rendimiento del compuesto en aplicaciones prácticas. La interacción entre el oxígeno y la resina también puede causar cambios en el color y la apariencia de la resina, lo que puede afectar la estética y la aceptabilidad del compuesto (Aromaa y Vallittu, 2018; Marigo et al., 2019).

Existen formas de eliminar esta capa no deseada, mediante pulido y aplicación de aislantes de oxígeno en la zona exterior de la resina antes de su fotopolimerización, se han desarrollado productos comerciales que actúan como barrera contra el oxígeno, reduciendo el proceso de pulido posterior. También se han evaluado la eficiencia de diferentes técnicas, como el uso de luz ultravioleta, aire caliente y sustancias químicas específicas. Sin embargo, en la comunidad odontológica actual no existe un protocolo establecido en cuanto a si el material aislante de oxígeno y el pulido y acabado deben utilizarse de forma independiente o conjunta para preservar al máximo las cualidades mecánicas de la superficie de la resina cuando se encuentra con el oxígeno atmosférico durante la fase final de fotopolimerización (Sánchez et al., 2018).

Formulación del Problema

¿Cuál es la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa de oxígeno con y sin pulido: estudio in vitro?

1.2. Antecedentes

Navjot et al. (2022) en India, desarrollaron la investigación con el objetivo de evaluar

el efecto de diferentes estrategias de recubrimiento de inhibición de aire sobre material de resina compuesta en términos de dureza y decoloración. Se prepararon discos compuestos de 6,5 X 2 mm para muestras que se curaron bajo tira de Mylar de 0,5 mm de espesor, capa delgada de glicerina, capa de gelatina KY (lubricante comercial), curado con aire. Estas muestras se sumergieron en cola, leche de cúrcuma, café y agua destilada durante 14 días. La capa de inhibición de oxígeno se aplicó tanto antes como después de la medición de la microdureza superficial. Para el análisis estadístico se empleó una prueba ANOVA unidireccional, la prueba Newman-Keul y T de Student. Además, se realizaron comparaciones de medias múltiples. Los resultados indicaron que la presencia de una capa de inhibición de oxígeno en la superficie de la resina tenía un impacto adverso en su microdureza.

Núñez et al. (2022) en Perú, tuvieron como objetivo comparar la microdureza superficial de las resinas Nano híbridas y Bulk Fill mediante dos sistemas de pulido. Los polímeros dentales utilizados fueron Filtek Z350 XT y Filtek Bulk Fill, a los que se dio forma de disco con unas dimensiones de 5 mm de alto y 4 mm de ancho. A diferencia de la resina Filtek Bulk Fill, que se midió en incrementos de 4 mm, la resina Filtek Z350 XT se midió en incrementos de 2 mm. Tras la división de los discos de resina en dos grupos distintos, éstos se pulieron utilizando discos soft-lex y gomas de caucho. La máquina de dureza Vickers (Durómetro) utilizó catorce discos de resina de cada tipo para indentar la superficie de los discos de resina con el fin de determinar la microdureza de cada resina pulida evaluada. Esto facilitó la determinación del tamaño de la muestra mediante cálculos de muestras. La microdureza superficial de la resina nanohíbrida Filtek Z350 XT fue de $69,16 \pm 3,57$ Hv cuando se pulió con el sistema de pulido de caucho frente a $67,81 \pm 1,93$ Hv cuando se pulió con el sistema Sof-lex. La microdureza superficial de la resina Filtek Bulk Fill es de $50,68 \pm 1,90$ HV cuando se pule con el sistema de caucho y de $51,59 \pm 3,75$ HV cuando se pule con el sistema Sof-lex. Se identificó que no había diferencias estadísticamente significativas en la

microdureza superficial cuando se pulía la misma resina con gomas de caucho y discos Soflex, sin embargo, estadísticamente hablando, las distintas resinas varían sustancialmente entre sí.

Carrillo et al. (2022) en Perú, realizaron un análisis con el fin de evaluar la microdureza y la rugosidad superficial de composites de resina para relleno masivo tratados con y sin la colocación de un material para inhibir la capa de oxígeno (OIL) y pulido. Este estudio experimental *in vitro* consistió en 72 bloques de composite de resina divididos en tres grupos: Tetric N-Ceram Bulk Fill, Opus Bulk Fill APS y Filtek Bulk Fill. Se midió la microdureza superficial previa y posterior a la aplicación de los sistemas experimentales utilizados. Para la comparación intergrupar de la variación antes y después del pulido se usó la prueba de Kruskal-Wallis con Bonferroni. La microdureza de la superficie aumentó significativamente ($p < 0,05$), a excepción de Opus Bulk Fill con control OIL ($p = 0,413$). En conclusión, el control y el pulido con OIL mejoraron significativamente la microdureza de la superficie de las resinas Filtek Bulk Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill.

Marigo et al. (2019) en Roma, desarrollaron el estudio buscando identificar la influencia de los procedimientos de fotopolimerización en dos composites de resina usados en la actualidad empleando diversas tácticas para el revestimiento y la inhibición del aire. Este objetivo se materializó mediante la evaluación de la microdureza superficial. Se prepararon 120 muestras de Filtek Supreme XTE (3M ESPE) y CeramX Universal (Dentsply), las muestras se fotocuraron al aire según las instrucciones del fabricante o en ausencia de oxígeno. Esta última condición se logró utilizando tres puntos de vista diferentes: poliéster transparente; glicerina; y gas argón. Evaluando la dureza Vickers de las muestras después del almacenamiento en diferentes soluciones. Los hallazgos se analizaron con un ensayo unidireccional ANOVA seguido de Student-Newman-Keuls. El oxígeno disminuyó ligeramente la microdureza. Concluyendo que en caso de que no se pueda realizar un pulido completo, principalmente en

dientes posteriores, se debe considerar la fotopolimerización en ausencia de oxígeno.

Aromaa et al. (2018) en Finlandia, desarrollaron un estudio con la finalidad de valorar el resultado de la inhibición de la capa de oxígeno ante las propiedades de un grupo de resinas de dimetacrilato. Después del fotocurado, las muestras se dividieron en dos grupos: se permitió que la etapa de postcurado retardada continuara en el aire (O2-grupo expuesto) o las muestras fueron protegidas del efecto directo del aire (O2-grupo protegido). Los datos de microdureza de la superficie (VHN) y % de conversión del monómero se tabularon y se evaluaron para determinar su normalidad mediante un ANOVA de dos vías. La correlación entre la microdureza de la superficie y el% de conversión del monómero se calculó mediante análisis de regresión para O2-expuesto y O2- grupos protegidos por separado. La microdureza superficial aumentó de 2,99 a 9,10 VHN del O2-muestras protegidas y al 4,80 del O2-muestras expuestas durante un período de 6 h. La microdureza de la superficie difirió significativamente entre los grupos ($p < 0,005$). Hubo correlación significativa entre la microdureza y la etapa de postcurado retardada (O2-r protegido = 0,950; oh2-expuestos $r = 0,940$, $p < 0,001$).

Sánchez et al. (2018) en Brasil, tuvieron como objetivo del estudio era evaluar la eficacia de tres métodos distintos empleados para eliminar la capa de resina inhibida. Tras un proceso inicial de pesaje, las muestras se sometieron a un desgaste abrasivo *in vitro* de seis horas de duración mediante cepillado. A continuación, se determinó el peso final de las muestras y, posteriormente, se compararon los datos obtenidos y se sometieron a un análisis estadístico. Se realizaron cuatro grupos de doce muestras de esmalte Brilliant nanohybrid resin (Coltene) color A2, con un total de cuarenta y ocho muestras. El grupo inicial, denominado grupo de control, eliminó la capa de resina inhibida sin seguir ningún protocolo. El segundo grupo fotopolimerizó la resina presionando ligeramente una matriz de celulosa sobre la superficie de la resina. Tras la fotopolimerización, el tercer grupo pulió la resina. Por último, se aplicó un compuesto a base de glicerina sobre la superficie de la resina, seguido de

fotopolimerización. $P = 0,002$ fue el valor estadístico arrojado por la prueba t de Student y la prueba de Kruskal Wallis, lo que sugiere que existe una distinción entre los grupos. En conclusión, la matriz de celulosa ofreció el mayor grado de estabilidad con respecto a las mediciones de peso durante todo el procedimiento de eliminación de la capa inhibida.

Tairov et al. (2018) en Rusia, tuvo por finalidad evaluar la eficacia de prevenir la formación de una capa inhibida por oxígeno o reducir reduciendo su cantidad por diversos medios. Para la fabricación de las muestras modelo se utilizó el composite Filtek Ultimate (3M ESPE, USA) colocando el material composite en moldes de 13.5 mm de diámetro 4mm de espesor y polimerización; se seleccionaron los siguientes materiales para evitar contacto de oxígeno con la superficie del composite: solución de glicerina, placa de Mylar, cinta de teflón. La dureza superficial de la muestra de cada grupo y subgrupo se midió utilizando un durómetro PMT-3 utilizando el método Vickers. Se realizó un análisis de varianza ANOVA multivariado en el programa Statistica 13. Los resultados del estudio mostraron la microdureza más baja en las muestras del grupo sin bloqueadores de penetración de oxígeno sin acabado (56HV), la microdureza más alta en las muestras del grupo recubiertas con cinta de teflón con acabado (107HV). El estudio concluyó que para garantizar la eficacia de la restauración compuesta y aumentar su vida útil, se deben utilizar medios que impidan la formación de una capa inhibida por oxígeno. Dependiendo de la situación clínica, se pueden utilizar glicerina, placa de Lavsan o cinta de teflón como bloqueadores de oxígeno.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa oxígeno con y sin pulido, in vitro.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando

glicerina para inhibir la capa oxígeno, in vitro.

- Comparar la microdureza superficial de una resina nanohíbrida con y sin pulido, in vitro.

- Analizar si existe variación de la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa oxígeno y pulido, in vitro.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

Los protocolos para restauraciones directas de resina mejoran significativamente como resultado de esta investigación, permitiendo a la comunidad científica odontológica obtener una comprensión más profunda de los enfoques más eficientes para mejorar la microdureza de la superficie y la calidad de las resinas nano híbridas, controlando la capa inhibida por oxígeno.

1.4.2. Justificación práctica clínica

Al seleccionar el protocolo óptimo, el odontólogo puede operar de forma más segura y eficiente en un entorno clínico, preservando al mismo tiempo la máxima calidad y microdureza superficial de sus restauraciones.

1.4.3. Justificación social

Los pacientes experimentan satisfacción tanto monetaria como psicológica como resultado de la durabilidad de la restauración en la cavidad oral.

1.5. Hipótesis

Existe variación de la microdureza superficial de resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa oxígeno con y sin pulido: estudio in vitro.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Resinas*

Las resinas dentales son materiales imprescindibles para la reconstrucción, permitiendo la preservación de los tejidos dentales y la estética. Dichas resinas se presentan como una combinación, compuesta de resinas fotopolimerizables con estructuras de relleno inorgánicas, y tienen múltiples aplicaciones en el campo odontológico, así como para mejorar la estética dental. Ofrecen ventajas estéticas al estar disponibles en diferentes colores y opacidades, lo que permite un acabado natural. (Vaca et al., 2021; Valverde et al., 2012; Nervaez et al., 2010).

Las resinas están formadas por un componente inorgánico con función de relleno mineral y un componente polimérico orgánico. El componente orgánico se genera predominantemente mediante la síntesis de monómero mono funcionales, disfuncionales o trifuncionales, incluidos monómeros de baja viscosidad como Bis-GMA y UDMA. La matriz orgánica también puede incorporar pigmentos e iniciadores para mejorar las características físicas y visuales del material (Hervás et al., 2006; Rodríguez y Pereira, 2008).

El componente inorgánico comprende una variedad de partículas inorgánicas de formas y tamaños, incluyendo sílice coloidal, vidrio, cuarzo y cerámica. Las propiedades mecánicas y físicas de las resinas compuestas se ven enormemente afectadas por el elemento de relleno inorgánico incorporado durante la fase de dispersión. La composición, el método de conformación y la cantidad incorporada del relleno tienen un impacto sustancial en las propiedades mecánicas del material de restauración (Hervás et al., 2006; Rodríguez y Pereira, 2008; Hajmasy, 2012).

2.1.2. *Clasificación de las resinas*

2.1.2.1. Macrorrelleno. Son un tipo de resinas compuestas que contienen partículas de relleno de mayor tamaño, generalmente en el rango de 0,001 a 0,01 μm . Estos composites, que

fueron populares en los años 80, presentan una mayor resistencia a la carga oclusal y al desgaste en comparación con los composites de microrelleno, lo que los hace adecuados para restauraciones en el sector posterior. Su superficie tiende a ser más mate, pero ofrece mejores propiedades funcionales (Hajmasy, 2012; Trejo, 2017).

2.1.2.2. Microrrelleno. Son un tipo de resinas compuestas que poseen partículas de relleno de 10 y 100 nanómetros o 0,01 y 0,1 micrómetros. Estas partículas son más pequeñas que las de los composites convencionales o macro relleno, lo que les confiere una mayor capacidad de pulido y estética. Sin embargo, su resistencia a la carga oclusal y al desgaste es menor que la de los composites híbridos o de microrrelleno, por lo que su uso se limita a restauraciones estéticas en el sector anterior. (Hajmasy, 2012; Trejo, 2017).

2.1.2.3. Híbridas. Son formadas por grupos poliméricos (la fase orgánica) reforzados por una fase inorgánica compuesta por vidrios de diversas composiciones y tamaños. La fase inorgánica debe comprender un mínimo del 60% del contenido total y consistir en sílice coloidal de 0,04 micrómetros de diámetro. Las dimensiones de las partículas oscilan entre 0,6 y 1 micrómetro. Comparable a la inmensa mayoría de los materiales compuestos empleados actualmente en el campo de la odontología. Además, estos materiales presentan una contracción de polimerización disminuida, una absorción de agua reducida, una capacidad de pulido y texturización excepcional, un coeficiente de expansión térmica comparable al del diente, formulaciones adecuadas para su uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, y fluorescencia (Braga et al., 2005; Trejo, 2017).

2.1.2.4. Nanohíbrida. Son un tipo de resinas compuestas que contienen partículas de relleno de tamaño nanométrico, generalmente de 10 a 100 nanómetros. Estas partículas son más pequeñas que las de los composites de macro y microrrelleno, lo que les confiere una mayor capacidad de pulido y estética. Además, los composites nano híbridos tienen una alta resistencia a la carga oclusal y al desgaste, lo que los hace adecuados para reconstrucciones

tanto en las zonas anterior como posterior. La fórmula nanohíbrida de estos composites contiene partículas de relleno compuestas de zirconio-cerámica de alta calidad, lo que contribuye con propiedades mecánicas que se desempeñan mejor en restauraciones que daban soportar cargas masticatorias. La disposición de partículas de relleno equivale a la de los composites de macrorelleno, lo que permite una gran facilidad de pulido debido a un área más densa y homogénea (Hong et al., 2020; Moraes et al., 2009; Bustos, 2019).

2.1.3. Características de las resinas

Algunas de las cualidades más relevantes de las resinas compuestas incluyen:

2.1.3.1. Estética. Aspecto importante que posee la resina dental, debido a la disponibilidad de un amplio rango de colores en diferentes opacidades, que permite imitar la apariencia de los dientes naturales; además de su transparencia y fluorescencia, y brillo superficial alcanzado mediante el pulido le confiere alta estética y duración (Bustos, 2019).

2.1.3.2. Resistencia a la flexión. Varía según el tipo de compuesto y su uso específico. Lo resistente a la flexión constituye un parámetro crítico para evaluar la resistencia ante fuerzas de flexión en un componente sujeto a este tipo de carga, su superación conduce al colapso por fractura. El nivel de tenacidad a la flexión en composites de revestimiento se sitúa aproximadamente en 100 MPa, mientras que la norma ISO 10477:2004 establece un umbral mínimo de 50MPa. Los composites de macrorelleno presentan una alta resistencia a la carga oclusal y al desgaste, lo que hace adecuados para reconstrucciones tanto en la zona anterior como posterior. En general, los composites presentan una alta resistencia a la fractura (Hervás et al., 2006; Stawarczyk et al., 2011).

2.1.3.3. Microdureza superficial. Es la capacidad resistente de la superficie de un elemento a la penetración de un objeto puntiagudo, varía según la clase de resina y su aplicación específica. La microdureza superficial se mide generalmente en unidades de Vickers (HV), que indican la fuerza necesaria para penetrar la superficie del material con un indentador de

diamante. En general, es una cualidad imprescindible que afecta la resistencia y durabilidad del material en diversas aplicaciones (Cuentas, 2025; Zaracho et al., 2017; Linares, 2009; Valverde et al., 2012).

Los principales sistemas para la medición de microdureza son:

A. Sistema Brinell. Implica la aplicación de una fuerza predeterminada a una muestra del material examinado durante un período de 30 a 60 segundos utilizando un indentador esférico de un diámetro determinado. Al generar una huella que puede medirse tanto en profundidad como en diámetro, esta técnica permite denotar la dureza en unidades HBN (Hardness Brinell Number) (Murillo et al., 2009; Zaracho et al., 2017).

B. Sistema Vickers. Permite evaluar la dureza de cualquier sustancia, independientemente de su espesor o estado. La metodología evalúa la huella diagonal que persiste en la superficie de la probeta tras fijar perpendicularmente el penetrador y someterlo a una carga determinada durante un tiempo, empleando un penetrador de diamante similar a una pirámide con base cuadrada e inclinación de 136° . La dureza Vickers se determina multiplicando el área de la impresión en la superficie lateral por la fuerza aplicada en kilogramos (Zaracho et al., 2017; Santos et al., 2001; Nervaez et al., 2010).

C. Sistema Knoop. Es un método de estimación de la resistencia mecánica especialmente aplicable a capas finas o materiales extremadamente quebradizos en los que bastan indentaciones microscópicas. En este método se utiliza un penetrador de diamante en forma de pirámide con bordes longitudinales inclinados a $172,5^\circ$ y bordes transversales inclinados a 130° . Se ejerce una fuerza específica sobre la superficie sobre la superficie pulida del material sometido a ensayo durante un tiempo determinado. Mediante un microscopio, se determinan las longitudes diagonales de la huella generada (Zaracho et al., 2017; Santos et al., 2001).

2.1.3.4. Estabilidad del color. Es una característica importante, ya que permite

mantener la apariencia natural de la dentición y evitar la pigmentación o pérdida de brillo. A pesar de que las resinas compuestas ofrecen una estabilidad del color adecuada, existen elementos que pudieran comprometer esta propiedad tan importante. Como las alteraciones en la composición de la matriz orgánica y variaciones en el relleno inorgánico y hábitos alimentarios del paciente, como el consumo de bebidas gaseosas (Arcos et al., 2019).

2.1.3.5. Resistencia al desgaste. Es la resistencia a la pérdida de superficie inducida por la fricción de la estructura dental. Viene determinada por la interacción oclusal, la posición de las partículas de obturación en la arcada y variables como su configuración, dimensiones y composición. La importancia de la resistencia al desgaste se debe a las considerables fuerzas que se ejercen sobre la región posterior de la cavidad oral. Además, se han observado avances en la resistencia a la abrasión de los polímeros de composite, mejorando así su durabilidad y aplicabilidad en las restauraciones (Rodríguez y Pereira, 2008).

2.1.3.6. Sorción. Ocurre principalmente en la matriz resinosa, y la fracción de matriz orgánica en las resinas modificadas con poliácidos, se han apreciado diferencias importantes en la sorción de agua entre diferentes resinas compuestas, con algunas siendo menos sensibles a la sorción que otras. Estas variaciones en la sorción pueden atribuirse a elementos como la estructura química de la matriz resinosa, esto puede desencadenar desajustes marginales de la restauración (Vaca et al., 2003).

2.1.3.7. Coeficiente de expansión térmica. Se refiere al grado de incremento de volumen del material cuando se calienta. Una adaptación marginal más eficiente se vincula con un coeficiente de expansión térmica reducido. Es una debilidad de las resinas, debido a que su contracción es mucho mayor que el de los dientes naturales, factor de notable importancia considerando que las restauraciones suelen experimentar variaciones térmicas que oscilan entre 0° C y 60° C. (Nieto et al., 2022).

2.1.3.8. Resistencia a la compresión. Denota la capacidad de un material para

soportar presiones verticales, concretamente la mayor tensión que puede soportar antes de fallar. Este aspecto mecánico debe tenerse en cuenta, ya que durante los movimientos masticatorios o parafuncionales, las fuerzas transferidas en la zona posterior de la boca son mayoritariamente compresivas (Acurio-Benavente et al., 2017).

2.1.4. Componentes de las resinas

Cada una de las resinas posee una estructura distinta que determinan sus respectivas aplicaciones. No obstante, todas comparten los componentes fundamentales:

2.1.4.1. Matriz orgánica. Usualmente constituida por el monómero Bis-GMA, igualmente se incorporan estabilizadores diseñados con el fin de optimizar la calidad del material previo a la polimerización, así como la estabilidad química posterior a dicho proceso. La presencia de Bis-GMA se combina también otros de bajo peso molecular (como TEGMA, EGMA, UDMA), los cuales son indispensables para darle consistencia.

A. Relleno inorgánico. Formado por fracciones de vidrio, cuarzo o sílice.

B. Agente de unión. Usualmente silano, que permite la integración de todos los componentes.

C. Sistema acelerador e iniciador. Involucra a los elementos encargados de activación y control de la fotopolimerización (Moradas y Álvarez, 2017).

2.1.5. Polimerización de las resinas

Es fundamental en la formación de estos materiales. Durante la polimerización, los enlaces dobles carbono-carbono se rompen para integrar de polímeros con carbono incorporado mediante enlaces simples. Los elementos que actúan en la polimerización son (Orozco et al., 2015).

2.1.5.1. Tipo de iniciador o fotoiniciador. Preferentemente empleada, la canforoquinona destaca por su nivel de polimerización máximo situado en los 468 nm. Asimismo, se están considerando otros componentes, como el PPD (1-fenil-1,2-propanodiona),

con el fin de generar mejor acabado estético, ya que la canforoquinona podría dar un matiz amarillo.

2.1.5.2. Color. Las resinas de tonos más oscuros tienen mayor dificultad al polimerizarse, ya que causan difusión de la luz.

2.1.5.3. Grosor de capa. La contracción fue mayor a mayor tamaño de las capas aplicadas, por lo que se recomienda no superar los 2 mm de espesor máximo para cada capa.

2.1.5.4. Longitud de onda. Debe cubrir los rangos de máximos para polimerizar a según los diferentes iniciadores.

2.1.5.5. Distancia. La acción de la radiación luminosa disminuye de forma inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Indicando que, al aumentar o disminuir esta distancia experimentaremos notable disminución de la intensidad de polimerización. En consecuencia, se aconseja mantener la fuente luminosa en proximidad directa a la superficie.

2.1.5.6. Intensidad. Se considera un mínimo de 350-400 mW/cm².

2.1.5.7. Tiempo de exposición. Generalmente, de 20 y 40 segundos, varía de acuerdo al equipo utilizado.

La polimerización de las resinas empieza con el empleo de la lámpara, sin embargo, permanece posteriormente a haber retirado el emisor de luz. La polimerización pasa por tres fases inexcusables (Moradas y Álvarez, 2017):

A. Fase pregel. Etapa inicial, durante este período, la resina exhibe una apariencia plástica y viscosa, permitiendo que fluya.

B. Punto de gel. A medida que la fotopolimerización avanza, se forman moléculas mayores, solidificando así el material. Aquí, se inhibe el movimiento o la difusión de las moléculas fuera de la matriz. Se define el punto de gel como aquel en el cual la fluidez del material no puede mantenerse debido a su propia contracción. En consecuencia, el material entra en la fase postgel.

C. Fase postgel. Durante esta etapa, el material adquiere un estado rígido, pero continúa experimentando contracción. Cuando la contracción se ve limitada (por adhesivos), se produce el estrés traccional en esta fase.

El grado de conversión aumenta a medida que la resina sigue polimerizando durante la fase oscura de polimerización. Esta fase comienza inmediatamente después de la retirada de la fuente de luz y la ausencia de luz en las proximidades de la resina. Permanece durante un mínimo de veinticuatro horas tras el cese de la estimulación luminosa, soportando una oscuridad total. En particular, esta fase surge exclusivamente después de que la resina experimente una reacción fotoquímica en presencia de luz (Moradas y Álvarez, 2017).

2.1.6. Inhibición de la capa de Oxígeno

En el proceso de polimerización, existen radicales libres que tienen mayor afinidad por el oxígeno superficial del entorno que a los monómeros, obstaculizando la polimerización completa y dando lugar a la formación de una capa superficial de resina polimerizada suave y pegajosa. Esta capa inhibe la entrada de oxígeno y es esencial para lograr una unión adecuada entre las diferentes capas de resina. Sin embargo, puede presentar complicaciones en la última capa al dificultar la polimerización total, lo que conlleva a cambios de color, desgaste y deterioro estético. La capa inhibida de oxígeno superficial generada es similar a una resina no curada, caracterizada por tener cantidades mínimas de fotoiniciadores (Herrera, 2005).

La capa de debe ser eliminada en el último estrato de resina, de esta forma se evita un incremento adicional debido a que su textura podría perjudicar las propiedades mecánicas y estéticas del material. Diversas técnicas se emplean para evitar la formación de la capa de oxígeno, entre ellas la aplicación de una lámina de celulosa previa a la polimerización. Otras opciones incluyen llevar a cabo un pulido adecuado después de la fotopolimerización o aplicar glicerina en la última capa de resina antes de llevar a cabo la polimerización (Marigo et al., 2019; Sánchez et al., 2018).

Sin embargo, no es factible eliminar por completo la capa inhibida de oxígeno mediante ajustes oclusales, acabados u otros procedimientos. En este contexto, los profesionales sugieren la aplicación de un gel de glicerina durante la fotoactivación del último estrato de resina. Se recomienda especialmente en áreas oclusales y de difícil acceso, donde los sistemas de pulido no pueden llegar o cumplen su función de manera parcial (Betancourt-Aguilar et al., 2016; Marigo et al., 2019). La glicerina en estado puro se compone de un polialcohol con una cadena de tres átomos de carbono y tres grupos hidroxilos. Permanece estable frente al oxígeno en condiciones atmosféricas normales; sin embargo, ante la presencia de oxidantes fuertes, se transforma en dióxido de carbono y agua. Este líquido exhibe características de incoloro, sin olor y baja toxicidad ambiental. Esta sustancia se utiliza en forma de gel para bloquear la acción del oxígeno durante la fotopolimerización, lo que permite obtener una mejor estabilidad del color y dureza del área de la resina compuesta, actúa como un inhibidor de la capa de oxígeno en los composites, contribuyendo a su calidad (Betancourt-Aguilar et al., 2016; Ramírez et al., 2022a, b).

2.1.7. Acabado y pulido de las resinas

El pulido de los composites dentales es un proceso fundamental para garantizar la durabilidad, estética y funcionalidad de las restauraciones, se utilizan distintos instrumentos para este fin, como fresas de diamante o carburo, discos de pulido, ruedas de goma impregnadas de diamante, copas, discos y pastas abrasivas (Servián, 2019). Ya que la superficie irregular muestra problemas como: discomfort, formación de biofilm, gingivitis, falta de estética superficial, el pulido permite eliminar irregularidades, con el fin de conseguir una superficie lisa y brillante, con mejor resistencia a las pigmentaciones, y reducir la acumulación de placa, contribuyendo a la salud bucal a largo plazo. Además, el pulido de los composites dentales es una fase fundamental en el procedimiento de restauración, ya que garantiza la durabilidad y la previsibilidad del trabajo (Kaplan et al., 1996; Rehab, 2022; Wilson et al., 1990; Servián, 2019).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo: experimental, prospectivo, transversal, comparativo y enfoque cuantitativo. Experimental in vitro, hubo manipulación de las variables para obtener diversos resultados. Prospectivo, la investigación se evaluará en el futuro. Transversal, debido a que la variable se midió una única vez. Comparativo, porque se diferenciaron dos o más grupos de estudio (Villasís-Keever y Miranda-Novales, 2016).

3.2. Ámbito temporal y espacial

El estudio se realizó en el laboratorio especializado en calibraciones: High Technology Laboratory Certificate (HTL), Lima, Perú.

3.3. Variables

3.3.1. Variable dependiente

- Microdureza Superficial

3.3.2. Variable independiente

- Inhibición de la capa de oxígeno

3.3.3. Variable interviniente

- Aplicación de glicerina
- Sistema de pulido

3.3.4. Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA	VALOR
Microdureza superficial	Capacidad de la resina nanohíbrida Filtek Z- 250 XT(A2) para resistir durante la penetración en su superficie, obtenida mediante un microdurómetro tipo Vickers	Valor numérico de 10 a 100kg/ mm ² la microdureza por cada disco de resina.	Razón	kgF/mm ²
Inhibición de la capa de oxígeno	Eliminación de los radicales libres en la última capa de resina que entrar en contacto con el oxígeno, mediante dos métodos.	Presencia o ausencia de oxígeno	Nominal	Si No

Gel de glicerina	Es un humectante que se utilizara en un método químico para inhibir la capa de oxígeno con la glicerina antes de la fotopolimerización final de la resina nanohíbrida.	Aplicación de la glicerina	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> - Con aplicación de glicerina para inhibir la capa de oxígeno. - Sin aplicación de glicerina para inhibir la capa de oxígeno.
Sistema de pulido	Técnica mecánica que se realiza después de la fotopolimerización final de la resina nanohíbrida	Aplicación del sistema de pulido	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> - Con aplicación de un sistema de pulido. - Sin aplicación de un sistema de pulido.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Discos de resina nanohíbrida Filtek Z-250 XT (A2)

3.4.2. Muestra

Para encontrar el tamaño de muestra, se aplicó la fórmula de comparación de medias, utilizando un nivel de confianza al 95% y un margen de seguridad de 0,05. Obteniendo los valores de media y desviación estándar del antecedente directo (Carrillo et al.,2022).

Formula:

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \cdot (S_1^2 + S_2^2)}{(M_1 - M_2)^2}$$

Teniendo en cuenta:

- n = Tamaño de muestra por grupo.
- $Z_{\alpha/2} = 1,96$. Valor Z correspondiente a un valor de confianza al 95%.
- $Z_b = 1,645$. Poder estadístico al 95%
- $S_1 = 3,37$. Desviación standard del grupo 1, obtenido (Carrillo et al.,2022).
- $S_2 = 6,19$. Desviación standard del grupo 2, obtenido (Carrillo et al.,2022).
- $M_1 - M_2 = d = 7,8$. Diferencia de medias, obtenido (Carrillo et al.,2022).

Operando: $n = [2 (1.96+1.645)^2 \times (3,37+6,19)^2] / [7,8^2] = 10,61$

Se obtiene como resultado 10.61, lo que nos indica un número mínimo a evaluar por grupo de 11 muestras, siendo redondeado a 15 muestras para cada grupo experimental y considerando 10 muestras para el grupo control. Haciendo un total de 55 muestras para los 4 grupos evaluados.

3.4.3. Unidad de análisis

1 disco de resina nanohíbrida tratados con glicerina para inhibir la capa de oxígeno con

y sin pulido

3.4.4. Muestreo

Las muestras se confeccionaron en condiciones óptimas y estandarizadas, utilizando un muestreo no probabilístico por conveniencia del autor, agrupando aleatoriamente las muestras, teniendo en cuenta que cada muestra provino de un proceso de fabricación controlado.

3.4.5. Criterios de selección

Criterios de Inclusión

- Discos confeccionados de resina nanohíbridas Filtek Z-250 XT(A2)
- Discos de 6 mm de diámetro por 2 mm de espesor
- Discos con superficies regulares

Criterios de Exclusión

- Discos de resina de otra marca y color diferente al estudio
- Discos con presencia de fracturas o microfracturas.
- Discos que no cumplan las medidas del protocolo correspondiente
- Discos de resina que no estén pulidos

3.5. Instrumentos

En la investigación, los datos obtenidos del estudio fueron obtenidos:

- Ficha de recolección de datos, fue elaborado por la investigadora, en el cual se registró por cada grupo la carga de ensayo empleada, indentaciones y promedio final.
- Para el presente estudio se utilizó un microdurómetro Vickers, calibrado en un rango de carga de 100gF, de tipo digital, de la marca LG, modelo HV-1000. Este es un instrumento utilizado para medir la dureza de materiales, incluyendo composites, mediante el ensayo de dureza Vickers. El ensayo de dureza Vickers se basa en la medición de la huella dejada por un penetrador de diamante en forma de pirámide de base cuadrada. El microdurómetro Vickers aplica una carga conocida sobre el material y mide la longitud de las

diagonales de la huella resultante para calcular la dureza Vickers del material (Carrillo et al., 2022).

3.6. Procedimientos

3.6.1. Autorización

El proyecto fue enviado al comité de ética de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal para su revisión y aprobación. Asimismo, se solicitaron los permisos al laboratorio High Technology Laboratory Certificate (HTL) para llevar a cabo la investigación.

3.6.2. Lugar de estudio

El estudio se realizó en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate (HTL), Lima, Perú.

3.6.3. Medición de la intensidad de la lámpara

Para la medición de la intensidad de la lámpara (LED H- Woodpecker) se utilizó un radiómetro (Woodpecker-Led, LM-1) y se calibró con una intensidad de 1000 mW/cm².

3.6.4. Preparación de las muestras

Se confeccionaron un total de 55 muestras de resinas nanohíbrida Filtek Z- 250 XT(A2). Aplicando la norma ISO 4049 – 2019. Las muestras formaron parte de cuatro grupos, para ello se siguieron las siguientes consideraciones para cada uno:

Al grupo 1, en la parte interna del molde se coloca una capa fina de vaselina con la ayuda de un microbrush para retirar el disco preparado con facilidad, se aplica la resina nanohíbrida Filtek Z- 250 XT(A2) dentro del molde de acero inoxidable con dimensiones de 6mm de diámetro y 2mm de altura, se colocó sobre el material una cinta celuloide y fue comprimida con un portaobjetos con 1mm de grosor durante 30 segundos para obtener una superficie plana y compacta. Para la polimerización se usó la lámpara (LED H- Woodpecker), con intensidad de luz de 1000mW/cm², se realizó por un lado del disco durante 40 segundos

de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Para un mejor reconocimiento se marcaron los discos en un lado para identificar la posición y el lado de la toma de la dureza, se retiraron los discos y con un calibrador dental se procedió a comprobar las medidas establecidas

Al grupo 2, en la parte interna del molde se coloca una capa fina de vaselina con la ayuda de un microbrush para retirar el disco preparado con facilidad, se aplica la resina nanohíbrida Filtek Z- 250 XT(A2) dentro del molde de acero inoxidable con dimensiones de 6mm de diámetro y 2mm de altura se colocó sobre el material una cinta celuloide y fue comprimida con un portaobjetos con 1mm de grosor durante 30 segundos para obtener una superficie plana y compacta. Una vez que las superficies quedaron paralelas, se retiró el portaobjetos y cinta celuloide. Se aplicó con la ayuda de un microbrush la glicerina en la superficie del material y se fotopolimerizó con la lámpara (LED H- Woodpecker), con intensidad de luz de 1000mW/cm², se realizó por un lado del disco durante 40 segundos de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Para un mejor reconocimiento se marcaron los discos en un lado para identificar la posición y el lado de la toma de la dureza, se retiraron los discos y con un calibrador dental se procedió a comprobar las medidas establecidas.

Al grupo 3, se fabricaron los discos utilizando el mismo molde de acero inoxidable con las medidas correspondientes, y se fotopolimerizaron con las iguales condiciones que el grupo control (grupo 1).

Al grupo 4, se confeccionaron los discos utilizando el mismo molde de acero inoxidable con las medidas correspondientes, y se fotopolimerizaron con las iguales condiciones que el grupo con aplicación de glicerina (grupo 2).

3.6.5. Sumergidos en la saliva artificial

Al finalizar la preparación de los discos, se colocaron dentro de envases sumergidas en saliva artificial, durante 24 horas conservadas en una incubadora a 37°C, simulando el ambiente oral, completando el proceso de polimerización oscura.

3.6.6. Pulido de discos

Tanto el grupo 3 y grupo 4 se realizó el pulido por un solo lado del disco con la pieza de mano de baja velocidad (Nsk EX -203c set) utilizando 4 discos soft-lex, desde el grano grueso, mediano, fino y ultrafino, en un tiempo estimado de 20 segundos para cada tipo de grano según las indicaciones del fabricante, después fueron lavados durante 5 segundos con agua destilada para eliminar los desechos.

3.6.7. Medición de la dureza

Finalmente, se colocó cada disco en el Microdurómetro Vickers (HVS-1000 Jinan Liangong Testing Technology Co., Ltd., Shandong, China) con una longitud de 1 micrón, aproximación a 40×. Se realizaron cuatro muescas en el centro de la superficie del bloque compuesto de resina, bajo una carga de 100 gf durante 10 s en diferentes puntos con la misma distancia entre ellos y manteniendo una distancia mínima de 1 mm adyacente a los márgenes de la muestra.

El valor de microdureza de la superficie ($\text{kg/mm}^2 = \text{HV}$ (dureza Vickers)) se determinó dividiendo la carga aplicada a la superficie de la indentación (Anexo H).

3.7. Análisis de datos

Una vez recolectado los datos en las fichas de registro, fue registrada en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2016 para facilitar la organización y visualización inicial; posteriormente los datos fueron exportados y codificados en el software estadístico SPSS versión 27.0. Para la estadística descriptiva se presentaron tablas con la media, desviación estándar, varianza y significancia. Para la estadística inferencial, los datos no presentaron distribución normal de acuerdo a la prueba de Shapiro-Wilk por el cual se usa la prueba no paramétrica, se empleó la prueba U de Mann-Whitney considerando una diferencia estadísticamente significativa $p < 0.05$.

3.8. Consideraciones éticas

El trabajo *in vitro* experimental fue revisado y aprobado (N°022-02-2024) por el Comité de Ética de la Universidad Nacional Federico Villarreal para su posterior ejecución.

Se declaró no tener ningún tipo de conflicto de interés con las marcas o empresas involucradas en el estudio, y toda la investigación fue autofinanciada por la investigadora.

IV. RESULTADOS

En este estudio se empleó 55 discos de resina nanohíbrida tipo Filtek Z-250 XT(2A), distribuidos en 4 grupos (3 experimentales y 1 de control); con la finalidad de identificar la microdureza superficial utilizando glicerina con y sin el protocolo de pulido.

Tabla 1

Análisis de la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa oxígeno con y sin pulido, in vitro

	N	Media	DE	Varianza	p
Grupo con aplicación de glicerina	15	76.73	3.06	9.38	0.661
Grupo con aplicación de glicerina con pulido	15	72.75	12.71	161.60	0.000
Grupo con pulido sin glicerina	15	72.55	3.21	10.32	0.596
Grupo control	10	74.24	2.92	8.51	0.237

Nota. La tabla 1 muestra los estadísticos descriptivos de la microdureza superficial Hv (kg/mm²) en cuatro grupos experimentales, observándose que, el grupo con aplicación de glicerina sin pulido (76.73 ± 3.06 Hv) y varianza de 9.38, lo que sugiere valores consistentes y uniformes. En contraste, el grupo con glicerina y pulido presentó (72.75 ± 12.71 Hv) y varianza de 161.60. Por otro lado, el grupo con pulido sin glicerina obtuvo (72.55 ± 3.21 Hv) y varianza de 10.32. Finalmente, el grupo control mostró (74.24 ± 2.92 Hv) y varianza de 8.5. El grupo aplicación de glicerina con pulido obtuvo un valor de significancia ($p=0.000$), inferior al umbral de $p<0.05$, lo que indica que no se cumple el supuesto de normalidad de acuerdo a la prueba de Shapiro-Wilk.

Tabla 2

Análisis de la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa oxígeno, in vitro

	N	Media	DE	Varianza	p
Grupo con aplicación de glicerina	15	76.73	3.06	9.38	0.031
Grupo control	10	74.24	2.92	8.51	

Nota. La tabla 2 muestra los resultados del análisis de microdureza superficial Hv (kg/mm²) de una resina nanohíbrida con y sin aplicación de glicerina nos indica una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.031$) entre ambos grupos, esto indica que la aplicación de glicerina genera un efecto significativo sobre la microdureza de la resina evaluada in vitro. Se optó por aplicar la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

Tabla 3

Análisis de la microdureza superficial de una resina nanohíbrida con y sin pulido, in vitro

	N	Media	DE	Varianza	p
Grupo sin pulido	10	74.24	2.92	8.51	0.360
Grupo con pulido	15	72.55	3.21	10.32	

Nota. La tabla 3 muestra el análisis de la microdureza superficial Hv (kg/mm²) de una resina nanohíbrida comparando los grupos con y sin pulido, evidenciando una significancia ($p=0.360$); dado que $p>0.05$, no se evidencia una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos, esto sugiere que el pulido no tiene un efecto significativo sobre la microdureza superficial de la resina evaluada in vitro. Se optó por aplicar la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

Tabla 4

Análisis de variación de la microdureza superficial de resina nanohíbrida utilizando glicerina

para inhibir la capa oxígeno con y sin pulido, in vitro

	N	Media	DE	Varianza	p
Grupo con aplicación de glicerina sin pulido	15	76.73	3.06	9.38	0.384
Grupo con aplicación de glicerina con pulido	15	72.75	12.71	161.60	

Nota. La tabla 4 presentó el análisis de la microdureza superficial Hv (kg/mm²) de una resina nanohíbrida tras la aplicación de glicerina, comparando condiciones con y sin pulido, mostrando una significancia ($p=0.384$), dado que este valor es mayor al umbral convencional de $p>0.05$, no se evidencia una diferencia estadísticamente significativa entre ambos tratamientos, por lo tanto, se concluye que la condición de pulido no influye significativamente en la microdureza de la resina cuando se aplica glicerina para inhibir la capa de oxígeno, in vitro. Se optó por aplicar la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

V. DISCUSION DE RESULTADOS

Las resinas dentales presentan una amplia variedad de composiciones y propiedades físico-químicas que varían según sus características, importantes para la elección ideal del material restaurador para cada caso clínico, empleando un protocolo óptimo para conservar sus propiedades. Uno de los parámetros de mayor relevancia en la odontología adhesiva es la microdureza superficial, la cual influye directamente en la resistencia al desgaste, durabilidad clínica y el éxito a largo plazo de las restauraciones (Zaracho et al., 2017).

Con la evolución de los materiales de restauración, las resinas nanohíbridas se presentan como una alternativa que equilibra la resistencia mecánica y propiedades estéticas en la adhesión dental, dado a que combina moléculas de nanorrelleno y microrrelleno (Nieto et al., 2022). Mejorando sus características como mayor estabilidad química, propiedades ópticas, flexibilidad, propiedades mecánicas y resistencia a la degradación (Christiani et al., 2023; Azmy et al., 2022). Sin embargo, la adecuada preservación de estas propiedades depende en gran medida del proceso de fotopolimerización, el cual puede verse afectado por diversas variables clínicas.

Una de las principales interferencias durante este proceso es la presencia de oxígeno en la superficie del material durante el curado, la cual impide la conversión completa de monómeros a polímeros en la capa superficial, generando una película con menor grado de polimerización. Esta capa de curado incompleto no solo compromete la microdureza, sino, también otras propiedades como la resistencia al desgaste y la integridad estética del material. Por ello, se han planteado alternativas clínicas para minimizar este efecto, como el uso de glicerina durante el fotocurado o el pulido inmediato tras la polimerización (Sánchez et al., 2018).

En ese sentido, en el presente estudio se plantea como objetivo evaluar la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa oxígeno con y

sin pulido (Tabla 1), planteando un diseño experimental *in vitro*, en 55 muestras de resinas nanohíbridas tipo Filtek Z-250 XT(2A) asignadas en 4 grupos, en el cual se observó que la mayor media de microdureza (76.73 ± 3.06 HV) se alcanzó en el grupo en el que se aplicó glicerina sin pulido, seguido del grupo control sin glicerina ni pulido (74.24 ± 2.92 HV). Los valores más bajos fueron registrados en los grupos con pulido, tanto con glicerina (72.75 ± 12.71 HV) como sin glicerina (72.55 ± 3.21 HV), evidenciando que la aplicación de glicerina antes de la fotopolimerización incrementa significativamente la microdureza superficial de la resina nanohíbrida Filtek Z-250 XT. Encontrando diferencia significativa ($p = 0.031$) en los grupos con aplicación de glicerina sobre el grupo sin aplicación de glicerina (control) (Tabla 2), lo que demuestra la eficacia de la glicerina para reducir la capa inhibida por oxígeno y mejorar la conversión superficial de la resina.

Teniendo en cuenta que la microdureza superficial del esmalte dental humano oscila entre 320 y 350 HV (Chuenarrom et al., 2009), este valor representa un estándar de referencia al cual los materiales restauradores deberían aproximarse para reemplazar funcional y estructuralmente al esmalte. En el presente estudio, el valor más alto fue obtenido en el grupo fotopolimerizado con glicerina (76.73 ± 3.06 HV), mientras que el más bajo correspondió al grupo con pulido sin glicerina (72.55 ± 3.21 HV). Si bien ambos valores se encuentran muy por debajo de los niveles del esmalte natural, esto puede explicarse por la naturaleza orgánica de la resina y su limitado grado de conversión polimérica en comparación con los tejidos duros dentales.

No obstante, los valores registrados se encuentran dentro del rango reportado para resinas nanohíbridas (60–130 HV), lo que indica un comportamiento mecánico aceptable para el uso clínico al que están destinadas. Además, los resultados concuerdan con lo hallado por Navjot et al. (2022), quienes obtuvieron una microdureza de 76.8 ± 1.9 HV al usar glicerina, y con Núñez et al. (2022), que reportaron 67.81 ± 1.93 HV en muestras pulidas sin glicerina.

Esto reafirma la importancia de evitar la exposición al oxígeno durante la fotopolimerización, ya que el pulido por sí solo no logra compensar el efecto de la capa inhibida.

En cuanto al efecto del pulido, los resultados no presentaron diferencias significativas ($p=0.360$) entre el grupo sin pulido (control) y el grupo solo con pulido (Tabla 3). De igual manera, los grupos con aplicación de glicerina sin pulido y con pulido (Tabla 4), no obtuvieron diferencia significativa ($p=0.384$), lo cual sugiere que el pulido no mejora la microdureza cuando la capa de oxígeno ya ha sido controlada con glicerina, y que su acción podría ser limitada o incluso contraproducente si se realiza sobre una superficie con polimerización incompleta.

En concordancia con Núñez et al. (2022) quienes enfocaron su estudio en el efecto de dos sistemas de pulido sobre diferentes tipos de resina (nanohíbrida y bulk fill), encontrando que la microdureza varió según el tipo de resina, pero no significativamente según el sistema de pulido.

Por su lado, Carrillo et al. (2022) presenta datos diferenciados, encontrando que la inhibición del oxígeno seguida de un protocolo de pulido mejora significativamente la microdureza en resinas tipo bulk fill, excepto las resinas microhíbridas, lo cual difiere de los resultados presentados, esto se debe a que un pulido prematuro sobre una resina con polimerización incompleta puede eliminar la capa superficial aún no curada, lo que genera una superficie más blanda, inestable y con menor integridad mecánica. Además, se reconoce que el pulido podría tener menor impacto cuando se trata de resinas con partículas inorgánicas de mayor tamaño, debido a su menor capacidad de compactación superficial y pulido eficiente.

Las técnicas evaluadas para contrarrestar la capa inhibida por el oxígeno son diversas, Navjot et al. (2022) evaluaron diversas estrategias como medio protector como la glicerina, KY gel y tira Mylar, concluyendo que la capa inhibida reduce negativamente la microdureza de la resina compuesta, siendo menor tras exposición a soluciones pigmentantes. Asimismo,

Marigo et al. (2019) confirmaron que la fotopolimerización en ausencia de oxígeno mediante glicerina, láminas de poliéster o gas argón incrementa la microdureza, siendo mayor con el uso de glicerina, recomendando su uso clínico en zonas de difícil acceso como piezas posteriores.

Estos hallazgos coinciden con los de Tairov et al. (2018), quienes sustentan una mayor dureza superficial en resinas recubiertas con cinta de teflón, glicerina o Mylar, siendo las muestras sin protección las de menor dureza. Reforzando la idea de que la glicerina ayuda a formular un protocolo para la polimerización completa del material restaurador. Del mismo modo, Sánchez et al. (2018) concluyeron que eliminar la capa inhibida mejora la estabilidad mecánica y que la fotopolimerización con presión de una matriz o con glicerina proporciona mejores resultados que su ausencia en el protocolo.

Por su parte, Aromaa et al. (2018) encontraron que, cuando las muestras son protegidas del contacto con el oxígeno durante la fotopolimerización, presentaban una mayor microdureza, lo que a su vez se relacionaba con un mejor grado de conversión. Esto respalda la idea de que evitar la inhibición por oxígeno no solo mejora la superficie de la resina, sino que también tiene un impacto real en su estructura interna y en sus propiedades mecánicas

Dado las diferentes perspectivas, se puede decir que la aplicación de glicerina como medio para inhibir el oxígeno en la fotopolimerización de un material resinoso, se presenta como favorable y recomendable para tener la seguridad de tener un curado completo del material, optimizando las propiedades físico-mecánicas de las restauraciones de preparación directa, sobre todo, teniendo al pulido como técnica complementaria mas no sustituta. Destacando la glicerina por su fácil disolución en el agua, permitiendo su retiro fácil de la restauración una vez terminado el proceso restaurador, además de representar una estrategia efectiva, económica y sencilla para mejorar la resistencia superficial de las restauraciones.

El presente estudio aporta información valiosa fortalecidas en su trabajo sistemático conforme a las normas estandarizadas para la evaluación de microdureza superficial ISO

4049:2019, garantizando su genuinidad, reproducción y validez, además de usar una metodología controlada, con una correcta distribución de grupos, e instrumentos calibrados adecuadamente, además de proporcionar medios orales como la saliva artificial y la incubación a 37°C, utilizando como material restaurador a una resina nanohíbrida (Filtek Z-250 XT) de uso común, generando relevancia práctica en los resultados encontrados.

Sin embargo, algunas limitaciones a considerar son, que al tratarse un estudio *in vitro*, existe la necesidad de trabajar con las mayores condiciones clínicas semejantes al medio oral posibles, como abordar cargas masticatorias, medidas semejantes al envejecimiento en cavidad oral como el termociclaje cíclico, lo cual podría mejorar para extrapolar el trabajo a un protocolo clínico establecido o la acción frente a bebidas de consumo común. Mencionando también la necesidad de abordar otras propiedades relevantes como el grado de conversión monomérica, desgaste, la adhesión, con la posibilidad de incluir diferentes resinas con otras formulaciones, incrementando el tamaño muestral para obtener una mejor relevancia estadística.

Los trabajos sobre la relación de la capa inhibida por el oxígeno, polimerización y microdureza superficial son variados, presentando valores diferenciados, probablemente por el componente molecular de las resinas estudiadas, el protocolo del microdurómetro o la preparación de la muestra, encontrando mayores coincidencias en el beneficio del uso de la glicerina como gel protector para completar la polimerización de la última capa de resina. Sin embargo, futuras investigaciones deberán trabajar en un medio de mayor similitud al comportamiento clínico, incluyendo su respuesta frente al envejecimiento, otros sistemas de pulido o la variación según intensidad de curado, ya que la microdureza superficial se ve comprometida directamente al medio bucal y las cargas que pueda recibir, por lo que su estudio en el comportamiento de las diferentes restauraciones es de vital importancia en la práctica clínica.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Se concluyó que la microdureza superficial de la resina nanohíbrida Filtek Z-250 XT (A2) es mayor valor en el grupo con aplicación de glicerina fue de 76.73 ± 3.06 Hv, grupo control 74.24 ± 8.51 Hv, seguido grupo con aplicación de glicerina con pulido fue de 72.75 ± 12.71 Hv y grupo con pulido fue de 72.55 ± 3.21 Hv, lo que sugiere que la ausencia de pulido favorece la consistencia en los valores de microdureza.

6.2. La aplicación de glicerina para inhibir la capa de oxígeno en la resina nanohíbrida Filtek Z-250 XT (A2) obtuvo un valor más alto al grupo control con 74.24 ± 8.51 Hv, obteniendo una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.031$) entre ambos grupos.

6.3. Se concluyó que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.036$) en la microdureza entre los grupos con y sin pulido, lo que sugiere que el pulido no influye de manera relevante en la resistencia de la resina nanohíbrida Filtek Z-250 XT (A2).

6.4. No se encontró una variación significativa ($p=0.384$) en la microdureza superficial al comparar la aplicación de glicerina con y sin pulido, lo que sugiere que el pulido no influye de manera determinante en esta propiedad cuando se utiliza glicerina para inhibir la capa de oxígeno.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Seguir mejorando la técnica de aplicación glicerina en las restauraciones directas, especialmente en entornos clínicos donde se busca maximizar la durabilidad y resistencia de las restauraciones.

7.2. Recibir capacitación continua sobre la correcta aplicación de glicerina y su impacto en las propiedades físicas de las resinas.

7.3. Se sugiere que los profesionales reconsideren la necesidad del pulido como un paso obligatorio en el protocolo de acabado, priorizando otras técnicas que puedan ofrecer un acabado estético adecuado sin comprometer la resistencia.

7.4. Es fundamental difundir los resultados de esta investigación a la comunidad odontológica a través de publicaciones científicas y presentaciones en congresos, con el objetivo de promover la adopción de este protocolo clínico.

VIII. REFERENCIAS

- Abellán-Nebot, J., Vila, C., & Siller, H. (2024). A review of the factors influencing surface roughness in machining and their impact on sustainability. *Sustainability*, 16(5), 1917. <https://doi.org/10.3390/su16051917>
- Acurio-Benavente, P., Falcón-Cabrera, G., Casas-Apayco, L., & Montoya Caferatta, P. (2017). Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. *Odontología Vital*, (27), 69-77. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-07752017000200069#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n,fractura rse%20\(Moezzyzadeh%2C%202012\)](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-07752017000200069#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n,fractura rse%20(Moezzyzadeh%2C%202012)).
- Aquino, W., Izquierdo, J. y Revilla, A. (2024). *Evaluación in vitro de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023*. [Tesis de grado, Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/14434>
- Arcos, L., Montaña, V., y Armas, A. (2019). Estabilidad en cuanto a color y peso, de resinas compuestas tipo Flow tras contacto con bebidas gaseosas: estudio in vitro. *Revista Odontología Vital*, 1(30), 59–64. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-07752019000100059
- Aromaa, K., y Vallittu, K. (2018). Delayed post-curing stage and oxygen inhibition of free- radical polymerization of dimethacrylate resin. *Dental Materials*, 34(9), 1247–1252. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.06.019>
- Azmy, E., Al-Kholy, M. R. Z., Fattouh, M., Kenawi, L. M. M., & Helal, M. A. (2022). Impact of nanoparticles additions on the strength of dental composite resin. *International Journal of Biomaterials*, (1), 1165431. 10.1155/2022/1165431
- Betancourt-Aguilar, C., Mello-Prado, R., Castellanos-González, L., & Silva-Campos, C. N. (2016). Características de la glicerina generada en la producción de biodiesel, aplicaciones generales y

- su uso en el suelo. *Cultivos tropicales*, 37(3), 7-14. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4329.2403>
- Bilgili, D., Dündar, A., Barutçugil, Ç., Tayfun, D., & Özyurt, Ö. (2020). Surface properties and bacterial adhesion of bulk-fill composite resins. *Journal of dentistry*, 95, 103317. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103317>
- Borges, M., Silva, G., Neves, F., Soares, C., Faria-e-Silva, A., Carvalho, R., & Menezes, M. (2021). Oxygen inhibition of surface composites and its correlation with degree of conversion and color stability. *Brazilian Dental Journal*, 32, 91-97. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202103641>
- Braga, R., Ballester, Y., y Ferracane, L. (2005). Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: A systematic review. *Dental Materials*, 21(10), 962–970. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.04.018>
- Briso, A.L.F., Caruzo, L.P., Guedes, A.P.A., Catelan, A., & Dos Santos. (2011). P.H. In Vitro Evaluation of Surface Roughness and Microhardness of Restorative Materials Submitted to Erosive Challenges. *Operative Dentistry*, 36(4), 397-402. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21827225/>
- Bustos, J. (2019). Estudio experimental in vitro de la unión de dos compuestos híbridos a distintos cementos de resina compuesta. [Tesis doctoral, Universitat de València]. <https://roderic.uv.es/rest/api/core/bitstreams/edc57292-4fce-4596-a240-a626433e4da3/content>
- Calza, T., Carranza, A., y Bonnin, C. (2018). La nanotecnología aplicada al desarrollo de resinas compuestas y sistemas adhesivos a esmalte y dentina. Reporte de un caso clínico. *Methodo. Investigación Aplicada a Las Ciencias Biológicas*, 3(3), 78–82. [https://doi.org/10.22529/me.2018.3\(3\)06](https://doi.org/10.22529/me.2018.3(3)06)
- Carrillo, A., Salazar, G., Castro, L., Ladera, M., López, C., Cachay, H., Aliaga, A., Cornejo, A., Cervantes, L y Cayo, C. (2022). The Microhardness and Surface Roughness Assessment of

Bulk-Fill Resin Composites Treated with and without the Application of an Oxygen-Inhibited Layer and a Polishing System: An In Vitro Study. *Polymers*, 14(15). <https://doi.org/10.3390/polym14153053>

Christiani, J., Acevedo, E., Rocha, M., y Rocha, T. (2023). Color Stability of Three Nanohybrid Resins in Relation to the Type of Polishing Performed. *Int. J. Odontostomat*, 17(1), 64–69. <https://ijodontostomatology.com/en/articulo/color-stability-of-three-nanohybrid-resins-in-relation-to-the-type-of-polishing-performed/>

Cuentas, C. (2025). *Microdureza superficial de una resina compuesta microhíbrida expuesta a un enjuague bucal blanqueador con peróxido de hidrógeno. Estudio in vitro*. [Tesis de grado, Universidad Norbert Wiener]. <https://hdl.handle.net/20.500.13053/13019>

Gaviño, C. (2024). *Influencia de dos protocolos de eliminación de la capa inhibida de oxígeno sobre la estabilidad del color en resinas compuestas*. [Tesis de maestría, Universidad Señor de Sipán]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/14976>

Gurbuz, O., Cilingir, A., Dikmen, B., Özsoy, A., & Eren, M. (2020). Effect of surface sealant on the surface roughness of different composites and evaluation of their microhardness. *European oral research*, 54(1), 1-8. <https://doi.org/10.26650/eor.20200020>

Gupta, R., Parkash, H., Shah, N., y Jain, V. (2005). A spectrophotometric evaluation of color changes of various tooth colored veneering materials after exposure to commonly consumed beverages. *Journal of Indian Prosthodontist Society*, 5(2), 72–78. <https://doi.org/10.4103/0972-4052.16873>

Hajmasy, A. (2012). Aspectos interesantes sobre el composite. *Quintessenz Técnica*, 38(7), 782–792. <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-tecnica-33-articulo-aspectos-interesantes-sobre-el-composite-X1130533912680251>

Herrera, E. (2005). Fracasos en la adhesión. *Avances En Odontoestomatología*, 21(2), 63–69. <https://doi.org/10.4321/s0213-12852005000200002>

- Hervás, A., Martínez, M., Cabanes, J., Barjau, A., y Fos, P. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 11(2), 215–220. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16505805/>
- Hong, G., Yang, J., Jin, X., Wu, T., Dai, S., Xie, H., & Chen, C. (2020). Mechanical properties of nanohybrid resin composites containing various mass fractions of modified zirconia particles. *International journal of nanomedicine*, 9891-9907. <https://doi.org/10.2147/IJN.S283742>
- Kaplan, B., Goldstein, G., Vijayaraghavan, T., y Nelson, I. (1996). The effect of three polishing systems on the surface roughness of four hybrid composites: A profilometric and scanning electron microscopy study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 76(1), 34–38. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(96\)90343-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(96)90343-1)
- Kenneth, A. (2004). Phillips Ciencia de los materiales dentales. Cap. Estructura de la materia y principios de la adhesión. Undécima Edición. (pp.381-398). Undécima Edición. Elsevier <https://books.google.com.co/books?id=4UnIFbmAUqEC&printsec=copyright&hl=es&pli=1#v=onepage&q&f=false>
- Linares, L. (2009). Evaluación de la microdureza superficial de una resina compuesta según fuente de luz, su opacidad y tiempo de exposición. *Rev. Estomatol*, 19(2), 96–102. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-559270>
- Lugo, W. (2020). *Microdureza superficial en resinas bulk-fill: estudio in vitro*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/15875>
- Mandri, M., Aguirre Grabre de Prieto, A., y Zamudio, M. (2015). Sistemas adhesivos en odontología restauradora. *Odontoestomatología*, 17(26), 50-56. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392015000200006
- Marigo, L., Nocca, G., Fiorenzano, G., Callà, C., Castagnola, R., Cordaro, M., Paolone, G., y Sauro, S. (2019). Influences of Different Air-Inhibition Coatings on Monomer Release, Microhardness, and Color Stability of Two Composite Materials. *BioMed Research International*, 2019.

<https://doi.org/10.1155/2019/4240264>

- Martínez, M. (2005). Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la tensión diametral de una resina compuesta fotopolimerizada con una lámpara LED y una lámpara Halógena convencional. 1-50. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/110735/Estudio-comparativo-in-vitro-de-la-resistencia-a-la-tensio%cc%81n-diametral-de-una-resina-compuesta.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Moradas, M., y Álvarez, B. (2017). Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. *Avances En Odontoesomatología*, 33(6), 261–272. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852017000600002
- Moraes, R., Goncalves, L., Lancellotti, A., Consani, S., Correr-Sobrinho, L., & Sinhoreti, M. A. (2009). Nanohybrid resin composites: nanofiller loaded materials or traditional microhybrid resina. *Operative dentistry*, 34(5), 551-557. <https://doi.org/10.2341/08-043-L>
- Murillo, D., Ávila, K., y Narváez, C. A. (2009). Simulación del ensayo de dureza Brinell para la aleación de aluminio 2024-t4 empleando el método de elementos finitos Simulation of the hardness test Brinell for the alloy of aluminium 2024-t4 using the method of finite elements. *Prospectiva*, 7(2), 75–81. <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250976010.pdf>
- Navjot S., Goel, G., Piyush, K., Jhamb, A., Rana, M., y Batra, D. (2022). Efficacy comparison of various oxygen Inhibition layer (OIL) minimizing agents on composite resin by analysis of two different physical properties. *International Journal of Health Sciences*, 6(S1), 866–871. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6ns1.4835>
- Nevárez, A., Bologna, R., Serena, E., Orrantia, E., Makita, M., Nervaez, A. (2008). Microdureza profunda en una resina compuesta fotopolimerizada por diferentes fuentes de evárez, luz. *Revista CES odontología*; 23(2), 1-197. <file:///C:/Users/HENRY%20CACSIRE/Downloads/Dialnet->

MicrodurezaProfundaEnUnaResinaCompuestaFotopolimer-3581131.pdf

- Nieto, E., Tejada, D., & Vásquez, M. (2022). *Estudio comparativo in vitro de la estabilidad cromática de resinas compuestas nanohíbridas altamente estéticas pulidas, sometidas a diferentes sustancias pigmentantes*. [Tesis doctoral, Universidad Evangélica de El Salvador]. <http://localhost:80/handle/123456789/195>
- Nugroho, T., Fortuna, G., Batubara, L., & Hardini, N. (2023). The effect of glycerin application on surface hardness of nanohybrid composite resin immersed in alcoholic mouthwash. *Dentino: Jurnal Kedokteran Gigi*, 8(1), 91-94. <http://dx.doi.org/10.20527/dentino.v8i1.16088>
- Núñez, M. (2022). *Análisis comparativo de microdureza superficial de las resinas nanohíbridas y Bulk Fill mediante dos sistemas de pulido. Estudio In Vitro* [Tesis de titulación, Universidad Norbert Wiener]. <https://hdl.handle.net/20.500.13053/7720>
- Portocarrero, J., Osorio, J., & Robayo-Salazar, R. (2020). Compuestos ablativos de matriz polimérica (resina poliésteri reforzada con materiales de desecho industrial y fibra de vidrio. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 19(36), 223-237. <https://doi.org/10.22395/rium.v19n36a11>
- Once, D. (2017). *Resistencia a la fuerza de compresión: resina nanohíbrida y nanoparticulada. Estudio in vitro*. [Tesis de grado, Universidad Central de Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12509>
- Orozco, R., Álvarez, C., y Guerrero, J. (2015). Light-polymerization of composite resins through different thicknesses of dental tissue. *Revista Odontológica Mexicana*, 19(4), e218–e223. <https://doi.org/10.1016/j.rodex.2015.10.011>
- Ramírez, L., Colán, P., Valencia, J., Guevara, J., y Morales, R. (2022a). ¿Influye la glicerina en la estabilidad del color de la resina compuesta? *Revista Cubana de Estomatología*, 59(2), 0–5. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072022000200002
- Ramírez, G., Ladera, M., López, C., Cornejo, A., Cachay, H., Cervantes, L., y Cayo, C. (2022b).

Surface roughness in nanoparticle resin composites subjected to two polishing systems: An in vitro comparative study. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 13(2):114123. https://doi.org/10.4103/jispcd.jispcd_279_21

Rehab, M. (2022). *Effect of finishing & polishing procedures on the surface roughness & microhardness of resin composite restorative materials* [Tesis doctoral, Benghazi University].

<https://dr.uob.edu.ly/bitstream/handle/123456789/1809/%D8%B1%D8%AD%D8%A7%D8%A8%20%D9%85%D8%AD%D9%85%D8%AF%20%D8%A7%D8%AE%D9%84%D9%8A%D9%81.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, S., y Pereira, G. (2008). Current trends and evolution on dental composites. *Fundación Acta Odontológica Venezolana*, 46(3), 1–19. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026

Salas, Y., y Lozano, F. (2014). Estudio in vitro de la microdureza superficial en resinas compuestas de metacrilato y silorano. *Kiru*, 11, 69–73. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/1941?show=fullylocale->

Sánchez, E., Rodríguez, G., Armas, A., García, R., y Oñate, S. (2018). Técnicas diferentes para eliminar la capa de resina inhibida por oxígeno, en un composite nanohíbrido sometido a desgaste abrasivo. *Dominio de las Ciencias*, 4(2), 20. <https://doi.org/10.23857/dc.v4i2.776>

Santos, E., Yenque, J., Rojas, O., y Rosales, V. (2001). Acerca del ensayo de dureza. *Industrial Data*, 4(2), 73-80. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/vol4_2/a13.pdf

Servián, L. (2019). Importancia del acabado y pulido en restauraciones con resinas compuestas en dientes anteriores. Reporte de caso clínico. *Revista Científica Ciencias de La Salud*, 1(1), 52–56. <https://doi.org/10.53732/rccsalud/01.01.2019.52>

Stawarczyk, B., Gnägi, D., Tesic-divac, M., y Schramm, A. (2011). La resistencia a la flexión de composites de recubrimiento. *Quintessence técnica*, 22(1), 66–74. <https://www.elsevier.es/es->

revista-quintessence-tecnica-33-articulo-la-resistencia-flexion-composites-recubrimiento-X1130533911907570

- Suarez, R., y Lozano, F. (2014). Comparación de la dureza superficial de resinas de nanotecnología, según el momento del pulido: in vitro. *Revista Estomatológica Herediana*, 24, 11. <https://doi.org/10.20453/reh.2014.2110>
- Tairov, V., Arutyunova, A., Egunyan, K., Kamyshnikova, I., Ivaschenko, V., y Dibujado, S. (2018). *Boletín Médico Científico de Kuban*, 25(5), 98–103. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2018-25-5-98-102>
- Trejo, P. (2017). Efectos de Diferentes Sustancias Pigmentantes Sobre el Color de Dos Resinas Nanohíbridas con y sin Pulido, Tacna-2017. [Tesis de grado, Universidad Privada de Tacna]. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/432>
- Vaca, G., Mena, P., y Armijos, M. (2021). La resina Bulk Fill como material innovador. *Revista dilemas Contemporáneos: Educación, política y valores*, 8(64), 1-21. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2746>
- Vaca, M., Ceballos, L., Fuentes, V., Osorio, R., Toledano, M., y García, F. (2003). Sorción y solubilidad de materiales formulados con resina. *Avances en Odontoestomatología*, 19(6), 283–289. <https://doi.org/10.4321/s0213-12852003000600004>.
- Valverde, S., Montero, M., y Fernández, O. (2012). Microdureza de las resinas compuestas marca Filtek z350 (3M®) y TPH3(Dentsply®) utilizadas en un servicio odontológico de la caja costarricense de Seguro Social. *Revista Científica Odontológica.*, 8(2), 13–17. <https://readlyc.org/articulo.oa?id=324227916003>.
- Villasís- Kever, M. Á. y Miranda-Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación II: los diseños de estudio para investigación clínica [The research protocol II: study designs in clinical research]. *Rev Alerg Mex*, 63(1), 80-90. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i1.163>
- Wilson, F., Heath, J., y Watts, D. (1990). Finishing composite restorative materials. *Journal*

(*Canadian Dental Association*), 56(9), 851–856. https://doi.org/10.1007/978-1-349-86078-4_11.

Zaracho, D., Figueroa, C., y Aguilera, R. (2017). Evaluación de la microdureza superficial de resinas compuestas. Revisión de la literatura. *Revista Internacional de Ciencias Médicas y Quirúrgicas*, 4 (3), 1203–1208. <https://doi.org/10.32457/ijmss.2017.02>.

IX. ANEXOS

9.1. Anexo A

9.1.1. Norma ISO 4049 -2019

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
4049

Fifth edition
2019-05

Dentistry — Polymer-based restorative materials

*Médecine bucco-dentaire — Produits de restauration à base de
polymères*



Reference number
ISO 4049:2019(E)

9.2. Anexo B

9.2.1. Ficha de recolección de datos

Grupo 1: Grupo control

Grupo 2: Grupo con aplicación de glicerina

Grupo 3: Grupo con aplicación de un sistema de pulido

Grupo 4: Grupo con aplicación de glicerina y un sistema de pulido

GRUPO 1: GRUPO CONTROL					
Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Primera indentación (HV)(Kg/mm²)	Segunda indentación (HV)(Kg/mm²)	Tercera indentación (HV)(Kg/mm²)	Promedio (HV) (Kg/mm²)
1	100	72.0	73.0	72.5	72.5
2		78.8	75.3	75.9	76.7
3		76.4	73.2	76.4	75.3
4		74.9	72.0	74.9	73.9
5		72.3	74.1	75.1	73.8
6		74.3	73.2	73.2	73.6
7		72.7	73.0	73.8	73.2
8		68.5	69.2	71.1	69.6
9		82.6	79.9	79.5	80.7
10		72.4	74.2	72.6	73.1
GRUPO 2: GRUPO CON APLICACIÓN DE GLICERINA					
Espécimen	Carga de ensayo g(N)	Primera indentación (HV)(Kg/mm²)	Segunda indentación (HV)(Kg/mm²)	Tercera indentación (HV)(Kg/mm²)	Promedio (HV) (Kg/mm²)

1	100	84.8	78.9	81.5	81.7
2		82.6	78.3	78.3	79.7
3		75.6	76.2	75.9	75.9
4		78.3	76.8	76.8	77.3
5		74.9	73.7	73.7	74.1
6		77.2	76.0	77.9	77.0
7		78.8	80.4	78.1	79.1
8		75.6	74.3	75.3	75.1
9		81.3	78.5	80.1	80.0
10		69.9	74.3	71.5	71.9
11		69.2	70.8	70.0	70.0
12		78.8	77.2	77.3	77.8
13		77.2	75.3	77.2	76.6
14		78.0	77.3	77.9	77.7
15		78.9	75.5	77.0	77.1

GRUPO 3: GRUPO CON APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PULIDO

Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Primera indentación (HV)(Kg/mm ²)	Segunda indentación (HV)(Kg/mm ²)	Tercera indentación (HV)(Kg/mm ²)	Promedio (HV) (Kg/mm ²)
1		75.6	66.6	78.1	73.4
2		80.4	78.4	75.9	78.2
3		73.0	74.2	72.9	73.4
4		67.2	69.4	68.1	68.2
5		74.9	73.0	74.3	74.1

6	100	67.2	68.1	66.9	67.4
7		77.2	74.3	74.3	75.3
8		68.4	67.2	67.2	67.6
9		69.7	71.8	71.0	70.8
10		78.0	76.2	75.6	76.6
11		68.5	74.1	69.9	70.8
12		74.3	75.3	72.7	74.1
13		73.7	76.2	73.5	74.5
14		69.2	72.4	71.5	71.0
15		72.6	73.9	72.2	72.9

GRUPO 4: GRUPO CON APLICACIÓN DE GLICERINA Y UN SISTEMA DE PULIDO

Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Primera indentación (HV)(Kg/mm ²)	Segunda indentación (HV)(Kg/mm ²)	Tercera indentación (HV)(Kg/mm ²)	Promedio (HV) (Kg/mm ²)
1	100	32.1	27.7	32.4	30.7
2		78.8	74.6	74.6	76.0
3		81.0	74.2	77.3	77.5
4		75.6	73.9	73.6	74.4
5		74.1	72.0	72.9	73.0
6		76.4	75.3	72.0	74.6
7		81.3	78.8	80.1	80.1
8		71.8	68.4	70.9	70.4
9		80.4	76.8	79.7	79.0

10		74.9	71.9	71.7	72.8
11		61.8	65.2	61.3	62.8
12		83.8	81.2	80.2	81.7
13		86.6	82.3	85.5	84.8
14		78.8	75.7	75.9	76.8
15		79.6	75.3	75.1	76.7

9.3. Anexo C

9.3.1. Carta de presentación dirigida al laboratorio HTL



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, 11 de junio 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 a la Bachiller en Odontología, Srta. Silvana Xiomara Del Solar Huayllahuaman, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

«MICRODUREZA SUPERFICIAL DE RESINA NANOHÍBRIDA UTILIZANDO GLICERINA PARA INHIBIR LA CAPA OXÍGENO CON Y SIN PULIDO, IN VITRO, LIMA, 2024»

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

- Se confeccionarán muestras de resinas nanohíbrida Filtek Z-250 (A2) en forma de disco utilizando una base prediseñada.
- Para la polimerización de las muestras se utilizará una lámpara de curado LED con intensidad de 1500 mW/cm², calibrada mediante un radiómetro para el fotocurado posterior.
- Al finalizar las muestras serán sumergidas en saliva artificial y conservadas en una incubadora a 37°C, durante 24h.
- Luego se utilizará un microdurómetro Vickers, calibrado en un rango de carga de 10 gF hasta 100kgF, de tipo digital, de la marca LG, modelo HV-1000.

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

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

Atentamente


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
020-2024
NT: 042432-2024
AAMM/luz V.

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

Telef: 7480888 - 8335

9.4. Anexo D

9.4.1. Constancia del laboratorio HTL



CONSTANCIA DE EJECUCIÓN
0016-2024

EL QUE SUSCRIBE, JEFE DE LABORATORIO

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C; así mismo comunicarle la ejecución del proyecto de investigación denominado **"MICRODUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS NANOHIBRIDA UTILIZANDO GLICERINA PARA INHIBIR LA CAPA DE OXIGENO CON Y SIN PULIDO IN VITRO,2024"**; que se encuentra realizando la Srta.:

• Silvana Xioma Del Solar Huayllahuaman 77279965

De la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados.


Lima, 04 de Noviembre del 2024



Ing. Robert Nick Eusebio Teheran
Jefe de Laboratorio

9.5. Anexo E


9.5.1. Microdurómetro Vickers LG






HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°	CC-060-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	02-08-2024
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE DURÓMETRO MICROVICKERS				
1. DATOS DEL SOLICITANTE				
Razón Social	: HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC.			
Ruc	: 20565244877			
Dirección	: Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima			
2. DATOS DEL INSTRUMENTO				
DURÓMETRO DE MICROVICKER DIGITAL	Marca	: LG		
	Modelo	: HV-1000		
	Serie	: 8975		
	Fuerza de prueba máx	: 1000g		
	Tipo	: Digital		
	Procedencia	: Corea		
Ubicación	: Área de Dureza y Calibraciones I			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.</p> <p>El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>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.</p> <p>El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>				
3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN				
La calibración se realizó por medición indirecta y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad internacional.				
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN				
Fecha de calibración	01 de Agosto del 2024			
Lugar de Calibración	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho			
5. CONDICIONES DE ENSAYO				
	Inicial	Final		
Temperatura	20.3 °C	20.4 °C		
Humedad Relativa	59 %HR	58 %HR		
6. PATRONES DE REFERENCIA				
Patrón	Valor / Clase	Marca	Identificación	Certificado de Calibración
Termohigrómetro	-30 a 60°C / 0 a 100,0 % H.R.	ELITECH	ILMT-3698	TH24-1176-2024
Bloque patrón	413 HV/HV0.2	LG TESTER	V1610-90	8975-HV-1000LG
Bloque patrón	744 HV/HV1	LG TESTER	V1610-124	8975-HV-1000LG

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°	CC-060-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	02-08-2024																		
7. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN																						
ERROR DE INDICACIÓN																						
<table border="1"> <tr> <th colspan="4">Condiciones Ambientales</th> </tr> <tr> <td>Inicial</td> <td>24.3</td> <td>Final</td> <td>24.4</td> </tr> </table>					Condiciones Ambientales				Inicial	24.3	Final	24.4										
Condiciones Ambientales																						
Inicial	24.3	Final	24.4																			
<table border="1"> <tr> <th>Valor Patrón</th> <th>Indicación</th> <th>Corrección</th> <th>Incertidumbre</th> <th>Unidades</th> </tr> <tr> <td>413</td> <td>413.8</td> <td>-0.8</td> <td>0.8</td> <td>HV</td> </tr> <tr> <td>744</td> <td>744.8</td> <td>-0.8</td> <td>0.5</td> <td>HV</td> </tr> </table>					Valor Patrón	Indicación	Corrección	Incertidumbre	Unidades	413	413.8	-0.8	0.8	HV	744	744.8	-0.8	0.5	HV			
Valor Patrón	Indicación	Corrección	Incertidumbre	Unidades																		
413	413.8	-0.8	0.8	HV																		
744	744.8	-0.8	0.5	HV																		
ERROR DE REPETIBILIDAD																						
<table border="1"> <tr> <th colspan="4">Condiciones Ambientales</th> </tr> <tr> <td>Inicial</td> <td>24.3</td> <td>Final</td> <td>24.5</td> </tr> </table>					Condiciones Ambientales				Inicial	24.3	Final	24.5										
Condiciones Ambientales																						
Inicial	24.3	Final	24.5																			
<table border="1"> <tr> <th>Valor Patrón (HV)</th> <th>Indicación (HV)</th> <th>Corrección (HV)</th> </tr> <tr> <td>413</td> <td>414.0</td> <td>-1.0</td> </tr> <tr> <td>413</td> <td>411.9</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>413</td> <td>414.3</td> <td>-1.3</td> </tr> <tr> <td>413</td> <td>412.1</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>413</td> <td>414.9</td> <td>-1.9</td> </tr> </table>					Valor Patrón (HV)	Indicación (HV)	Corrección (HV)	413	414.0	-1.0	413	411.9	1.1	413	414.3	-1.3	413	412.1	0.9	413	414.9	-1.9
Valor Patrón (HV)	Indicación (HV)	Corrección (HV)																				
413	414.0	-1.0																				
413	411.9	1.1																				
413	414.3	-1.3																				
413	412.1	0.9																				
413	414.9	-1.9																				
8. OBSERVACIONES																						
<p>~ La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.</p> <p>~ Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".</p>																						
9. CONCLUSIONES																						
<p>~ De las mediciones realizadas se concluye que el instrumento se encuentra calibrado debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.</p>																						
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">   ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 <small>INGENIERO MECÁNICO</small> </div> <div style="text-align: center;">  HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE </div> </div>																						

9.6. Anexo F

9.6.1. Ficha técnica de Resina Z250 XT



Ficha Técnica

Indicaciones

- Restauraciones anteriores y posteriores directas, incluyendo superficies oclusales
- Reconstrucción de muñones
- Fenilización
- Restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas

Tonos

La selección de tonos de Filtek™ Z250 XT Restaurador Universal Nano Híbrido está basada en la Guía de Tonos Clásica Vitapan®.

Un conjunto simplificado de tonos fue seleccionado para cubrir las necesidades diarias de la mayoría de los odontólogos.

Tonos A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, C2 y D3, con dos tonos tipos dentina, OA2, OA3.

Descripción del Producto

Filtek™ Z250 XT Restaurador Universal Nano Híbrido es una resina compuesta nano híbrida fotopolimerizable para uso en restauraciones anteriores y posteriores. Un adhesivo dental es utilizado para unir permanentemente la resina a la estructura dental. Está disponible en 12 tonos, dos de los cuales son Opacos. Todos los tonos son radiopacos y fluorescentes. Está empacada en jeringas.

3M ESPE

Repuestos	Jeringas
Tono	No. de catálogo
A1	1470A1
A2	1470A2
A3	1470A3
A3.5	1470A3.5
A4	1470A4
B1	1470B1
B2	1470B2
B3	1470B3
C2	1470C2
D3	1470D3
OA2	1470OA2
OA3	1470OA3

Repuestos de tono en jeringa: incluyen una jeringa de 3 g.



Información de pedido

No. de catálogo	Información del producto
1470IK	Estuche de introducción Filtek™ Z250 XT Restaurador Universal Nanohíbrido — Jeringas El estuche incluye: cuatro jeringas de 3 g, una de cada uno de los tonos A2, A3, A3.5, B2; una botella de 6 g de Adper™ Single Bond 2 Adhesivo; una jeringa de 3 ml de Scotchbond™ Gel Grabador; accesorios; guía técnica; instrucciones de uso.



Una solución práctica y sencilla de un líder confiable

Las prácticas dentales siempre están buscando soluciones restauradoras alternativas que proporcionen gran valor. 3M ESPE, el innovador de tecnología de nanorrelleno dental y líder mundial reconocido en restauraciones dentales, utilizó su experiencia para crear el mejor nanohíbrido multipropósito: **Filtek™ Z250 XT Restaurador Universal Nanohíbrido**.

Basado en el éxito de su predecesor, Filtek™ Z250 Restaurador Universal, incorporamos nuestra tecnología de nanorrelleno comprobada para mejorar las propiedades físicas de resistencia, resistencia al desgaste y brillo. Creemos que en Filtek Z250 XT Restaurador Universal Nanohíbrido encontrará una solución actualizada para satisfacer un amplio rango de necesidades de sus pacientes.

El restaurador Filtek Z250 XT Nanohíbrido ofrece la manipulación que los odontólogos prefieren

Durante décadas, 3M ESPE ha trabajado continuamente para mejorar y perfeccionar la manipulación desde el punto de vista del odontólogo. A continuación se muestran algunas formas en las cuales la excelente manipulación del restaurador Filtek Z250 XT hará que su trabajo se realice sin complicaciones.

- No se adhiere al instrumento, de modo que es sencillo de adaptar.
- No se escurre, pero se mezcla y se extiende.
- Es fácil de moldear y mantiene su forma antes de polimerizar.
- Se maneja mejor que otras resinas compuestas nanohíbridas.



Filtek™ Z250 XT
 Restaurador Universal
 Nanohíbrido

¿Qué es un nanohíbrido?

Las resinas compuestas nanohíbridas ofrecen una solución confiable para un extenso rango de necesidades restauradoras. Además contienen un amplio rango de tamaños de partículas para una carga de relleno más alta, que producen una resistencia similar a la de un híbrido tradicional. La adición de partículas de tamaño nano proporciona a la restauración una mejor resistencia al desgaste y una superficie más fácil de pulir, para mejores resultados estéticos.

Fácil de utilizar en todas las clases de restauraciones directas

Nuestra nueva resina compuesta nanohíbrida está diseñada para ser fácil de usar, tanto en la elaboración de restauraciones anteriores como posteriores.



Fotos cortesía de Jeff T. Blank, MMD.

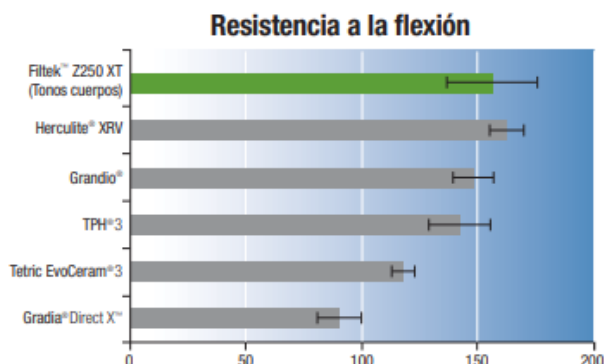


Con 12 tonos populares que se igualan a la Guía de tonos Vita® Classical, usted descubrirá que el Restaurador Filtek Z250 XT es fácil de combinar con los dientes naturales del paciente. Además, es muy fácil de pulir. Este restaurador diario se verá bien... en cualquier momento y en cualquier lugar donde lo utilice.

Desgaste en micrones a 200,000 ciclos

En una prueba de desgaste de tres cuerpos, Filtek™ Z250 XT Restaurador Universal Nanohíbrido mostró una mejor resistencia al desgaste que otras resinas compuestas nanohíbridas. (El número más bajo indica menos desgaste).

Fuente: Datos internos de 3M ESPE.

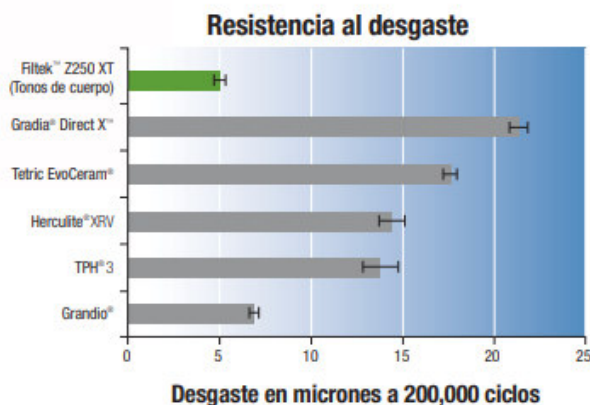


Resumen de ventajas

- Excelente manipulación
- Estética predecible
- Alta resistencia
- Buena resistencia al desgaste
- Fácil de pulir
- 12 tonos populares
- Indicado para todas las restauraciones directas


Formulado para un desempeño fuerte y confiable

Con el restaurador Filtek Z250 XT puede satisfacer las expectativas del paciente de una restauración de alta calidad de apariencia natural. Los nanohíbridos se formulan con una amplia gama de tamaños de partícula para permitir cargas de relleno más altas. El resultado es una alta resistencia a la flexión, a la tensión diametral y al desgaste. Cuando coloca el restaurador Filtek Z250 XT puede estar seguro de que obtendrá un resultado confiable.




9.7. Anexo G

9.7.1. Pie de rey digital



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA
CON REGISTRO N° LC - 022



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-143-2024

Página 1 de 3

Fecha de emisión: 2024-08-10
Expediente: 2458-2024

SOLICITANTE

Dirección

: HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
: JR. NEPENTAS NRO. 364 URB. SAN SILVESTRE SAN
JUAN DE LURIGANCHO-LIMA - LIMA

UNIDAD BAJO PRUEBA

Marca

Modelo

Cód. fábrica

Número de serie

Cód. de identificación

Ubicación

Alcance Indic.

Resolución

Tipo de Indicación

Procedencia

: **PIE DE REY**
: MITUTOYO
: CD-8" ASX
: 500-197-30
: 823082834
: No Indica
: No Indica
: 0 mm a 200 mm;
0 in a 8 in
: 0,01 mm; 0,0005 in
: Digital
: Japón

DE LA CALIBRACIÓN

Fecha

Lugar

Método

: 2024-08-10
: Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.
: Según el PC-012 Procedimiento de calibración de pie
de rey Sta. Edición, Agosto 2012, SNM-INDECOPI

UNIMETRO S.A.C. ofrece a la industria y laboratorios de ensayo en general, los servicios de calibración de equipos e instrumentos de medición, contando para ello con un laboratorio equipado con equipos de alta tecnología y patrones trazables a patrones nacionales y patrones de referencia (DM-INACAL).

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo e instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de calibración que figuren en este documento.

El usuario debe recalibrar sus equipos en intervalos adecuados, tomando como base las características del trabajo realizado así como el mantenimiento del instrumento y el tiempo de vida del mismo.

RESULTADO DE LAS MEDICIONES


Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

TRAZABILIDAD


Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del Laboratorio Nacional y/o laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrón de Longitud 15-04	LLA-C-003-2023 - INACAL-DM
	Varillas Cilíndricas 8-15	LLA-200-2021 - INACAL-DM
	Anillo Patrón 8-14	LLA-174-2021 - INACAL-DM



Firmado digitalmente por
INGA CHUCOS
MOSES ADOLFO
FIR 10020315 hard
Fecha: 2024.08.10
12:09:33 -05'00'

MOSES ADOLFO INGA CHUCOS
INGENIERO FÍSICO
CIP N° 137294



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE UNIMETRO S.A.C.

9.8. Anexo H

9.8.1. Procedimientos

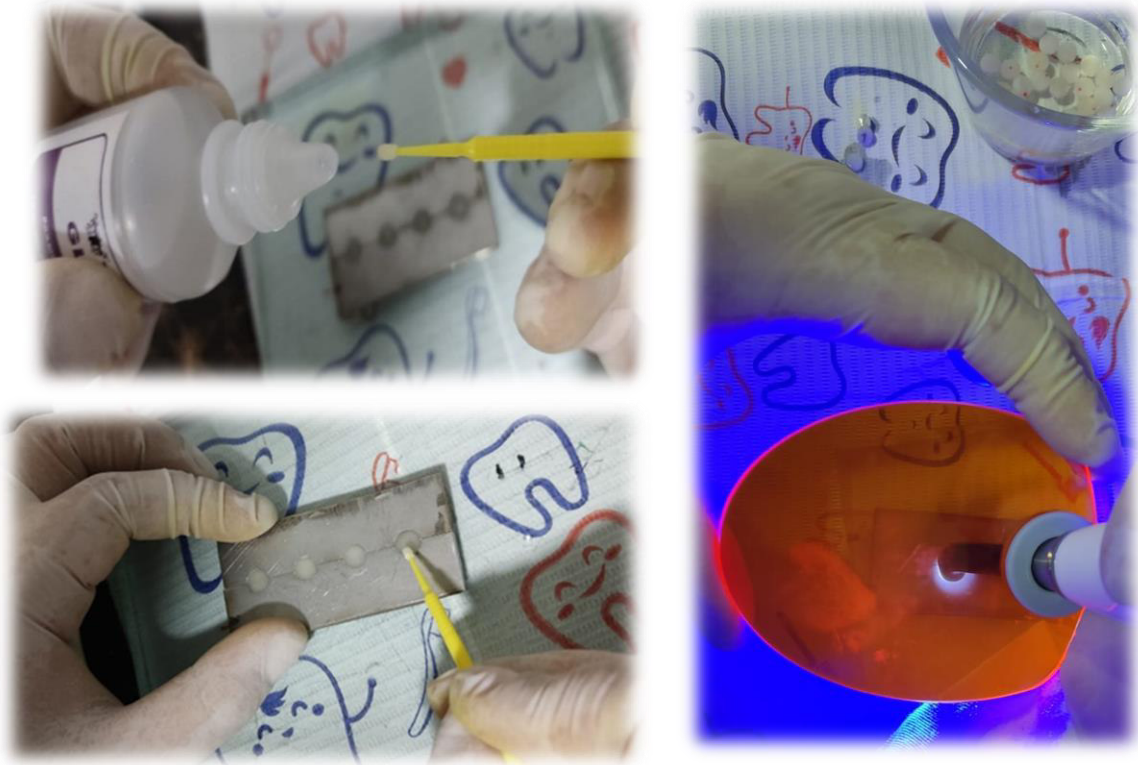
Medición de la intensidad de la lámpara



Elaboración de los discos de resina FILTEK Z250 XT (2A)



Colocación de glicerina (Grupo 2 y Grupo 4)



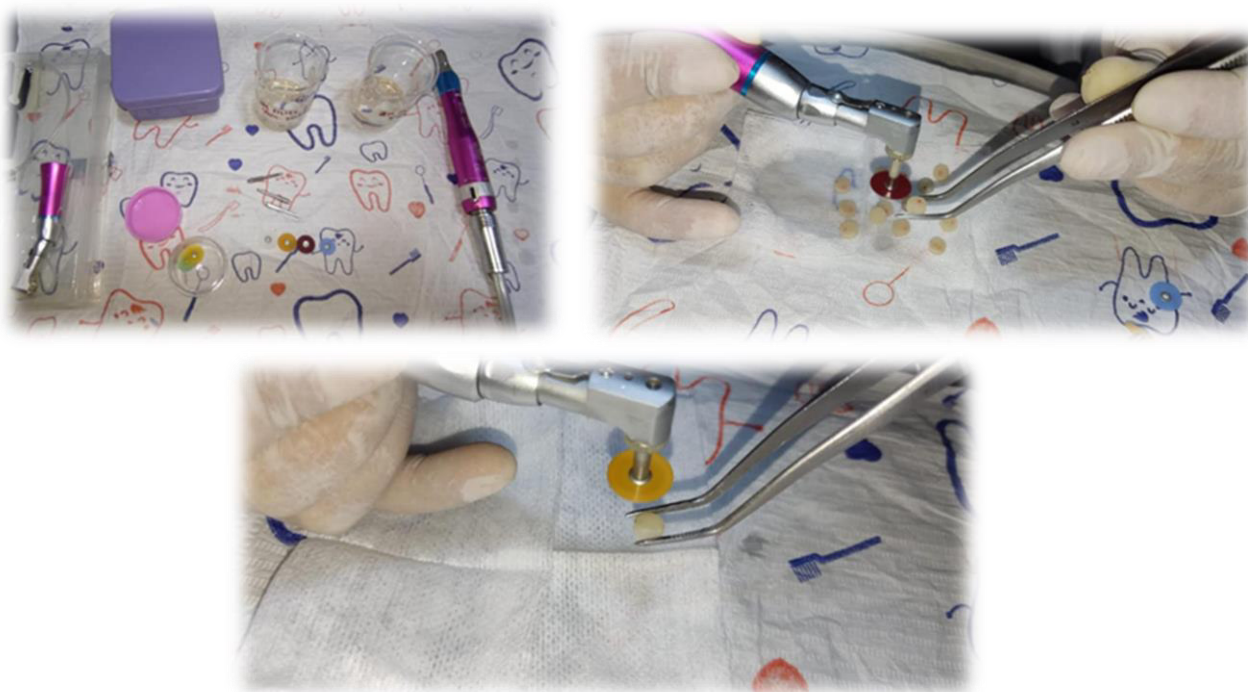
Medición de los discos (calibrador digital)



Sumergido en Saliva Artificial a 37°C al Horno por 24 horas



Pulido de discos (Grupo 3 y Grupo 4)



9.9. Anexo I

9.9.1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
¿Cuál es la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa de oxígeno con y sin pulido, in vitro?	<p>Objetivo general:</p> <p>-Evaluar la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa de oxígeno con y sin pulido, in vitro.</p> <p>Objetivo específico:</p> <p>-Determinar la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa de oxígeno, <i>in vitro</i>.</p> <p>-Comparar la microdureza superficial de una resina nanohíbrida con y sin pulido, <i>in vitro</i>.</p>	Existe variación de la microdureza superficial de resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa de oxígeno con y sin pulido, in vitro.	<p>Variable independiente:</p> <p>-Inhibición de la capa de oxígeno</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>-Microdureza superficial</p> <p>Variable interviniente:</p> <p>-Aplicación de glicerina</p> <p>-Sistema de pulido</p>	<p>-Ficha de recolección de datos</p> <p>-Microdurómetro Vickers</p>	<p>Tipo:</p> <p>Cuantitativo, experimental, prospectivo y transversal.</p> <p>Población:</p> <p>Discos de resina nanohíbrida Filtek Z-250 XT (A2)</p> <p>Muestra:</p> <p>55 discos divididas en 4 grupos: 10 discos de control, 15 discos tratadas con glicerina, 15 discos tratadas con un sistema de pulido y 15 discos tratados con glicerina y sistema</p>

	<p>-Analizar si existe variación de la microdureza superficial de una resina nanohíbrida utilizando glicerina para inhibir la capa oxígeno y pulido, <i>in vitro</i>.</p>				<p>de pulido.</p> <p><i>Análisis de datos:</i></p> <p>Los datos se registraron en el programa Microsoft Excel 2016 y se procesó en el paquete estadístico SPSS V. 27.</p>
--	---	--	--	--	--