



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

PIGMENTACIÓN SUPERFICIAL DE RESINA NANOHIBRIDA CON Y SIN ELIMINACIÓN DE CAPA INHIBIDA DE OXÍGENO FRENTE A LA EXPOSICIÓN DE CAFÉ

Línea de Investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora:

Tovar Collahua, Rosa Cristina

Asesor:

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

ORCID: 0000-0002-3337-4098

Jurado:

Poma Castillo, Lucía Februcia

Chacón Gonzáles, Doris Maura

Del Aguila Gastelu, Elca Rocío

Lima – Perú

2023

Agradecimientos

A Dios por guiar siempre mi camino y permitirme culminar esta hermosa carrera

A mi familia por ser mi fortaleza e inspiración para salir adelante en la vida y del cual muchos fueron mis pacientes durante toda mi formación.

A mis docentes a lo largo de mi formación académica, por las enseñanzas brindadas.

A mi asesor por el apoyo brindado y sus conocimientos en la elaboración de mi tesis.

A Beethoven, ahora mi angelito peludito por haberme acompañarme en las noches de redacción de mi investigación y a lo largo de toda mi carrera universitaria.

A todos mis amigos que me brindaron su apoyo, motivación o consejo cuando más lo necesitaba

Dedicatoria

A mis padres Salomón Tovar Alarcón y Rosa Collahua Salinas quienes son mi fortaleza y motivo para seguir creciendo como persona y profesionalmente.

A mi querida hermana Daniela que siempre me dio ánimos y apoyo incondicional durante toda mi carrera

Índice

Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. Introducción.....	1
1.1 Descripción y formulación del problema.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	7
1.4 Justificación.....	8
1.5 Hipótesis.....	8
II. Marco Teórico.....	9
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	9
2.1.1. Resina compuesta.....	9
2.1.2. Pigmentaciones en resina.....	13
2.1.3. Capa inhibida de oxígeno.....	15
2.1.4. Pulido de resinas.....	16
2.1.5. Percepción visual del color.....	17
III. Método.....	23
3.1 Tipo de investigación.....	23
3.2 Ámbito temporal y espacial.....	23
3.3 Variables.....	23

3.3.1 Variable dependiente	23
3.3.2 Variable independiente	23
3.3.3 Operacionalización de variables	23
3.4 Población y muestra.....	25
3.4.1 Población.....	25
3.4.2 Muestra	25
3.4.3 Criterios de selección.....	25
3.5 Instrumentos.....	26
3.6 Procedimientos.....	27
3.6.1 Confección de muestra.....	27
3.6.2 Aplicación de Métodos para eliminar la capa inhibida de oxígeno	28
3.6.2 Preparación de la sustancia pigmentante	29
3.6.3 Toma de color	29
3.7 Análisis de datos	30
3.8 Consideraciones éticas	31
IV. Resultados.....	32
V. Discusión de resultados.....	39
VI. Conclusiones.....	42
VII. Recomendaciones	43
VIII. Referencias.....	44
IX. Anexos	50
Anexo A: Ficha de recolección de datos.....	50

Anexo B: Matriz de consistencia	54
Anexo C: Carta dirigida al laboratorio multidisciplinario de prótesis dental	56
Anexo D: Constancia del laboratorio multidisciplinario de prótesis - UNFV.....	57
Anexo E: Carta dirigida al laboratorio Dent Import	58
Anexo F: Constancia del laboratorio Dent Import.....	59
Anexo G: Constancia de ejecución del laboratorio Clínico MCLAB.....	60
Anexo H: Ficha técnica de Resina nanohibrida	62
Anexo I: ISO 4049 Polímero base, materiales de relleno, de restauración y de cementación	66
Anexo J: ISO 7491 Materiales dentales, determinación de la estabilidad de color	68
Anexo K: calibración con un radiómetro de la unidad de fotopolimerización	68
Anexo L: Elaboración de las muestras de resina y calibración de moldes de metacrilato ..	69
Anexo M: Muestras colocadas con suero fisiológico por 24 horas en la incubadora.....	71
Anexo N: Preparación de café diariamente y colocada en la incubadora.....	72
Anexo Ñ: Lectura del color de los discos de resina mediante el espectrofotómetro inicial y final	72

Resumen

El Objetivo del estudio fue comparar el grado de pigmentación superficial de una resina nanohibrida con y sin eliminación de la capa inhibida de oxígeno frente a la exposición del café. Estudio de tipo Experimental-in vitro, prospectivo, longitudinal y comparativo, estuvo conformado por 92 discos de resina compuesta nanohibrida elaboradas en moldes de polimetilmetacrilato y divididas en 4 grupos (n =23): Grupo1(control), Grupo2 (aplicación de glicerina), Grupo3 (aplicación discos soflex), Grupo4 (glicerina más discos soflex) todos fueron sumergidos en suero fisiológico a 37°C por 24 horas, posteriormente fueron almacenadas en frascos con café a temperatura de 37°C y cambiado diariamente por 7 días. El registro de color se realizó a las 24 horas de ser elaboradas y tras los 7 días de sumergirse en café, mediante el espectrofotómetro VITA Easyshade® V programado con el sistema CIE L*a*b*. Los datos fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y prueba de comparaciones múltiples de Dunn, estas con un nivel de confianza de 95% (p< 0,05). Los resultados mostraron que si existió diferencia estadísticamente significativa entre algunos grupos del estudio siendo (p = 0.0001). Al grupo que se aplicó glicerina más sistema de pulido presento menor pigmentacion superficial ($\Delta E = 8.6 \pm 2.12$) en cambio el grupo control si obtuvo la mayor variación de color ($\Delta E = 27.61 \pm 1.69$) al ser sumergidas en café. Se concluye que la aplicación de métodos para eliminar la capa inhibida de oxígeno si genera una diferencia significativa de pigmentacion en las resinas luego de ser sumergidas al café.

Palabras clave: Pigmentacion, resina compuesta, pulido dental, glicerina

Abstract

The objective of the study was to compare the degree of surface pigmentation of a nanohybrid resin with and without removal of the oxygen-inhibited layer against exposure to coffee. Type study Experimental-in vitro, prospective, longitudinal and comparative, was made up of 92 discs of nanohybrid composite resin made in molds of polymethylmethacrylate and divided into 4 groups (n = 23): Group 1 (control), Group 2 (application of glycerin), Group 3 (application of Soflex discs), Group 4 (glycerin plus Soflex discs) all were immersed in physiological saline at 37°C for 24 hours, later they were stored in jars with coffee at a temperature of 37°C and changed daily for 7 days. The color record was made 24 hours after being made and after 7 days of immersing in coffee, using the spectrophotometer VITA Easyshade® V programmed with the CIE L*a*b* system. The data was analyzed using the non-parametric Kruskal Wallis test and Dunn's multiple comparison test, these with a confidence level of 95% (p<0.05). The results showed that there was a statistically significant difference between some study groups being (p = 0.0001). The group that applied glycerin plus a polishing system presented less superficial pigmentation ($\Delta E = 8.6 \pm 2.12$) instead the control group did obtain the greatest color variation ($\Delta E = 27.61 \pm 1.69$) when submerged in coffee. It is concluded that the application of methods to eliminate the inhibited layer of oxygen does generate a significant difference in pigmentation in the resins after being submerged in coffee.

Keywords: pigmentation, composite resin, dental polishing, glycerin.

I. Introducción

En la actualidad la estética en restauraciones dentales ha mejorado notablemente con la incorporación de las nanopartículas en las resinas compuestas mejorando propiedades mecánicas, ópticas y reduciendo la contracción en la polimerización. Estas resinas llamadas nanohíbridas poseen partículas de relleno muy pequeñas menores a 100nm, presentan mejores características de pulido, mayor resistencia flexural, microdureza superficial y una mejor manipulación adecuadas para el sector anterior como posterior. (Calza et al., 2018)

Las resinas compuestas constituyen un grupo de materiales restauradores utilizados debido a sus propiedades estéticas, físicas y mecánicas. Sin embargo, existen varios factores que generan el fracaso de la restauración, como la oclusión, fallas en el sistema de obturación, presencia de carie y la dieta, este último debido al consumo de diversas bebidas y comidas con componentes pigmentantes alterando muchas veces la estabilidad de color. (Romero, 2017)

La pigmentación es generada por factores extrínsecos e intrínsecos. Los factores intrínsecos involucran los monómeros sin reaccionar debido a polimerización incompleta de la resina, propiedades de la matriz, proporción de carga/matriz, y los fotoiniciadores. Entre los factores extrínsecos se pueden mencionar la comida, la bebida, tabaco, café, higiene oral (placa bacteriana) entre otras. (Barakah y Taher, 2014)

1.1 Descripción y formulación del problema

Durante el proceso de curado de la resina la porción más superficial entra en contacto con el oxígeno presente del aire e interfiere en el proceso de fotopolimerización y no permite que la capa de resina superficial se endurezca completamente, esto resulta en la formación de la capa inhibida de oxígeno de apariencia pegajosa, quedando parte del material susceptible a pigmentación por agentes externos. (Panchal y Asthana, 2020)

Existe una gran variedad de bebidas de consumo frecuente en la dieta diaria de las personas, con diversos sabores y componentes, los cuales constituyen un factor de riesgo que

provocan la tinción de los márgenes e incluso la pérdida de la integridad en las restauraciones realizadas con resinas, es por ello que su potencial pigmentante haría que esta última capa sin polimerizar por completo sea más susceptible a los cambios de coloración. (Romero, 2017)

Una bebida de gran consumo a nivel mundial es el café, que contiene compuestos químicos alcaloides como la cafeína y taninos siendo estos compuestos capaces de pigmentar los dientes adhiriéndose a la capa más externa provocando así manchas o amarillándolos. (Acosta et al., 2011)

La importancia de eliminar esta capa inhibida es relevante para evitar cambios drásticos de coloración en las resinas donde el aspecto estético es importante en las restauraciones tanto anteriores como posteriores. Las diversas técnicas para eliminar esta capa han sido descritas en la literatura con comprobada efectividad de la glicerina evitando la formación de esta capa superficial, haciendo a la restauración más resistente a las pigmentaciones de origen externo como cuando se consume café. (Ramírez et al., 2022)

En este contexto el presente trabajo de investigación busca comprobar el grado de pigmentación de una resina nanohíbrida utilizada en la práctica clínica; expuestas a una bebida de consumo habitual como es el café y controlando la presencia de la capa inhibida.

De todo lo anteriormente expuesto nos formulamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es el grado de pigmentación superficial de una resina nanohíbrida con y sin eliminación de capa inhibida de oxígeno frente a la exposición de café?

1.2 Antecedentes

Ramírez et al. (2022) En Lima, Perú se realizó un estudio para determinar si existe diferencia en la estabilidad de color de una resina nanohíbrida al aplicar o no glicerina y ser sometida a un agente pigmentante. Se confeccionaron 60 discos de resina divididos en dos grupos de 30 discos cada uno (con glicerina y sin glicerina). Luego las muestras se guardaron

en una bebida gasificada negra; permaneciendo por 30 días en un ambiente oscuro a 37°C y la bebida fue cambiada semanalmente. Se realizó la toma de color mediante un espectrofotómetro Easyshade® V antes de la inmersión a la bebida y al concluir los 30 días. Se analizaron los resultados mediante el software SPSS y pruebas paramétricas como t de Student mostraron diferencias significativas ($p < 0,001$), observándose mejores valores de estabilidad del color en el grupo donde se utilizó glicerina.

Queiroz et al. (2020) En Brasil realizaron un estudio con el objetivo de verificar el cambio de color de la resina compuesta Beautiful bulk, expuesta a líquidos pigmentantes, se fabricaron 60 especímenes de resina en los colores A1, B2 y C2. Los especímenes se mantuvieron en un cuarto oscuro durante siete días, en un ambiente seco, a 37 °C y luego se fotografiaron con un teléfono celular iPhone 6S® y se aplicó luz estandarizada a través de una caja de metamerismo EVOBOX equipada con un LED. Luego fueron divididos aleatoriamente y sometidos a ciclos de inmersión en cuatro líquidos: agua destilada (control), jugo de açaí, Coca-Cola® y salsa de tomate. Las inmersiones se realizaron en siete y catorce días en forma cíclica, luego de la preparación de los especímenes, por tres veces al día, durante 20 minutos. Al final de cada ciclo, se tomaron nuevas fotografías. Las imágenes fueron analizadas en el programa Adobe Photoshop® y los datos convertidos al sistema L*a*b a través de un histograma. La variación de color se analizó mediante la escala CIE-Lab. Para el análisis estadístico utilizaron ANOVA de una vía, prueba de Tukey, $p < 0,05$, mostró que el grupo control produjo mayor cambio de color a los siete y catorce días en el color A2. El color B2, en el ciclo de catorce días, mostró el mayor cambio de color, el C2, presentaron mayor cambio de color ($p < 0.05$) en siete días. Concluyeron que todas las sustancias pigmentarias y el agua destilada fueron capaces de producir grandes cambios de color en la resina Beautiful Bulk.

Ruppenthal et al. (2020) En Brasil, se evaluó el grado de pigmentación de una resina compuesta sumergida en agua destilada, salsa de soya y vino tinto, sometida a diferentes

métodos de pulido. Se utilizaron 90 bloques de resina, las cuales fueron divididas en 3 grupos para los diferentes métodos de pulido (sin pulir- pulido con Diamond Pro y pulido con papel de lija) y estas en tres subgrupos para la aplicación de soluciones pigmentantes agua, salsa de soja y vino tinto. Se realizó la toma de color con un colorímetro digital, el análisis colorimétrico se realizó previamente, 7 y 15 días después de la inmersión de las muestras en las soluciones. Los datos fueron sometidos a pruebas ANOVA -Tukey considerando un nivel de significación del 5%. Se concluye que las muestras sumergidas en vino fueron las que más se pigmentaron y las muestras sumergidas en agua mostraron poca variación de color excepto las que no se pulieron.

Arcos et al. (2019) Realizó un estudio en Ecuador acerca de la estabilidad de color y peso de tres resinas compuestas tipos flow al estar en contacto con bebidas gaseosas por 30 días. El estudio consto de 84 discos de resina fluida de las marcas flowAlpha, Brilliant, Wave y Opallis, los cuales fueron pulidos con el sistema de discos sof-lex. Luego fueron sumergidos en agua destilada a temperatura ambiente por 24hrs sin presencia de la luz, posterior a ello fueron distribuidos en 3 subgrupos para ser colocados en tres bebidas: Coca-Cola, Fanta y saliva artificial que fue considerada el grupo control; permanecieron una hora en estas bebidas y luego 6 horas en saliva artificial así continuamente durante 30 días. Para el registro del color fue utilizado el colorímetro digital Vita Easyshade en dos momentos antes de sumergir las muestras en las bebidas y posterior a los 30 días, de igual manera fueron pesados en una balanza electrónica de precisión marca CAMRY antes y después de los 30 días. Los datos fueron analizados mediante las pruebas estadísticas Kruskal Wallis, Wilcoxon, Anova y Tukey. La resina Alpha Flow presentó mayor resistencia a la variación del color con las bebidas y Coca-Cola fue la bebida gaseosa con mayor influencia en el cambio de color; sin modificación en cuanto al peso.

Mejía et al. (2019) En Ecuador se evaluó la influencia del pH salival en la estabilidad del color de dos diferentes tipos de resina fluidas al ser sometidas a saliva artificial de pH 5,6 y 7 respectivamente. Se utilizando 90 discos de resina fluida los cuales fueron mantenidos en agua destilada y realizado un primer registro de color utilizando colorímetro digital Easy-shade, las muestras fueron divididas en tres grupos y a su vez en tres subgrupos, pasando a ser sumergidas en saliva artificial con pH diferente de 5, 6 y 7 respectivamente durante 7 días, realizando una nueva toma de color mediante colorímetro digital, para finalizar las muestras fueron sumergidas en zumo de remolacha como agente pigmentante, durante 24 horas posteriormente fueron lavadas y se realizó una tercera toma de color. Se realizaron pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis y la U de Mann Whitney observándose diferencia de color significativa, entre los grupos. El mayor cambio de color se produjo en los discos que fueron sometidos a saliva artificial con pH 5 ($p=0,000$), y los menores cambios de color en saliva artificial con pH 7.

Loureiro et al. (2018) Realizó un estudio en Brasil, para determinar el efecto de diferentes técnicas utilizadas para controlar la formación de la capa inhibida de oxígeno sobre una resina compuesta. La muestra elaborada fueron 24 discos de resina Estelite Sigma (Tokuyama Dental, Japón), donde se dividieron en 3 grupos aplicando técnicas diferentes (grupo control, aplicación de gel glicerina, pulido con lija abrasiva). Luego fueron sumergidos en agua destilada y café por una semana, cambiando las soluciones diariamente. Se registraron el color mediante un espectrofotómetro Vita utilizando el parámetro CIELab. El registro de color se realizó después de la fotoactivación y a los 7 días de almacenamiento, los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). No hubo diferencia en los grupos sumergidos en agua, pero si en los de café, el grupo control presentó el mayor valor de ΔE , mientras que el grupo pulido generó el menor cambio de color. La aplicación de gel de glicerina produjo resultados intermedios significativos.

Medina (2018) Realizó un estudio en Perú donde evaluó la susceptibilidad a la pigmentación de una resina convencional y una resina bulk fill según el pulido de superficie. Se confeccionaron 60 especímenes y se dividieron en 3 grupos cada tipo de resina (grupo sin pulir, grupo pulido con discos y grupo pulido con cauchos). Posteriormente se sumergió en café a los bloques de resina durante 7 días. Se realizó la toma de color antes y después de sumergirse en la bebida, mediante un espectrofotómetro digital VITA Easyshade Advance 4.0 (VITA Alemania) con el sistema CIE L*a*b*. Se realizó el análisis estadístico mediante test exacto de Fisher y la prueba estadística ANOVA/Turkey. Se concluye que ambas resinas son más susceptibles a la pigmentación si no son pulidas sus superficies, y la resina Bulk resulta más susceptible a la pigmentación cuando se utiliza el pulido con cauchos.

Sánchez et al. (2018) Realizó un estudio en Quito, Ecuador para evaluar la eficacia de tres técnicas diferentes para eliminar la capa superficial de resina inhibida. Fueron confeccionados 48 muestras de resina nanohíbrida Brilliant color A2 esmalte y fueron divididas en 4 grupos de 12 especímenes posteriormente cada uno los cuales fueron sometidos a un pesaje inicial. Al primer grupo no se lo sometió a ningún protocolo para eliminar la capa inhibida (grupo control), el segundo grupo se aplicó una ligera presión con una matriz de celulosa en la superficie y luego se la fotocuró, en el tercer grupo se realizó un protocolo de pulido después de la fotopolimerización de la resina, y el cuarto grupo se le aplicó glicerina en la superficie de la resina y se la fotocuró. Posteriormente a todos los grupos se les realizó un desgaste abrasivo por cepillado in vitro por un lapso de 6 horas, después de lo cual se determinó el peso final. Los datos obtenidos fueron comparados y analizados estadísticamente con las pruebas t Student y Kruskal Wallis permitieron determinar $p = 0.002$, que evidencia diferencia entre los grupos. Se concluye que el empleo de matriz de celulosa para la eliminación de capa inhibida de oxígeno permitió obtener la mejor estabilidad en cuanto a las mediciones de peso.

Romero (2017) En Argentina se realizó un estudio para determinar la existencia de cambio de color de tres tipos de resina compuesta. Seleccionándose 36 piezas dentarias humanas extraídas del sector anterior y posterior con cavidades de lesiones cariosas, el cual un mismo operador restauró todas las piezas con los tres tipos de resinas. Estas fueron divididas en 3 grupos de 12 por cada resina y sumergidas en sustancias como vino tinto, infusión de hierba y bebidas gaseosas, y solución de cloramina T al 0,5%. Las muestras se conservaron en estufa a 37°C durante 3 meses. Se registró luego la toma de color mediante un espectrofotómetro (Vita Easyshade Advance 4.0). Los datos obtenidos fueron tabulados y análisis mediante tablas de contingencia para determinar las frecuencias absolutas y relativas. Determinando que el vino era la sustancia que generó más pigmentación en la resina dental.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Comparar el grado de pigmentación superficial de una resina nanohíbrida con y sin eliminación de la capa inhibida de oxígeno frente a la exposición del café.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el grado de pigmentación superficial de una resina nanohíbrida sin eliminación de la capa inhibida de oxígeno frente a la exposición del café.

- Determinar el grado de pigmentación superficial de resina nanohíbrida con eliminación de la capa inhibida de oxígeno mediante la aplicación de glicerina frente a la exposición de café.

- Determinar el grado de pigmentación superficial de resina nanohíbrida con eliminación de la capa inhibida de oxígeno mediante la aplicación de sistema de pulido frente a la exposición de café.

- Determinar el grado de pigmentación superficial de resina nanohibrida con eliminación de la capa inhibida de oxígeno mediante la aplicación de glicerina y sistema de pulido frente a la exposición de café.

1.4 Justificación

En el aspecto Teórico, los resultados del presente trabajo de investigación proporcionarán un gran aporte en los protocolos de restauraciones directas con resina, permitiendo ampliar conocimientos en la comunidad científica de odontología en cuanto a utilizar la técnica más eficiente para mejorar la calidad y resistencia ante la pigmentación, controlando así la capa inhibida de oxígeno.

En lo práctico, permitirá al odontólogo poder desempeñarse en la práctica clínica de una manera más eficaz y segura al elegir la técnica adecuada, sin disminuir la calidad de sus restauraciones, prevaleciendo así la estética, estabilidad de color en el tiempo que todo paciente desea.

En lo social, brindará satisfacción al paciente en cuanto a la demanda de la estética y longevidad de la restauración en la cavidad bucal; generando así un beneficio económico y emocional para el paciente.

1.5 Hipótesis

Existe diferencias en el grado de pigmentación superficial de resina nanohibrida con y sin eliminación de la capa inhibida de oxígeno frente a la exposición del café.

II. Marco Teórico

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. Resina compuesta

Las resinas compuestas están formadas por partículas de relleno inorgánicas, una matriz orgánica de polímeros y un compuesto de silano activo cuya molécula posee un grupo silánicos (unión iónica con SiO_2) en un extremo y grupos metacrilatos en el otro (unión covalente con la resina) que proporciona la unión de la fase inorgánica a la fase orgánica, y permite mejorar sus propiedades. (Carrillo y Monroy, 2009; Hervás et al., 2006)

La Matriz organica está formada mayormente por el BIS-GMA un co-monómero; o por el uretano dimetacrilato (UDMA) , en ellas está el potencial de polimerización ya sea químicos o fotoquímicos. El BIS-GMA y el UDMA necesitan de otros monómeros para bajar su viscosidad como son el metil-metacrilato (MMA), el etilenglicol dimetacrilato (EGDMA) y el trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA); esto son llamados oligómeros por ser utilizados en pequeñas cantidades. (Steenbecker, 2006)

La matriz inorgánica (material de relleno) tiene entre sus finalidades: reducir la cantidad de matriz orgánica, disminuir la contracción de polimerización, disminuir el coeficiente de expansión térmica y disminuir la absorción de agua. Compuesta por sílice, zirconio, partículas de vidrio de bario y estroncio (siendo estas las más utilizadas) por su tamaño pequeño y su radiopacidad facilitando la detección de caries y excesos marginales. (Guillen, 2015; Hervás et al., 2006)

Los Agentes de acople(enlace) son compuestos órgano-silanos; cumplen la función de unir la partícula inorgánica a la matriz orgánica. Son moléculas con duplicidad reactiva por una parte con el BIS-GMA y la otra con la sílice encontrada en el relleno inorgánico. El vinil-silano fue el primero en utilizarse, pero en la actualidad está el gamma 3 (metacriloxi) propiltrimetoxisilano. (Hervás et al., 2006)

2.1.1.1 Clasificación de resina compuesta. Las Resinas compuestas se clasifican actualmente de acuerdo al tamaño y forma de las partículas de relleno que presentan, y cada una presenta diversas características el cual nos permite hacer la elección adecuada. (Newton, 2010)

A. Resinas convencionales o macropartículas. Tienen partículas de relleno con un tamaño promedio entre 10 y 50 μm . Presentaban resistencia mecánica, pero entre sus desventajas estaba la dificultad para la obtención de un buen pulido y por ello obtener una superficie lisa por mucho tiempo, además de baja resistencia al desgaste y fractura marginal. (Newton, 2010; Rodríguez y Pereira, 2008)

B. Resinas con micropartículas o microrelleno. Sus partículas miden de 0,01 a 0,05 μm aproximadamente por lo que tiene menor relleno inorgánico. Están indicados en zonas de poco desgaste pues tienden a la fractura; son de gran pulido usadas por ello en restauraciones cosméticas, como carillas anteriores y cierre de diastemas y restauraciones clase III, IV, V. (Guillen, 2015)

C. Resinas Híbridas. Este tipo de resina esta reforzada con vidrios de composición y tamaños variables, ocupando un 60% de peso a más del contenido total; las partículas oscilan entre 0,6 y 1 μm además posee sílice coloidal de 0,04 μm . Posee características fisico-mecánicas mejoradas y en especial variedad de matices y opacidades diferentes, menor contracción de polimerización, baja absorción al agua y excelente tersura al pulimento. Son utilizadas tanto para el sector anterior como posterior. (Hervás et al., 2006)

D. Resinas Microhíbridas. Resultan de la combinación de resinas híbridas con resinas de microrelleno. Utilizadas para restauraciones estéticas anteriores y posteriores, entre sus características presenta alta resistencia al desgaste, mejor pulido y mayor rango de colores, además posee un alto porcentaje de relleno de partículas submicrométricas, su tamaño de partícula reducida es desde 0,4 μm a 1,0 μm . (Baratieri et al., 2012)

E. Resinas de Nanotecnología. Las resinas de nanorelleno(nanoparticuladas) son lo más moderno, sus partículas miden entre 0.02 a 0,075 μm , así mismo este relleno se dispone de forma individual o agrupados en "nanoclusters" o nanoagregados, ofrece alta translucidez además de un pulido superior, similar a las resinas de microrelleno pero mantiene las propiedades físicas y resistencia al desgaste similares a las resinas híbridas. (Rodríguez y Pereira, 2008)

En su composición las nanopartículas poseen una dimensión de aproximadamente 25 nm y los nanoagregados de aproximadamente 75 nm, estos están formados por partículas de zirconio/sílice o nanosilice. Los agregados son tratados con silano para lograr entrelazarse con la resina. (Hervás et al., 2006)

Los nanocomposites trajeron un gran avance a la odontología restauradora y estética por sus características mejoradas a comparación de las resinas antecesoras, presentando así partículas de relleno con un tamaño menor a 100nm ofreciendo ventajas de estética y resistencia frente a las resinas de microrelleno e híbridas. Las pequeñas partículas de relleno permiten una mejor dispersión y una mayor área interfacial entre matriz y relleno obteniendo por ello mayor resistencia flexural y microdureza superficial. (Calza et al., 2018)

Otra de sus ventajas de las resinas nanoparticuladas es que presenta un módulo de elasticidad superior, reducción en la contracción de polimerización y una buena manipulación clínica. Las partículas de nanoclusters muy pequeñas variando de 2 a 20nm le confieren propiedades ópticas al composite debido a que presentan un tamaño menor a la longitud de onda de la luz visible (400 a 800 nm), por lo que no reflejan la luz, por ello su translucidez se ve aumentada. (Calza et al., 2018)

Dentro de esta nanotecnología encontramos también a las resinas nanohíbridas que son lo más avanzado en la categoría de híbridos; ya que contienen partículas nanométricas que

oscilan entre 20 a 60nm con un soporte de microrelleno variados en reemplazo de los nanoclusters. (Newton, 2010)

Las cualidades mecánicas de estas resinas puedan ser lo suficientemente competentes para indicar su uso en el sector anterior y posterior, además que al poseer menor contracción de polimerización ayuda a disminuir la presencia de microfisuras a nivel de los bordes adamantinos, que son los responsables de la filtración marginal, cambios de color, penetración bacteriana y posible sensibilidad postoperatoria. (Hervás et al., 2006)

2.1.1.2 Propiedades de las Resinas compuesta. Entre las que encontramos:

- Resistencia al desgaste es la capacidad de oponerse a la pérdida superficial como consecuencia del roce de la estructura dental, depende de la forma, tamaño y contenido de las partículas de relleno, la ubicación en la arcada y del contacto oclusal. (Rodríguez y Pereira, 2008)

- Sorción Acuosa ya que la resina absorbe agua, generando una expansión higroscópica del material, ocasionando deficiencias físicas y mecánicas de la resina; por el debilitamiento de la unión de matriz orgánica - el relleno inorgánico, al desajuste marginal producido en la interfase diente-restauración, y la posterior microfiltración y aparición de caries secundaria. (Guillen, 2015)

- Resistencia a la compresión que está relacionado con el tamaño y cantidad de partículas de relleno; a mayor cantidad y tamaño mayor resistencia. (Rodríguez y Pereira, 2008)

- Radiopacidad al incorporar elementos radiopacos tales como bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano que permiten diferenciar entre la resina compuesta y los tejidos dentarios, así como diagnosticar caries o excedentes del material. (Guillen, 2015; Rodríguez y Pereira, 2008)

- Estabilidad de color es la capacidad de la resina para conservar su color original en un tiempo determinado, puede ocurrir la decoloración de las restauraciones compuestas debido a factores, intrínsecos o extrínsecos. (Ashok y Jayalakshmi, 2017)

- El Coeficiente de expansión térmica es la velocidad de cambio dimensional por unidad de cambio de temperatura; mientras se aproxime el valor del coeficiente de la resina al de los tejidos dentarios habrá una mejor adaptación marginal. (Rodríguez y Pereira, 2008)

2.1.2. Pigmentaciones en resina

Existen diversos factores que pueden afectar la estabilidad de color de una resina, pigmentándola y alterando así la estética deseada por el paciente en un largo plazo. Estos factores se clasifican en intrínsecos y extrínsecos. (Ashok y Jayalakshmi, 2017)

Los factores intrínsecos o decoloración interna se presentan mediante la foto oxidación de algunos componentes de la resina como las aminas terciarias, la estructura de la matriz polimérica y la oxidación de grupos metacrilatos no reaccionados. La decoloración fisicoquímica en la matriz compuesta y en sus capas de la resina son desencadenadas por irradiación UV, la energía térmica o la humedad. (Ashok y Jayalakshmi, 2017; Newton, 2010)

Un adecuado sistema de polimerización de la resina donde los monómeros se convierten a polímeros es de gran importancia porque influye en las propiedades físicas de la restauración como es la estabilidad de color; para obtener resultados óptimos en la fotopolimerización debemos considerar siempre los factores intensidad, tiempo y velocidad. (Carrillo y Monroy, 2009)

El grado de conversión polimérica determina una correcta polimerización donde indica la cantidad de grupos metacrilatos que han reaccionado entre sí en el proceso de conversión, factores como la distancia del de fotocurado al composite de 1mm aproximadamente, tiempo de polimerización, espesor de la capa de resina no mayor a 2mm, potencia e intensidad de la unidad de polimerización permiten una adecuada polimerización. (Hervás et al., 2006)

Una potencia óptima de polimerización de 420 a 470nm excita al iniciador como la camforquinona, reaccionando con una amina terciaria empezando la formación de radicales libres y generando el proceso de polimerización. (Carrillo y Monroy, 2009)

Entre los factores extrínsecos encontramos las manchas superficiales relacionados con colorantes provenientes de alimentos con capacidad de tinción, como el té, el café, sodas, cigarrillos, de igual manera en agentes desinfectantes en enjuagues bucales que pigmentan la resina, también se presentan tinciones por metales como en el consumo de medicación de suplementos de hierro. (Ashok y Jayalakshmi, 2017)

Según estudios las restauraciones dentales de resina compuesta deben pulirse para lograr un acabado lo más suave posible para aumentar la resistencia a las manchas, debido a que las áreas más rugosas de una resina son más susceptibles a presentar la decoloración de estas. (Barakah y Taher, 2014)

Las bebidas gaseosas tienen un alto consumo en niños y jóvenes; al tener mayor concentración de ácido en su composición afectan la integridad de la superficie de la resina, provocando la pérdida del brillo y la pigmentación superficial. El café y el té también afectan las propiedades estéticas y físicas que perjudican la calidad de la restauración; se ha encontrado que el café presenta el cromatógeno más fuerte que el té o la cola. (Ashok y Jayalakshmi, 2017)

El café después del té es la bebida de mayor consumo en gran parte de Latinoamérica con un PH medio de **4,85 - 5,10**, es abundante en compuestos fenólicos como ácido clorogénico, cafeico y melanoidinas con antioxidantes o antimutagénicos demostrados *in vitro*; posee aspectos similares a los taninos del té o las quercetinas del vino tinto, pero con variada estructura química y metabólica. (Arévalo y Larrucea, 2012)

Las sustancias responsables de causar las manchas son los taninos y compuestos de fenoles formando un complejo con la cafeína que se encuentra en el café, ellos generan colores

debido a la presencia de dobles enlaces conjugados que poseen e interaccionan con la superficie del diente a través de intercambios iónicos. (Moradas et al., 2018)

La estabilidad de color muchas veces se ve afectada por la cantidad de relleno inorgánico que posea la resina; al encontrarse menor cantidad de relleno inorgánico, esta será menos estable en su color debido a que al presentar mayor matriz orgánica existirá mayor absorción de agua o de cualquier líquido que se presente. (Arcos et al., 2019)

2.1.3. Capa inhibida de oxígeno

En la polimerización de una resina, tenemos la presencia de radicales libres los cuales se unen al oxígeno superficial del ambiente con más facilidad que a los monómeros, impidiendo una polimerización total, generándose una capa superficial suave y pegajosa de resina polimerizada. Esta Capa inhibida de oxígeno resulta transcendental para una correcta unión entre capa y capa de resina, pero si dificulta en la última capa, siendo una polimerización parcial causando cambios de color, desgastes, deterioro estético. (Esteban, 2005; Ghivari et al., 2010)

La capa inhibida de oxígeno superficial formada se asemeja a una resina sin curar; que presenta cantidades mínimas de fotoiniciadores. Esta capa se adapta fácilmente al material superpuesto, aumentando el área de contacto y permite que las capas crucen la interfase y se mezclen formando una zona interdifundida, donde la copolimerización produzca un enlace químico. (Panchal y Asthana, 2020)

Se debe eliminar esta capa inhibida en su último incremento de resina debido a que su consistencia perjudicaría las características mecánicas y estéticas de la resina. Existen variadas técnicas que buscan eliminar esta capa inhibida de oxígeno entre ellas está aplicar una ligera presión con celulosa en la superficie de la resina antes de polimerizar; otra es realizar un adecuado pulido posterior a la fotopolimerización o la aplicación de glicerina en la última capa de resina y después fotopolimerizar. (Sánchez et al., 2018)

El uso del gel de glicerina ha estado indicado mayormente en zonas oclusales o donde es de difícil acceso, donde no llegan otros sistemas como el de pulido, por ello es uno de los más usados. (Ramírez et al., 2022)

La glicerina pura es un polialcohol de una cadena carbonada de tres átomos de carbono y tres grupos hidroxilos, es estable frente al oxígeno en condiciones atmosféricas normales, pero frente a oxidantes fuertes se convierte en CO₂ y agua. Es un líquido incoloro, inodoro, de baja toxicidad ambiental. (Betancourt et al., 2016)

Por ser un gran aislante frente al oxígeno, hidrosoluble y su capacidad de ser incoloro es adecuado como barrera en la capa superficial de la resina dental. (Loureiro et al., 2018)

2.1.4. Pulido de resinas

Uno de los factores que influye fuertemente a la longevidad y conservación de la apariencia estéticas en una restauración dental es el acabado y pulido final. Las superficies ásperas y mal pulidas poseen superficies rugosas que contribuyen a la formación de manchas, acumulación de placa, irritación gingival, caries recurrentes y decoloración de la restauración. (Caramori et al., 2014; Gönülol y Yılmaz, 2012)

El objetivo principal del acabado es obtener una restauración que tenga un buen contorno, oclusión, reduciendo márgenes inadecuados y una superficie lisa, sobre todo en los bordes cerca de las encías ya que ayuda a la formación de caries secundarias, además sirve como método de eliminación de la capa superficial inhibida de oxígeno. Se utiliza un sistema de granulación progresiva, que consta de instrumentos abrasivos con granulación gruesa inicialmente y termina en granulación fina. (Lamas et al., 2015; Sánchez et al., 2018)

También existen pulidores de silicona y cauchos sintéticos que proporcionan brillo y superficies lisas o sistemas que poseen carburo de silicio u óxido de aluminio; actualmente existen sistemas llamados de un solo paso ya que con un solo instrumento se consigue un contorno óptimo y brillo. (Caramori et al., 2014)

Al realizar un acabado en una restauración en la parte superficial encontraremos una serie de cortes realizados buscando nivelar los contornos y definir la anatomía dejando así una superficie áspera que requiere un pulido, donde se dejara tersa y brillante pasando desapercibido al ojo humano. (Lamas et al., 2015)

Para el acabado y pulido se sigue un protocolo en donde primero se realiza el cortoneado la resina superficial ya polimerizada para obtener la anatomía deseada, luego la reducción y alisado de la rugosidad superficial definiendo los bordes incisales, así como los planos de inclinación y se finaliza con el pulido final donde se obtiene una superficie muy suave similar al esmalte. (Gönülol y Yılmaz, 2012)

Resulta más difícil desgastar las partículas inorgánicas de la resina compuesta que la misma matriz resinosa, razón por la cual un buen acabado y pulido se eliminarían gran parte de estas partículas. Al disminuir el tamaño de estas partículas inorgánicas y darse la inclusión de partículas nanométricas en la matriz resinosa; disminuiría la rugosidad superficial en la resina y por lo tanto el acabado y pulido será más efectivo. (Caramori et al., 2014)

2.1.5. Percepción visual del color

Un gran pilar en la odontología es la correcta selección del color, el cual es mediado por diversos factores los cuales son: el observador, la fuente luminosa, y el objeto. El color es una sensación psicofísica en la cual el sistema visual humano responde a la luz que es reflejada en el objeto. (Bersezio et al., 2013; Valenzuela et al., 2016)

Nuestro campo visual interpreta radiaciones electromagnéticas que el entorno refleja y cuya longitud de onda están comprendidas entre los 380 y 770 nanómetros. La Retina Humana contiene dos tipos de fotorreceptores: los bastones y los conos. (Bersezio et al ,2013)

Los Conos permiten la visión diurna y cromática, responsables de la visión del color y definición espacial; el ojo humano presenta tres tipos de conos sensibles a los colores primarios los cuales son rojo (ondas largas) con más de 600nm, verdes (ondas medias) situadas entre

550nm y azul (ondas cortas) entre 400- 500nm. Son excitables las ondas de variables longitudes, dando las sensaciones visuales de amarillo, magenta, azul cian (colores secundarios) y visualizan blanco cuando los tres tipos de conos se excitan a la vez. (Steenbecker, 2006)

Los bastones permiten la visión nocturna y acromática, contienen un solo pigmento fotosensible actuando con luz tenue, penumbra y oscuridad; por lo que todos responden de igual forma frente a diversas longitudes de onda de luz. (Henostroza, 2006)

Son más sensibles a la intensidad luminosa debido a que un solo fotón puede estimularlos, frente a los conos que necesitan miles. Los bastones aportan a la visión del color aspectos para interpretar la saturación y diferencias de luminosidad. (Steenbecker, 2006)

2.1.5.1 Dimensiones del color. El Pintor y profesor de arte Albert Munsell desarrolló en 1905 el Sistema de Color de Munsell, el cual se basó en la percepción visual del color mediante un sistema de tres dimensiones en el espacio; convirtiéndose en un sistema estándar de especificación del color. (Bersezio et al., 2013)

La tonalidad, matiz o hue es la dimensión que se genera al percibir la longitud de onda que no es absorbida por lo objeto, siendo la propiedad por la que describimos los colores como rojo, naranja, amarillo, azul, violeta, así como los colores secundarios. Las longitudes de ondas visibles al ojo humano van desde 380nm hasta 760nm. (Higashi et al., 2011; Troiano et al., 2008)

Gran parte de los sistemas resinosos utiliza la clasificación de VITA Classical (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania) para la identificación de las tonalidades dentales, donde A (marrón-rojizo), B (naranja-amarillo), C (gris-verdoso), D(gris-rosado). (Higashi et al., 2011)

El Cromo es la segunda cualidad del color para Munsell, es el grado de pureza o intensidad del Hue; También llamada saturación. Mientras más saturado este el matiz o hue

más puro será. La saturación disminuirá al mezclar al hue con tonos blanco , negro o gris. (Steenbecker, 2006)

En la estructura dentaria encontramos el croma más alto en su porción gingival y el de menor saturación lo haya en la región incisal. (Troiano et al., 2008)

Las resinas dentales cuentan con el croma codificado por numeración ascendente del 1 al 4 indicando el aumento de saturación. (Higashi et al., 2011)

Value o valor (brillo) es la propiedad acromática por tanto carente de matiz, es la cantidad de brillo, luminosidad o gris que tiene el color y clasificarlo que tan claro u oscuro es el matiz. (Lafuente, 2008)

Cuando mayor es el valor, el objeto será más opaco y blanquecino, pero si es de menor valor tiende a ser más traslucido o grisáceo. En los dientes ocurren dos características particulares con el valor; en dientes jóvenes al tener menor calcificación, pero mayor cantidad de textura superficial del esmalte se apreciarán más blancos, opacos y luminosos, encontrándose con un alto valor; mientras que en dientes adultos poseerán menor valor, debido al mayor contenido de calcio en sus tejidos y menor espesor del esmalte siendo más traslucidos. (Higashi et al., 2011)

Existen propiedades ópticas presentes en los cuerpos que percibimos como son:

- La Opalescencia que hace referencia al reflejo que posee la piedra tornasolada ópalo. Existiendo cuerpos que presentan características ópticas similares, en donde refleja diferentes coloraciones en función donde este el rayo luminoso. Si la fuente de luz está situada por detrás o encima del observador, se reflejarán los tonos amarillentos y rojizos (ondas largas) pero si la luz cae de frente se originan tonos azules- grises (ondas cortas). (Henostroza, 2006; Higashi et al., 2011)

Esta propiedad óptica se encuentra en el diente específicamente en el esmalte, los cristales de hidroxiapatita son selectivos para las diversas longitudes de ondas de la luz visible

permitiendo así el pasaje de ondas cortas o largas de acuerdo con la luz visible. Existen actualmente varios sistemas de resinas compuestas que presentan esta característica para tratar de asemejarse a la estructura del diente. (Higashi et al., 2011)

- Fluorescencia es la capacidad que presentan algunos objetos para transformar los rayos ultravioletas el cual son invisibles al ojo humano, en rayos mayores a 400nm; por ello siendo visibles posteriormente. (Henostroza, 2006)

Los Dientes en especial el esmalte cumplen con esta característica y al ser sometidos a una fuente de rayos ultravioleta reflejan esta fluorescencia percibiéndose desde un blanco intenso hasta azul claro; proyectando así vitalidad y que parezcan más blancos y claros los dientes ante estas luces. Por ello existen resinas dentales que tratan de adicionar agentes luminóforos como europio, terbio y cerio, así presentar esta característica de su composición. (Higashi et al., 2011)

- Transparencia es la característica de los cuerpos que al ser iluminados dejan pasar la luz incidente a través de ellos apreciándose con claridad lo que se haya atrás, como el cristal y la córnea; mientras que la translucidez se presenta en cuerpos que al ser iluminados dejan pasar la luz por su interior parcialmente, donde no se distingue claramente la forma y color de lo que se haya detrás, como ejemplos tenemos al vidrio esmerilado, la cerámica y el esmalte dental. (Henostroza, 2006; Steenbecker, 2006)

En el esmalte dental presenta variaciones en los grados de translucidez que se dan conforme a la edad de la persona. Cuando son jóvenes el esmalte tiene más espesor menos calcificado e irregular siendo menos translucidos, pero en adultos el esmalte adelgaza y será más calcificada siendo más translucido a la percepción óptico. (Henostroza, 2006)

2.1.5.2. Métodos para la elección del color. El nivel de exigencia estética en la odontología es cada vez mayor, por lo que el odontólogo debe conocer bien los parámetros del color para una correcta selección de la restauración, capaces de producir semejanza a un diente natura. (Bersezio et al., 2013)

La selección de un color se puede realizar por método visual -subjetivo o el instrumental-objetivo; ambos se consideran adecuados realizarse en una luz reflejada. (Christiani y Devecchi, 2016)

El método subjetivo es de manera visual, realizada por el operador con las guías de color como Vitapan clasica, Ivoclar Chomascop, Vitapan 3DMaster, posee limitaciones como la gran influencia de iluminación que muchas veces produce efectos metaméricos o problemas del operador como fatiga de la visión, la edad, la experiencia, el diente y la guía deben ser observados simultáneamente bajo las mismas condiciones de iluminación. (Steenbecker, 2006)

La medición objetiva o instrumental es basado en la tecnología, utilizando imágenes digitales computarizadas, entre ellos tenemos al espectrofotómetro, colorímetros y las cámaras Digitales con los sistemas de imagen. (Christiani y Devecchi, 2016)

Los colorímetros miden directamente el color por medio de tres filtros de colores que son: rojo, verde y azul según el sistema CIE de 1931; por ello no registran la reflectancia espectral. Son más sencillos de usar y menos costosos que los otros instrumentos, pero pueden ser menos precisos y sus filtros limitados. (Bersezio et al., 2013)

Los espectrofotómetros son instrumentos que se consideran los más precisos y útiles, para determinar el color. Capaz de medir la cantidad y calidad de luz reflejada en la superficie dentaria y así poder clasificar su color. (Christiani y Devecchi, 2016)

Miden la luz reflejada en un intervalo de 1 a 25nm en el espectro de luz visible. El Vita Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania) se ha convertido en el espectrofotómetro estándar para la medición objetiva en estudios clínicos. Es inalámbrico y

portátil con una punta de fibra óptica y su fuente de luz de origen led que está en contacto directo con la superficie dentaria; determina el color en base a los sistemas Vita classical (A1-D4) y VITA 3D-Master y sistema CIE L*a*b* diseñado por la comisión internacional de L'Éclairage (CIE). (Bersezio et al., 2013)

Las cámaras digitales han ido mejorando con el paso de los años por ende la fotografía y la informática. Dando lugar a la obtención de imágenes con parámetros de color más precisos, los cuales se analizan utilizando un software de formación de imágenes, lo que permite la valoración del color de las imágenes analizadas. (Christiani y Devecchi, 2016)

Para el análisis del color debemos considerar el modo de la cámara si es en manual o automático, así como estandarizar las condiciones de iluminación ya que influye en la medición del color. Su uso es cada vez más popular al ser un método económico. (Bersezio et al., 2013)

III. Método

3.1 Tipo de investigación

El estudio fue de tipo Experimental- in vitro, analítico, prospectivo, longitudinal y comparativo.

3.2 Ámbito temporal y espacial

El presente estudio fue realizado en el mes de Setiembre del año 2022, en el laboratorio multidisciplinario de prótesis de la Facultad de odontología de la Universidad Nacional Federico Villareal, en el laboratorio Clínico MCLAB y en el laboratorio dental del centro Dent Import

3.3 Variables

3.3.1 Variable dependiente

Pigmentación Superficial en resina

3.3.2 Variable independiente

Eliminación de la capa inhibida de oxígeno

3.3.3 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA	VALOR/ CATEGORIA
Pigmentación superficial en resina	Variación en el color de una resina por presencia de factores extrínsecos o intrínsecos	Los cambios de color inicial y final, mediante un Espectrofotómetro (Mide color en rango 1 a 25 nm en el espectro de luz)	cuantitativa Razón	Mediante: “Sistema CIE L*a*b” (diferencia entre parámetros del color final menos el color inicial) Donde: $\Delta E = 3,3$ limite aceptable a la vista SI $\Delta E > 3,3$ no estética aceptable.
Eliminación de la capa inhibida de oxígeno	Eliminación de la última capa de resina que entra en contacto con el oxígeno y aumenta la pigmentación superficial.	Aplicación de técnicas para eliminar la capa inhibida de oxígeno: Aplicación de glicerina, Aplicación de sistema de pulido de resina	Nominal dicotómica	1) Si eliminamos la capa inhibida 2) No eliminamos la capa inhibida

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Discos de resina compuesta nanohíbrida Z250 XT -3M

3.4.2 Muestra

Se utilizó la fórmula para comparación de medias:

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 * [(S_1)^2 + (S_2)^2]}{(X_1 - X_2)^2}$$

De donde:

$$Z_{1-\alpha/2} = 1.96$$

$$Z_{1-\beta} = 0.80$$

$$X_1 = 2.806$$

$$X_2 = 3.986$$

$$S_1^2 = 2.44$$

$$S_2^2 = 1.35$$

Luego de realizar la fórmula obtuvimos una muestra de 92 discos de resinas.

3.4.3 Criterios de selección

3.4.3.1 Criterios de inclusión. Estos son los siguientes:

Discos confeccionados con la resina nanohíbrida (Z250XT de 3M)

Discos de resina pulidas con discos soflex

Discos de resina con glicerina fotopolimerizada

Discos de resina con color A2

3.4.3.2 Criterios de exclusión. Son los siguientes:

Discos de resina con defectos o fisuras

Discos que no cumplan las medidas establecidas para el estudio

Discos elaborados con otros tipos de resinas

Discos de resinas con un color diferente al A2

3.5 Instrumentos

Para este trabajo se utilizó un espectrofotómetro Vita Easyshade Advanced 4.0 (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania) el cual se encarga de registrar el color que refleja un objeto, mediante la cantidad y composición de la luz reflejada, permitiendo así la determinación cuantitativa del color. (Bersezio et al., 2013)

Miden la cantidad de energía reflejada por un objeto en intervalos de 1 a 25 nm. a lo largo del espectro de luz visible; este espectrofotómetro es portátil e inalámbrico en forma de pistola de mano con una fibra óptica circular de 5 mm. de diámetro, y fuente de luz de origen led. (Christiani y Devecchi, 2016)

Es un espectrofotómetro digital con un lector, que determina el color de acuerdo con los sistemas Vitapan Classical (A1-D4), VITA 3D-Master y el sistema CIE L*a*b*. Necesita estar en contacto directo y en posición perpendicular con la superficie del diente cuando se está realizando la medición, es el espectrofotómetro más seguro, para mediciones de estudio “in vitro” e “in vivo”. (Christiani y Devecchi, 2016)

Posee distintos modos de medición como modo de un solo diente, el modo zonas del diente (cervical, medio e incisal), modo para la verificación de color de una restauración y el modo de muestra de color (modo de entrenamiento). (Bersezio et al., 2013)

Para realizar este estudio, en el espectrofotómetro se utilizó el sistema CIE L*a*b*, ya que logra cubrir los colores en todo el espacio espectral visibles para el ojo humano, mediante

coordinadas con valores numéricos permitiéndonos realizar una comparación matemática objetiva.

También se necesitó una ficha de recolección de datos, el cual fue realizado por la investigadora de acuerdo con los grupos de muestras a realizada y la sustancia pigmentante (ver Anexo A) donde se registró el color inicial y el final de cada una.

3.6 Procedimientos

Se enviaron solicitudes de permiso para la autorización del uso del ambiente del laboratorio multidisciplinario de prótesis dental UNFV- FO (Anexo C) y del laboratorio dental del centro Dent Import (Anexo E).

3.6.1 Confeción de muestra

Se realizó la preparación de la muestra siguiendo pasos establecidos por trabajos de investigaciones previas, así como basados en los parámetros de la norma ISO 4049:2000 (Anexo I)

Se confeccionaron 92 discos de resina, en base a moldes de polimetilmetacrilato previamente calibrado con una sonda periodontal con las medidas de 8 mm de diámetro por 2mm de altura, basado en la investigación de Chalacán y Garrido (2016)

La resina que se utilizó fue la Filtek Z250XT TM-3M de color A2 (Anexo H), con la ayuda de una espátula de resina se introdujo el incremento de 2mm dentro del molde de polimetilmetacrilato de manera uniforme.

No se colocaron encima portaobjetos o matriz celuloide porque se bloquearía el efecto del oxígeno sobre la superficie de los discos de resina. (Ramírez et al., 2022)

Para la fotopolimerización se utilizó una lámpara LED (LED. B – WoodPecker) siendo esta previamente calibrada en un radiómetro (Anexo K); se fotopolimerizó por 20 segundos cada muestra según indicaciones del fabricante y a una longitud no mayor a 2mm de la resina compuesta, para un adecuado curado. (Carrillo y Monroy, 2009)

3.6.2 *Aplicación de Métodos para eliminar la capa inhibida de oxígeno*

Luego se dividió en 4 grupos de 23 muestras cada uno:

- 1) Grupo control: resinas sin eliminación de capa inhibida
- 2) Resinas con eliminación de capa inhibida mediante aplicación de glicerina
- 3) Resinas con eliminación de capa inhibida mediante técnica de pulido
- 4) Resinas con eliminación de capa inhibida con glicerina y pulido

En el grupo 1 no se aplicó ninguna técnica de eliminación de capa inhibida.

En el grupo 2 previamente polimerizado, se procedió a colocar una capa de glicerina con la ayuda de un pincel, se retiró los excesos de glicerina con papel absorbente y se fotopolimerizará nuevamente por 20 segundos y se procedió a lavar con agua destilada.

En el grupo 3 se aplicó un sistema de pulido para la eliminación de la capa inhibida de oxígeno, mediante un sistema de discos Sof-Lex los cuales poseen cuatro granos individuales de óxido de aluminio que varían de grano grueso, mediano, fino y superfino, se procedió al uso de los cuatro discos de forma secuencial y ordenada siguiendo las instrucciones del fabricante, donde cada disco se usó a velocidad media por un tiempo de 20 segundos, se lavó y secó la superficie entre cada disco usado.

En el grupo 4 se aplicó a cada muestra una capa de glicerina fotocurado por 20 segundos, se lavó y secó con papel absorbente y luego se aplicó el sistema de pulidos con discos Sof-lex siguiendo las indicaciones del fabricante. (Anexo L)

Al terminar de elaborar las muestras de cada grupo fueron colocadas en envases cerrados, oscuros y cubiertas con suero fisiológico durante 24 horas en una incubadora de laboratorio (Marca: HINOTEK, Modelo: DHP-9032, Procedencia: China) a 37°C (el llamado al anexo G) imitando el efecto neutralizante de la saliva y terminando de completar su polimerización (anexo M), según ISO 4049 (Anexo I)

3.6.2 Preparación de la sustancia pigmentante

Se preparó café instantáneo (Nescafé) según las indicaciones del fabricante: 2gr. de café por 200ml de agua hervida.

Posteriormente las muestras fueron colocadas en 4 recipientes herméticos oscuros uno para cada grupo, donde se le colocará la bebida de café en los frascos cubriendo la totalidad de las muestras a 10mm por encima de las ellas. La bebida fue cambiada diariamente por un periodo de 7 días y fueron mantenidas a temperatura de 37°C en la incubadora de laboratorio (Anexo N) según ISO 7491. (Anexo D)

3.6.3 Toma de color

Para realizar las mediciones todas las muestras pasaron por agua destilada y se secaron los excedentes usando papel absorbente. (Ruppenthal et al., 2020)

Una vez listas se procedió a la toma de color mediante la utilización del espectrofotómetro dental Vita Easyshade Advance 4.0. La toma de color se realizó en dos momentos, el primero fue 24horas después de haber elaborada las muestras siendo solo sumergidas en suero fisiológico (color inicial) y el segundo se realizó luego de los 7 días expuestos en el café (Anexo Ñ).

Se considero que si los valores de ΔE están entre 1.1 a 3.3 es perceptible y aceptable al ojo humano, pero si los valores de $\Delta E > 3,3$ son considerados estéticamente inaceptables. (Loureiro et al., 2018)

Se realizó la toma de color de las muestras con el espectrofotómetro previamente calibrado, colocando la punta lectora directamente en la muestra de forma perpendicular y se pulso el botón hasta que marco el color registrado. Los cuáles fueron anotados en nuestra ficha de datos previamente elaborada. (Anexo A)

El registro de color fue medido mediante el sistema CIE $L^*a^*b^*$ donde el espectrofotómetro nos registró los parámetros de h= tonalidad, c = saturación, L= luminosidad,

a= **Coordenadas rojo / verde**, b= coordenadas amarillo/azul. El cual se tomó los valores numéricos que nos permitieron obtener la variación de color de cada muestra.

Para determinar la variación de color entre lo registrado del color inicial y el color final se utilizó la formula delta del color (Bersezio et al., 2013)

$$\Delta L^* = L^*_m - L^*_{ref} \quad (\text{valor final} - \text{valor inicial})$$

$$\Delta a^* = a^*_m - a^*_{ref}$$

$$\Delta b^* = b^*_m - b^*_{ref}$$

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Las mediciones de color fueron realizadas en un mismo ambiente, y supervisadas por un especialista del laboratorio dental de Dent Import.

3.7 Análisis de datos

Los datos obtenidos se descargaron al programa Microsoft Excel para su posterior análisis de datos. Posteriormente fueron importados al software estadístico STATA v.17. Para la estadística descriptiva se presentaron tablas con la media y la desviación estándar. Para la estadística inferencial se evaluó la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro Wilks demostrando que los datos no tienen distribución normal por ello se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis resultando estadísticamente significativos. Por ello se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Dunn para identificar entre qué grupos existía diferencias. Se utilizó un p valor menor a 0.05 como resultado estadísticamente significativo.

3.8 Consideraciones éticas

-El presente estudio no tuvo implicancia ética, al ser experimental e in vitro donde no se utilizó ningún espécimen animal o humano; se analizó directamente propiedades de un material utilizado en odontología el cual fue autofinanciado por el investigador, deslindando cualquier tipo de conflicto de interés con las empresas y marcas utilizadas en el estudio.

- Respetó a la autoría y lineamientos UNFV.

IV. Resultados

En el presente estudio se evaluó 92 muestras de resina nanohíbrida distribuidos en cuatro grupos, con y sin aplicación de métodos para eliminar la capa inhibida de oxígeno más superficial ante la presencia de un agente pigmentante; de esta forma obtuvimos un menor grado de pigmentación según los métodos empleados; obteniendo los resultados mostrados en la siguientes tablas y figuras.

Tabla 1

Grado de pigmentación superficial de una resina nanohíbrida sin eliminación de la capa inhibida de oxígeno frente a la exposición del café

Parámetros	ΔE
n	23
Promedio	27.61
DE	1.69
Mediana	27.59
Min	24.28
Max	31.44
Grado	No aceptable

ΔE =variación de color; DE: desviación estándar

Nota. La variación de color para el grupo control de resina nanohíbrida (Z250XT- 3M) expuesta al café presento valores medios de 27.61 ± 1.69 con una mediana de 27.6, es decir que el 50% de los datos tiene un valor menor o igual a este. Este valor es muy alto en referencia al índice estético ($\Delta E \leq 3.3$) considerado como aceptable en odontología.

Tabla 2

Grado de pigmentación superficial de una resina nanohíbrida con eliminación de la capa inhibida de oxígeno mediante la aplicación de glicerina frente a la exposición de café

Parámetros	ΔE
n	23
Promedio	27.36
DE	2.38
Mediana	27.53
Min	19.16
Max	30.52
Grado	No aceptable

ΔE =variación de color; DE: desviación estándar

Nota. Para el grupo de resinas nanohíbridas con eliminación de la capa de inhibición aplicando glicerina y expuestas al café, la variación de pigmentación presentó valores medios de 27.4 ± 2.4 con una mediana de 27.5. El valor generado también supero el índice estético aceptable en odontología.

Tabla 3

Grado de pigmentación superficial de una resina nanohíbrida con eliminación de la capa inhibida de oxígeno mediante la aplicación de sistema de pulido frente a la exposición de café

Parámetros	ΔE
N	23
Promedio	9.69
DE	2.50
Mediana	9.35
Min	6.22
Max	15.97
Grado	No aceptable

ΔE =variación de color; DE: desviación estándar

Nota. Este grupo al cual se le aplicó un sistema de pulido con discos sofle, presentó una variación de pigmentación media de 9.69 ± 2.5 , siendo mucho menor que los grupos sin eliminación de capa inhibida y con eliminación mediante aplicación de glicerina. Sin embargo, se encuentra dentro del rango de nivel estético no aceptable.

Tabla 4

Grado de pigmentación superficial de una resina nanohíbrida con eliminación de la capa inhibida de oxígeno mediante la aplicación de glicerina y sistema de pulido frente a la exposición de café

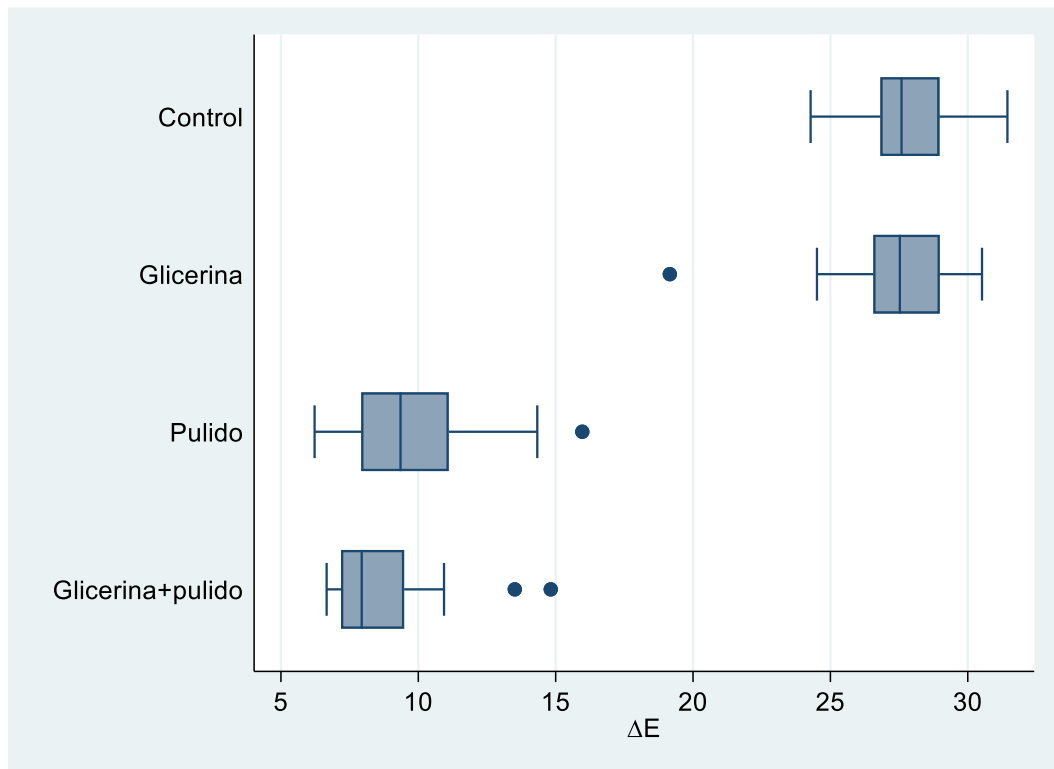
Parámetros	ΔE
n	23
Promedio	8.60
DE	2.12
Mediana	7.94
Min	6.66
Max	14.82
Grado	No aceptable

ΔE =variación de color; DE: desviación estándar

Nota. Para el grupo de resina nanohíbrida donde se quitó la capa de inhibición mediante glicerina y aplicación de pulido, la variación fue más baja con valores promedios de 8.6 ± 2.12 y con mediana de 7.9, a pesar de estos valores bajos, se encuentran en el nivel estético no aceptable.

Figura 1

Distribución de los valores de variación de pigmentación de resina nanohíbrida para los grupos de estudio



Nota. La distribución de los valores de variación de pigmentación para los grupos de estudio muestra que los grupos donde se eliminó la capa de inhibición mediante pulido y el grupo que uso Glicerina+ pulido presentan los valores más bajos de variación de color (ΔE) respecto a los otros dos grupos de control y glicerina.

Tabla 5

Comparación de la variación de pigmentación superficial de los grupos de estudio al ser sumergidos en café, según sus medianas

Grupos	N	Mediana	RIQ	p-valor^a
Control	23	27.59	2.15	
Glicerina	23	27.53	2.42	
Pulido	23	9.35	3.19	0.0001*
Glicerina+pulido	23	7.94	2.30	

RIQ: Rango intercuartil (Q3-Q1) diferencia de cuartiles

^aBasado en la prueba de *Kruskall Wallis*; *diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

Nota. Muestra los resultados de la prueba no paramétrica de *kruskall Wallis* para comparar medianas de los cuatro grupos. El resultado $p = 0.0001$; siendo $p < 0.05$; nos indica que se halló diferencias significativas entre estos grupos.

Tabla 6

Comparaciones múltiples para la variación de pigmentación de resina nanohíbrida entre grupos de estudio

	Control vs Glicerina	Control vs Pulido	Control vs Glicerina+ Pulido	Glicerina vs Pulido	Glicerina vs Glicerina+ Pulido	Pulido vs Glicerina+ Pulido
Valor prueba ^a	-0.05	5.38	6.26	5.43	6.31	0.88
p-valor	0.48	<0.01*	<0.01*	<0.01*	<0.01*	0.19

^aBasado en la prueba post estimación de Dunn; *diferencias significativas (p<0.05)

Nota. Se hallaron diferencias significativas entre alguno de los grupos (p<0.05), analizado con la prueba de comparaciones múltiples de *Dunn*, hallando diferencias significativas entre los grupos de Pulido vs control (p<0.01), entre Glicerina+pulido vs control (p<0.01), Glicerina vs Pulido (p<0.01) y Glicerina vs Glicerina + Pulido (p<0.01).

V. Discusión de resultados

En la actualidad la odontología está dirigida a mejorar las técnicas o métodos que aseguren mayor durabilidad de los tratamientos, para beneficio del paciente como es el caso de las restauraciones dentales de resina. Por lo cual el presente estudio *in vitro* tuvo como propósito evaluar si existe diferencias en el grado de pigmentación superficial de una resina nanohibrida con y sin eliminación de la capa inhibida de oxígeno frente a la exposición del café; por medio de muestras de resina donde se aplicó glicerina y discos de pulido para inhibir la capa superficial.

En el estudio a partir de los resultados generados mediante el espectrofotómetro se hayo el grado de variación de color (ΔE) de los diversos grupos de la muestra, demostrando que la aplicación de glicerina más un sistema de pulido (8.6 ± 2.12) y la muestra que se le aplico discos para pulir (9.69 ± 2.5) tuvieron los menores grados de pigmentación superficial que en los otros grupos, pero a pesar de ello ambos grupos no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí; pero si con el grupo control y el de glicerina; coincidiendo con los estudios (Loureiro et al., 2018) al sumergir muestras de resina en agua destilada y café ,previamente aplicando glicerina y pulido con lija abrasiva donde fue posible observar que fueron significativamente menos pigmentadas el grupo que se pulió.

El grupo al cual se le aplico glicerina como método para eliminar la capa inhibida en comparación al grupo control presentaron mínima variación por ello no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ambos; a diferencia del estudio de Ramírez et al. (2022) que evaluaron un grupo control y otro con glicerina, hallando una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$); requiriendo el tiempo de un mes y con la sustancia pigmentante de coca cola a comparación de este estudio que la sustancia pigmentante fue el café cambiada diariamente y en un periodo de 1 semana. Otro posible factor seria la potencia de fotopolimerización utilizada, así como que en el estudio no se colocó una matriz celuloide en

la elaboración de la muestra que alisara la capa superficial para así no evitar que se bloqueara el efecto del oxígeno inicialmente y según Arcos et al. (2019) la decoloración de una resina está relacionada con la rugosidad e integridad de la superficie.

Al grupo que se aplicó glicerina con pulido obtuvo el menor grado de pigmentación (8.6 ± 2.12) seguido del grupo al que solo se le aplicó sistema de pulido 3M Sof-Lex™ (9.69 ± 2.5) en comparación con las otras muestras, es por ello la importancia de alisar la capa superficial la cual es rica en matriz orgánica y así evitar una mayor rugosidad superficial generando que se exponga a mayores cantidades de sustancia pigmentante; lo mismo ocurrió con el estudio de Ruppenthal et al. (2020) teniendo menor pigmentación al grupo que se le aplicó el sistema de pulido Diamont Pro. A pesar de ser este grupo el menos pigmentado no se encuentra en el rango de ser estéticamente aceptable siendo $\Delta E > 3.3$ (Ramírez et al., 2022), este resultado puede deberse al tiempo y cantidad de cambios diarios de la sustancia pigmentante que fue el café, el cual es una de las bebidas con mayor nivel de pigmentación.

Asimismo, estos resultados son similares al trabajo de Loureiro et al. (2018) el cual el pulido demostró ser la mejor manera de minimizar el cambio de color en las muestras almacenadas en café.

En el estudio de Queiroz et al. (2020) se analizó el cambio de color de giomeros (beautiful bulk) en tonos A2, B2 y C2 sumergidos en sustancias pigmentantes y agua destilada, el método utilizado para hallar los resultados fueron mediante imágenes tomadas por un celular (iPhone6S) y analizadas en el programa Adobe Photoshop® donde extrajeron los datos de coordenadas del sistema CIELAB; encontrándose que todas las muestras presentaron un cambio significativo de pigmentación, coincidiendo con este estudio a pesar de ser otro tipo de instrumento el que midió los resultados de la muestra y el material de restauración ser un giomero (partículas de vidrio con resina). De igual manera en el estudio de Arcos et al. (2019) se encontró diferencias en la pigmentación superficial de resinas fluidas al ser sumergidas en

bebidas gasificadas, demostrando que las resinas con menor relleno inorgánico y mayor cantidad de matriz orgánica presentará mayor absorción de líquidos generando menos estabilidad en cuanto al color.

Se encontró además que existe una interacción significativa entre los colores de una resina y los agentes pigmentantes. (Queiroz et al., 2020)

A pesar de que las muestras fueron expuestas en un mismo tiempo, espacio y la cantidad de sustancia pigmentante no fue problema para la obtención de resultados; al ser este estudio in-vitro presenta ciertas limitaciones para representar una situación clínica del medio bucal, ya que cotidianamente no se consume la cantidad de bebida pigmentante como fue usada en este estudio además que se encuentra la acción constante del flujo salival y la influencia de los factores de higiene bucal de cada persona; según Mejía et al. (2019) demostraron que ante la alteración del pH salival ya sea causas fisiológicas o adquiridas a un pH ácido afectan las superficies de las resinas creando microporosidades para el depósito de pigmentos y posterior cambio de color más evidente.

Mediante los resultados obtenidos se concluye que, si es de gran importancia realizar un adecuado protocolo de restauración eliminando la capa superficial y alisándola para mejorar la característica de estabilidad de color en la resina y que esta perdure por más tiempo, aceptando así la hipótesis alterna al generarse cambios significativos en las muestras.

VI. Conclusiones

- El grupo control al cual no se le aplicó ningún método de inhibición para la capa superficial obtuvo los valores más altos de pigmentación (27.61 ± 1.69) tras ser sumergido en café.
- Para el grupo de resinas que se le aplicó solo glicerina, presento similar pigmentación que el grupo control, por lo que no hubo diferencia significativa entre ambas.
- Las muestras que recibieron un sistema de pulidos con disco soflect resultaron con una disminución significativa del grado de pigmentación a comparación de las otras muestras, demostrando la importancia de aplicar un buen pulido en las restauraciones dentales.
- La pigmentación superficial hallada en las muestras que se aplicaron glicerina más un sistema de pulido, fueron las más bajas de todo el estudio (8.6 ± 2.12) demostrando que la aplicación de ambos métodos mejora la característica de estabilidad de color de la restauración; obteniendo así una diferencia significativa de los otros grupos; pero no de la muestra con pulido.
- El estudio demostró que si existe diferencias significativas entre ciertos grupos al aplicarse y no métodos para inhibir la capa superficial; observándose una variación de color superficial al ser sumergidos en café.

VII. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios similares con diversos sistemas de pulido para evaluar las diferencias del grado de pigmentación superficial de las resinas aplicando cada sistema.
- Realizar estudios comparando diversos tonos de color de una resina compuesta y evaluar si existen diferencias significativas en la pigmentación luego de ser expuestas a sustancias pigmentantes.
- Se sugiere realizar más investigaciones similares con diversos tipos de resina compuesta, adaptando mejores situaciones clínicas del medio bucal como aplicando saliva artificial y factores de higiene bucal como el cepillado dental

VIII. Referencias

- Acosta, L., Castaño, K., Vázquez, C., Castaño, V. y Hernández-Padrón, G. (2011). Análisis Espectroscópico en la Pigmentación de Dientes para Prótesis por Contacto con Café. *Quimica Hoy*, 2(1), 12-15. <https://doi.org/10.29105/qh2.1-86>
- Arcos, L. C., Montaña, V. A. y Armas, A. del C. (2019). Estabilidad en cuanto a color y peso, de resinas compuestas tipo flow tras contacto con bebidas gaseosas: Estudio in vitro. *Odontología Vital*, I (30), 59-64. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1659-07752019000100059&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Arévalo, M. y Larrucea, C. (2012). Recidiva del color dentario por té, café y vino: In vitro. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 5(2), 57-65. <https://doi.org/10.4067/S0719-01072012000200001>
- Ashok, N. G. y Jayalakshmi, S. (2017). Factors that influence the color stability of composite restorations. *International Journal of Orofacial Biology*, I, 1-3. https://doi.org/10.4103/ijofb.ijofb_5_16
- Barakah, H., y Taher, N. (2014). Effect of polishing systems on stain susceptibility and surface roughness of nanocomposite resin material. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(3), 625-631. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.12.007>
- Baratieri, N., Monteiro, S., Spezia de Melo, T., Ferreira, K. B., Hilgert, L. A. y Schlichting, L. E. (2012). *Odontologia Restauradora Fundamentos e Tecnicas Vol.2*. Livraria Santos LTDA.
- Bersezio, C., Batista, O., Vildósola, P., Martin, J. y Fernández, E. (2013). Instrumentación para el registro del color en odontología. *Revista dental de Chile*, 104(3), 3-7.

https://www.researchgate.net/publication/262065490_Instrumentacion_para_el_registro_del_color_en_odontologia_-_Review

Betancourt, A., Prado, R., Castellanos, L. y Campos, C. (2016). Review Glycerin as byproduct of biodiesel production, its characteristics, applications and soil use. *Cultivos tropicales INCA*, 37(3), 7-14. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4329.2403>

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)

Caramori R., V., Lúcia Schmitt, V., Rücker, M., Pinceli Chaves, L. y Pardo Salata Nahsan, F. (2014). Sistemas de pulido de un o múltiples pasos de resinas compuestas híbridas y su alteración en la estabilidad del color y rugosidad superficial. *Acta Odontológica Venezolana*, 52(01). <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2014/1/art-17/>

Carrillo, C., y Monroy, M. (2009). Materiales de resinas compuestas y su polimerización. *ADM*, LXV(4), 10-17. <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od094b.pdf>

Carrillo, C., y Monroy, M. (2009). Métodos de activación de la fotopolimerización. *LXV*(5), 18-28. <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od95d.pdf>

Chalacán Galindo, R. G. y Garrido, P. (2016). Análisis comparativo del grado de pigmentación de tres resinas nanohíbridas: Estudio in vitro. *Odontología*, 18(1), 62-72. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5597625>

Christiani, J., y Devecchi, J. (2016). Color: Consideración en Odontología e instrumentos para el registro. *Revista de Operatoria dental y biomateriales RODYB*, 5(2), 10-15. https://www.researchgate.net/publication/325049983_Color_consideracion_en_Odontologia_e_instrumentos_para_el_registro

- Esteban, I. (2005). Fracayos en la adhesión. *Avances en Odontoestomatología*, 21(2), 63-69.
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852005000200002&lng=es&tlng=es.
- Ghivari, S., Chandak, M. y Manvar, N. (2010). Role of oxygen inhibited layer on shear bond strength of composites. *Journal of Conservative Dentistry*, 13(1), 39-41.
<https://doi.org/10.4103/0972-0707.62635>
- Gönülol, N., y Yılmaz, F. (2012). The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *Journal of Dentistry*, 40, e64-e70.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.07.005>
- Guillen, X. (2015). *Fundamentos de Operatoria dental 2da. Edic.* universidad San Gregorio de Portoviejo: Dreams Magnet.
- Henostroza, G. (2006). *Estetica en Odontologia Restauradora (Vol. 1)*. Ripano S.A.
- Hervás, A., Martínez, M., Cabanes, J., Barjau, A. y Fos, P. (2006). Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 11(2), 215-220.
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000200023&lng=es&tlng=es.
- Higashi, C., Mongruel Gomes, G., Garcia, E. J., Mongruel Gomes, O. M. y Gomes, J. C. (2011). Color y características ópticas para restauraciones estéticas de dientes anteriores. *Acta Odontológica Venezolana*, 49(04).
<https://www.actaodontologica.com/ediciones/2011/4/art-19/>
- Lafuente, D. (2008). Física del Color y su utilidad en Odontología. *Revista Científica Odontologica*, 4(1), 10-15. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=324227908003>

- Lamas-Lara, C., Alvarado-Menacho, S. y Angulo de la Vega, G. (2015). Importancia del acabado y pulido en restauraciones directas de resina compuesta en piezas dentarias anteriores: Reporte de Caso. *Revista Estomatológica Herediana*, 25(2), 145-151. de http://dev.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-43552015000200007&lng=es&tlng=es.
- Loureiro Bertolo, M., Sinhoreti, M. A., Rontani, J. P., Albuquerque, P. y Schneider, L. F. J. (2018). O uso do gel de glicerina melhora a estabilidade de cor de resinas compostas? *Revista de Odontologia da UNESP*, 47, 256-260. <https://doi.org/10.1590/1807-2577.07618>
- Medina Córdova, J. J. (2018). Susceptibilidad a la pigmentación de una resina convencional y una resina de grandes incrementos “Bulk Fill” después del pulido [Tesis Especialidad, UPCH]. <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/1520>
- Mejia, A., Montaña, V., García, A. V. y Armas, A. (2019). Influencia del ph salival en la estabilidad del color de diferentes resinas fluidas: Estudio in vitro. *Revista KIRU*, 16(3), Art. 3. <https://www.aulavirtualusmp.pe/ojs/index.php/Rev-Kiru0/article/view/1600>
- Moradas, M., y Álvarez, B. (2018). Manchas dentales extrínsecas y sus posibles relaciones con los materiales blanqueantes. *Avances en Odontoestomatología*, 34(2), 59-71. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852018000200002&lng=es&tlng=es
- Newton, Jr. (2010). Mastering Composite Artistry to Create Anterior Masterpieces—Part 1. *Journal of Cosmetic Dentistry*, 26(3), 58-68. <https://fahl.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Mastering-Composite-Artistry-to-Create-Anterior-Masterpieces-Part-1.pdf>

- Panchal, A. C. y Asthana, G. (2020). Oxygen inhibition layer: A dilemma to be solved. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 23(3), 254-258. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_325_19
- Queiroz, L. de A., Yamauti, M., Ribeiro da Cunha Peixoto, R. T., Silami de Magalhães, C. S., Melo Sá, T. y Jardimino Silami, F. D. (2020). Avaliação da alteração de cor de uma resina composta «beautiful bulk» submetida à imersão em soluções pigmentantes. *Arquivos em Odontologia*, 56. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/arquivosemodontologia/article/view/14547>
- Ramírez, L., Colán, P. del R., Valencia, J., Guevara, J., y Morales Vadillo, R. (2022). ¿La glicerina influye en la estabilidad del color de la resina compuesta? *Rev. Cubana Estomatol*, 59(2), e3758. Obtenido de: <http://revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/3758/2040>
- Rodriguez, R., y Pereira, A. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*, 46(3), 381-392. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026&lng=es&tlng=es.
- Romero, H. J. (2017). Efecto de diferentes bebidas en la estabilidad de color de las resinas compuestas para restauraciones directas. *RAAO, LVI(1)*, 31-43. <https://www.ateneo-odontologia.org.ar/articulos/lvi01/articulo5.pdf>
- Ruppenthal, N., Freitas, F., Zimmer, R., Galia, E. G. y Anziliero, G. A. (2020). Influência do polimento na estabilidade de cor de uma resina composta após imersão em diferentes substâncias corantes. *Journal of Oral Investigations*, 9(2), 1-12. <https://doi.org/10.18256/2238-510X.2020.v9i2.4073>

- Sánchez, J. E., Rodríguez, K. G., Armas, A. del C., García-Merino, I. R. y Oñate-Negrete, H. 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), 20-33. <https://doi.org/10.23857/dc.v4i2.776>
- Steenbecker González, O. (2006). Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental adhesiva estética. Ediciones Universidad de Valparaíso. <https://isbn.cloud/9789562140560/principios-y-bases-de-los-biomateriales-en-operatoria-dental-adhesiva-estetica/>
- Troiano, M. A., Sánchez, P., Closas, J., Benincasa, M., y Haumüller, I. (2008). Elección del color en la restauración dental. *Universidad Católica del Uruguay*, 5(2), 44-55. <https://studylib.es/doc/7832024/elecci%C3%B3n-del-color-en-la-restauraci%C3%B3n-dental>.
- Valenzuela, V., Bofill, S., Crisóstomo, J., Pavez-Ovalle, F. y Brunet-Echavarría, J. (2016). Selección de color dentario: Comparación de los métodos visual y espectrofotométrico. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 9(2), 163-167. <https://doi.org/10.1016/j.piro.2016.05.004>

IX. Anexos

Anexo A: Ficha de recolección de datos

Resina Z250XT-3M		Color Inicial			Color Final			Variación del Color
		L0	A0	B0	L1	A1	B1	ΔE
Grupo1	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							
Control								

Resina Z250XT-3M		Color Inicial			Color Final			Variación del Color
		L0	A0	B0	L1	A1	B1	ΔE
Grupo 2 Con Glicerina	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							

Resina Z250XT-3M		Color Inicial			Color Final			Variación del Color
		L0	A0	B0	L1	A1	B1	ΔE
Grupo3 Pulido	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							

Resina Z250XT-3M		Color Inicial			Color Final			Variación del Color
		L0	A0	B0	L1	A1	B1	ΔE
Grupo 4 (Pulido + Glicerina)	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							

Anexo B: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Metodología
<p>¿Cuál es el grado de pigmentación superficial de una resina nanohibrida con y sin eliminación de capa inhibida de oxígeno frente a la exposición de café?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Comparar el grado de pigmentación superficial de una resina nanohibrida con y sin eliminación de la capa inhibida de oxígeno frente a la exposición de café.</p> <p>OBJETIVO ESPECÍFICOS:</p> <p>_ Determinar el grado de pigmentación superficial de resina nanohibrida sin eliminación de la capa inhibida de oxígeno</p>	<p>Existe diferencias en el grado de pigmentación superficial de resina nanohibrida con y sin eliminación de la capa inhibida de oxígeno frente a la exposición del café</p>	<p><u>Variable Dependiente:</u></p> <p>Pigmentación Superficial en resina</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Indicadores:</i> Los cambios de color inicial y final, mediante un Espectrofotómetro <p><u>Variable Independiente:</u></p> <p>Eliminación de la capa inhibida de oxígeno</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Indicadores:</i> Técnicas para eliminar la capa 	<p>Tipo:</p> <p>Experimental in-vitro, analítico, prospectivo, longitudinal y comparativo.</p> <p>Población:</p> <p>Discos de resina compuestas nanohibrida</p> <p>Muestra:</p> <p>Luego de realizar la fórmula obtenemos una muestra de 92 discos de resinas.</p> <p>Análisis de datos:</p> <p>Los datos obtenidos se descargaron al programa</p>

	<p>frente a la exposición del café</p> <p>_ Determinar el grado de pigmentación superficial de resina nanohibrida con eliminación de la capa inhibida de oxígeno mediante la aplicación de</p>		<p>inhibida de oxígeno: Aplicación de glicerina, Aplicación de sistema de pulido de resina</p>	<p>Microsoft Excel para su posterior análisis, luego fueron importados al software estadístico STATA v.17. Donde se presentaron tablas con la media y la desviación estándar. Se evaluó la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro Wilks demostrando que los datos no tienen distribución normal por ello se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis resultando estadísticamente significativos. Por ello se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Dunn para identificar entre que grupos existía diferencias. Se utilizó un p valor menor a 0.05 como resultado estadísticamente significativo.</p>
--	--	--	--	--

Anexo C: Carta dirigida al laboratorio multidisciplinario de prótesis dental

Universidad Nacional
Federico Villarreal

**FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA**

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 10 de agosto de 2022

**Dr.
PAUL ORESTES MENDOZA MURILLO
DIRECTOR – DEPARTAMENTO ACADÉMICO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**ATENCIÓN: Dra. LUCÍA FEBRUCIA POMA CASTILLO
LABORATORIO MULTIDISCIPLINARIO DE PRÓTESIS DENTAL**

Presente .-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología Srta. Rosa Cristina Tovar Collahua, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«PIGMENTACIÓN SUPERFICIAL DE RESINA NANOHIBRIDA CON Y SIN ELIMINACIÓN DE
CAPA INHIBIDA DE OXÍGENO FRENTE A LA EXPOSICIÓN DE CAFÉ»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Srta. Tovar quien realizará el siguiente trabajo en un tiempo de 3 horas en una sola fecha:

✓ *Elaboración de muestras de resinas y posterior pulido*

Ésta información le permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

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

Atentamente



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

Se adjunta: Plan de Tesis
Folios (49)

024-2022
NT: 039888 - 2022

AAMM/Luz V.

Calle San Marcos N°351 – Pueblo Libre
8335
e-mail: ogt.fo@unfv.edu.pe

Telef.:7480888 -

Anexo D: Constancia del laboratorio multidisciplinario de prótesis - UNFV

Universidad Nacional
Federico Villarreal



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

CONSTANCIA DE EJECUCIÓN

Por medio del presente documento se da constancia que la bachiller en Odontología **ROSA CRISTINA TOVAR COLLAHUA**, realizó la parte experimental de su trabajo de tesis titulado: “PIGMENTACIÓN SUPERFICIAL DE RESINA NANOHIBRIDA CON Y SIN ELIMINACIÓN DE CAPA INHIBIDA DE OXÍGENO FRENTE A LA EXPOSICIÓN DE CAFÉ”, en el laboratorio multidisciplinario de prótesis dental- UNFV, supervisado por la docente responsable, Dra. Lucía Februcia Poma Castillo.

Donde se elaboraron las muestras de resina dental; luego se aplicó glicerina a un grupo, sistema de pulido con discos a otro grupo, combinando ambos sistemas a un tercer grupo y el último grupo de control.

Constancia que se expide a solicitud de la parte interesada, para fines que sean convenientes.

Lima, 08 de Agosto del 2022

ATTE.

CD. Lucía Februcia Poma Castillo
Responsable del laboratorio Multidisciplinario de
Prótesis Dental

Anexo E: Carta dirigida al laboratorio Dent Import

Universidad Nacional
Federico Villarreal

**FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA**

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 8 de agosto de 2022

Sr.
JUAN MACHERO ESCOBAR
GERENTE DE GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN
DENT IMPORT S.A.

ATENCIÓN: Sr. STEFANO ROMANO FACCENDA
JEFE DE LABORATORIO

Presente .-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología Srta. Rosa Cristina Tovar Collahua, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«PIGMENTACIÓN SUPERFICIAL DE RESINA NANOHIBRIDA CON Y SIN ELIMINACIÓN DE
CAPA INHIBIDA DE OXÍGENO FRENTE A LA EXPOSICIÓN DE CAFÉ»**

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

- ✓ *Uso del espectrofotómetro para la medición de color de resinas dentales antes y después de ser pigmentadas en solución de café*

Ésta información le permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

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

Atentamente



DR. FRANCO RAÚL MAURICIO VALENTÍN
DECANO



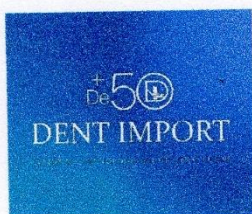
Dr. AMÉRICO A. MUNAYCO MAGALLANES
JEFE
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Se adjunta: Plan de Tesis
023-2022
NT: 039864 - 2022

AAMM/Luz V.

Calle San Marcos N°351 – Pueblo Libre
8335
e-mail: ogt.fo@unfv.edu.pe

Telef.: 7480888 -

Anexo F: Constancia del laboratorio Dent Import

Cercado de Lima, 15 de Setiembre del 2022

Mediante el presente escrito se deja constancia que la bachiller **ROSA CRISTINA TOVAR COLLAHUA**, de la facultad de Odontología de la universidad Federico Villareal, realizó parte de su trabajo de investigación titulado: "PIGMENTACIÓN SUPERFICIAL DE RESINA NANOHIBRIDA CON Y SIN ELIMINACIÓN DE CAPA INHIBIDA DE OXÍGENO FRENTE A LA EXPOSICIÓN DE CAFÉ" en el laboratorio de Dent Import, para lo cual solicitó el instrumento espectrofotómetro VITA Easyshade® V de código 81061304 y número de serie H50596 para la toma de color de sus 92 muestras de resina.

Se realizó la medición de color inicial el 07 de Setiembre y pasado 7 días la toma del color final 14 de Setiembre del 2022. La medición del color se llevo a cabo de acuerdo al protocolo designado por los fabricantes del instrumento.

Validamos su compromiso para con su profesión y agradecemos el utilizar la tecnología Vita.

Atte. Dent Import

Tpd. Stefano Romano Faccenda
Jefe de Laboratorio - Dent Import

Anexo G: Constancia de ejecución del laboratorio Clínico MCLAB

San Miguel 15 de Setiembre del 2022

Yo Manuel Enrique Chu Mendoza, gerente general del Laboratorio Clínico "MCLAB" con DNI 43882161. Certifico que la bachiller de Odontología **ROSA CRISTINA TOVAR COLLAHUA**, de la Universidad Nacional Federico Villareal, requirió nuestros servicios para la utilización de una incubadora de laboratorio por un periodo de 8 días continuos del 6 al 14 de setiembre del 2022 para almacenar sus muestras de resina, cuyo tema de investigación se titula:

"PIGMENTACIÓN SUPERFICIAL DE RESINA NANOHIBRIDA CON Y SIN ELIMINACIÓN DE CAPA INHIBIDA DE OXÍGENO FRENTE A LA EXPOSICIÓN DE CAFÉ"

El cual es indispensable en la ejecución de su trabajo de investigación.









Las actividades realizadas fueron:

- Almacenar las muestras de resina dental en la incubadora a 37°C por 8 días continuos.
- Verificación del cambio diario de la sustancia de suero fisiológico el primer día y de café los 7 días continuos en el que se encontraban las muestras; realizado diariamente por la alumna.

Se expide el presente documento y autorizo al interesado, hacer uso de este para los fines que sean convenientes.

Blgo. Manuel Enrique Chu Mendoza
Gerente -Laboratorio Clínico MC LAB

Registro de Control de Cambios de suero fisiológico y café

Cambio de Sustancia	Sustancia	Firma de control de cambios
Día 1 06/09/22	Suero fisiológico	 Bigo. Manuel E. Chu Mendoza LABORATORIO CLÍNICO MC LAB
Día 2 07/09/22	Nescafé	 Bigo. Manuel E. Chu Mendoza LABORATORIO CLÍNICO MC LAB
Día 3 08/09/22	Nescafé	 Bigo. Manuel E. Chu Mendoza LABORATORIO CLÍNICO MC LAB
Día 4 09/09/22	Nescafé	 Bigo. Manuel E. Chu Mendoza LABORATORIO CLÍNICO MC LAB
Día 5 10/09/22	Nescafé	 Bigo. Manuel E. Chu Mendoza LABORATORIO CLÍNICO MC LAB
Día 6 11/09/22	Nescafé	 Bigo. Manuel E. Chu Mendoza LABORATORIO CLÍNICO MC LAB
Día 7 12/09/22	Nescafé	 Bigo. Manuel E. Chu Mendoza LABORATORIO CLÍNICO MC LAB
Día 8 13/09/22	Nescafé.	 Bigo. Manuel E. Chu Mendoza LABORATORIO CLÍNICO MC LAB

Anexo H: Ficha técnica de Resina nanohíbrida

Filtek™ Z250 XT

Restaurador Universal Nano Híbrido



Ficha Técnica

Indicaciones

- Restauraciones anteriores y posteriores directas, incluyendo superficies oclusales
- Reconstrucción de muñones
- Ferulización
- 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



Composición

El desempeño de un material de resina compuesta es ampliamente dependiente de los rellenos que utiliza. Generalmente, una resina compuesta que tenga partículas más pequeñas se puede pulir más y retiene su brillo mejor que una que contenga partículas más grandes. Además, en general, una resina compuesta con una carga de relleno más alta proporciona propiedades mecánicas más fuertes. Cuatro clasificaciones amplias son utilizadas para describir las resinas compuestas: Microrellenos, Nanorellenos, Microhíbridos y Nanohíbridos.

Microrellenos

Los microrellenos, con sus partículas pequeñas, son conocidos por su capacidad de pulido y retención del brillo. Pero con una amplia área de superficie de partículas pequeñas, altas cargas de relleno y el beneficio de resistencia asociado han sido inalcanzables, haciendo a los microrellenos apropiados únicamente para soportar pequeñas cargas, usualmente aplicaciones anteriores.

Nanorellenos

3M ESPE es la única compañía con un producto en la categoría de nanorellenos. Filtek™ Z350 XT Restaurador Universal, la oferta más reciente, tiene una combinación única de partículas de tamaño nano y nanoclusters. Una carga de relleno alta de nanopartículas es alcanzada con este sistema, y los verdaderos nanorellenos proporcionan tanto resistencia como estética.

Microhíbridos y Nanohíbridos

Los microhíbridos y nanohíbridos contienen una mezcla de partículas grandes y partículas del tamaño sub-micrón más pequeñas. El tamaño de partícula en promedio está típicamente por debajo de 1 micrón pero por encima de 0,2 micrones. Una amplia distribución de los tamaños de partículas puede conllevar a una carga de relleno alta con alta resistencia y resistencia al desgaste resultante.¹ Más recientemente, la descripción "nanohíbrido" ha sido comercializada. La distinción entre microhíbridos y nanohíbridos no siempre es clara, tal vez debido en parte a cómo son comercializados. Después de todo, incluso los microhíbridos contienen una pequeña fracción de partículas del tamaño nano (sub 100 nanómetros). Las compañías agregan nanopartículas a los microhíbridos para llenar los espacios de resina entre las partículas más grandes. Esto puede resultar en un desempeño estético mejorado. Sin embargo, existe un límite a la cantidad de nanopartículas que pueden ser agregadas antes de la manipulación se vuelva muy rígida. Vale la pena mencionar que tanto los microhíbridos como nanohíbridos contienen partículas más grandes que los nanorellenos o microrellenos, y por lo tanto están limitados en la estética que puede ser alcanzada. Sin embargo, debido a que ofrecen un buen desempeño y versatilidad general, usualmente a un costo razonable, son una opción popular para los odontólogos.

Un resumen de las clasificaciones de la resina compuesta es proporcionado en la Tabla 1.

Tabla 1: Resumen de Clasificación de Resinas Compuestas

Microrelleno	Nanoresina	Nanohíbrido	Microhíbrido
			
<p>Partículas sub-100nm Discreto No discreto (fusionado) Pre-polimerizado</p> <p>Área de superficie alta: Retención de brillo alta</p> <p>Carga de relleno baja: Baja resistencia</p>	<p>Partículas sub 100nm Discreta* Nanocluster no discreto (fusionado)</p> <p>Área de superficie alta: Retención de brillo alta</p> <p>Carga de relleno alta: Alta resistencia</p> <p>*Tratado para adhesión a resina</p>	<p>Partículas de tamaño sub-100nm a micrones El tamaño de la partícula promedio tiende a ser ligeramente más menor para nanohíbridos (aunque muchas excepciones) Contiene grandes cantidades de partículas de base</p> <p>Área de superficie baja: Retención de brillo intermedio a bajo</p> <p>Carga de relleno alta: Alta resistencia</p>	<p>Partículas de tamaño sub-100nm a micrones El tamaño de la partícula promedio tiende a ser ligeramente más menor para nanohíbridos (aunque muchas excepciones) Contiene grandes cantidades de partículas de base</p> <p>Área de superficie baja: Retención de brillo intermedio a bajo</p> <p>Carga de relleno alta: Alta resistencia</p>

1. Perfil Técnico del Producto Filtek™ Z350 XT Restaurador Universal, 3M ESPE



Composición

El Sistema de Relleno

- Zirconio/silíce de superficie modificada con una mediana de tamaño de partícula de aproximadamente 3 micrones o menos
- Partículas de sílice de superficie modificada de 20 nanómetros no aglomerados /no agregados
- La carga de relleno es del 82% por peso (68% por volumen)

La tecnología de relleno de **Filtek™ Z250 XT Restaurador Universal Nano Híbrido** es una hibridación única de partículas, incluyendo nanopartículas diseñadas. Ver la Figura 1. Fue derivada del sistema de relleno del **Filtek™ Z250 Restaurador Universal**, conocido por su excelentes manipulación y propiedades mecánicas fuertes. Con el objetivo de lograr una resina compuesta nanohíbrida de mejor desempeño y más estética, el sistema de relleno del restaurador **Filtek™ Z250** fue mejorado con la adición de nanopartículas y nanoclusters a la matriz de la resina. El resultado es una resina compuesta nanohíbrida que ofrece una gran manipulación no pegajosa con una consistencia favorable que mantiene su forma sin escurrirse antes de la polimerización. Esta combinación única de rellenos hace que el sistema sea fácil de pulir con una buena retención del brillo dentro de la clase de híbridos, proporcionando resultados estéticos predecibles. Tiene una alta resistencia al desgaste para el sector posterior. El restaurador **Filtek™ Z250 XT Nano Híbrido** ofrece los beneficios esperados de una resina compuesta híbrida tanto para restauraciones posteriores como anteriores.

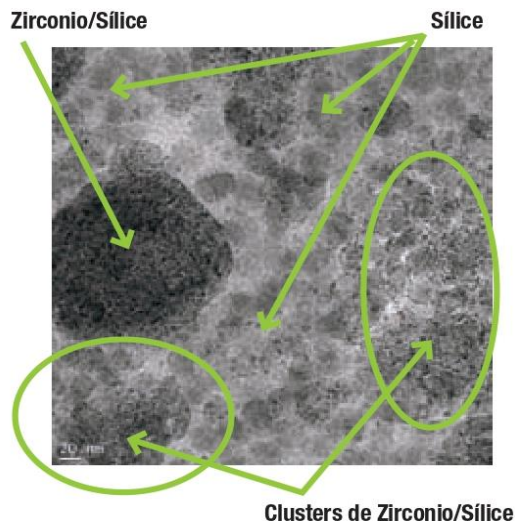


Fig. 1: TEM del relleno de **Filtek™ Z250 XT Restaurador Universal Nano Híbrido** en una magnificación de 50K, foto interna de laboratorios 3M. Partículas de nanosilíce y clusters de nanozirconio/silíce son la porción "Nano" de este nanohíbrido. Todo relleno es tratado en superficie para adherirse a la resina.

El Sistema de Resina

- BIS-GMA, UDMA, BIS-EMA, PEGDMA y TEGDMA

La tecnología de resina se basa en la resina restauradora **Filtek™ Z250 XT**, reemplazando parte del TEGDMA con PEGDMA para moderar la contracción. La resina compuesta **Filtek™ Z250 XT Nano Híbrido** exhibe una baja contracción con relación a las resinas competitivas en esta clase de materiales.

Luces con intensidad mínima de 400 mW/cm²		
Tonos	Profundidad incremental	Polimerización Tiempo
A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, C2, D3	2,0 mm	20 seg.
OA2, OA3	1,5 mm	20 seg.

Luces con intensidad mínima de 1000 mW/cm²		
Tonos	Profundidad incremental	Polimerización Tiempo
A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, C2, D3	2.0 mm	10 seg.
OA2, OA3	1.5 mm	10 seg.

Anexo I: ISO 4049 Polímero base, materiales de relleno, de restauración y de cementación

7.13 Shade y estabilidad del color después de la irradiación y el agua de sorción

7.13.1 general

La prueba está diseñada para demostrar la estabilidad de color de un material después de la irradiación de xenón y después de la absorción de agua mediante la comparación de una muestra irradiada y un no irradiados, espécimen inmerso-agua con una muestra de referencia seco. Llevar a cabo la prueba de acuerdo con la norma ISO 7491.

7.13.2 Aparato

7.13.2.1 Horno capaz de ser mantenida a $(37 \pm 1) ^\circ \text{C}$.

7.13.2.2 fuente de radiación, baño de agua y otros aparatos, como se describe en la norma ISO 7491.

7.13.3 Preparación de muestras de ensayo

Preparar tres especímenes de disco como se describe en 7.12.2.1 para la clase 1 materiales o 7.12.2.2 para la Clase 2 y Clase 3 materiales pero omitiendo el acabado preciso de la periferia.

7.13.4 Procedimiento

Muestra 1: Después de la retirada del molde, tienda de un espécimen en la oscuridad, seca en el horno (7.13.2.1) al $(37 \pm 1) ^\circ \text{C}$ durante 7 días; esta es la muestra de referencia.

Muestra 2: Después de la retirada del molde, almacenar un espécimen en la oscuridad en el horno (7.13.2.1) en agua destilada a $(37 \pm 1) ^\circ \text{C}$ durante 7 días; este espécimen demostrará cualquier deterioro de color debido a la sorción de agua sola.

Muestra 3: Después de la retirada del molde, tienda de un espécimen en la oscuridad, seca en el horno (7.13.2.1) al $(37 \pm 1) ^\circ \text{C}$ para (24 2) h. Después de este tiempo, retirar la muestra del horno y medio fuera en blanco de la misma con aluminio o papel de aluminio. Coloca este espécimen en la cámara de irradiación (7.13.2.2), sumergirlo en agua a $(37 \pm 5) ^\circ \text{C}$ y exponerla a la radiación durante 24 h. Asegúrese de que el nivel de agua es de (10 3) mm por encima de la muestra. Después de la exposición, retire la hoja de metal, y transferir la muestra de nuevo a la estufa a $(37 \pm 1) ^\circ \text{C}$ y almacenarlo en la oscuridad, seco durante 5 días.

7.13.5 comparación del color de sombra

Después de 7 días, eliminar, espécimen húmedo 2 del horno, séquelo con papel absorbente y comparar su color con la guía del fabricante designado sombra [8,3 I]. Llevar a cabo la comparación del color de acuerdo con 5.3 y ISO 7491.

Con licencia para el Dr. Santos
ISO tienda orden #: 15-1012302 / descargado: 2009-02-11 única licencia de usuario
individual, la copia y la creación de redes prohibidas

Preparación de las muestras de ensayo

ISO 4049: 2000 (E)

7.12.2.2 Clase 2 y Clase 3 materiales

Preparar el material de acuerdo con las instrucciones del fabricante y llenar el molde con el material como se describe en 7.12.2.1 y, que tiene exceso de material desplazado, retire la placa de metal, dejando la película en su lugar, y reemplazarla con la placa de vidrio. Para la clase 2, Grupo 1 y Clase 3 Materiales Lugar la ventana de salida de la fuente de energía externa (véase 7.12.1.5) contra la placa de vidrio (véase 7.12.1.3). Irradiar esa sección de la muestra durante el tiempo de exposición recomendado. Mover la ventana de salida e irradiar una sección de la muestra de la superposición de la sección anterior de la muestra. Continuar este procedimiento hasta que todo el espécimen ha sido irradiado por el tiempo de exposición recomendado. Girar el molde, retirar la otra placa de metal y reemplazarlo con un portaobjetos de vidrio.

Es necesaria una plantilla para realizar esta irradiación de solapamiento de manera eficiente; el número exacto de exposición depende del diámetro de la ventana de salida. La Figura 8 muestra un ejemplo de una plantilla de este tipo.

Inmediatamente después de la irradiación, transferir el molde para el horno (7.12.1.6) mantenida a (37 1) ° C. A los 15 min después del comienzo de la irradiación, retirar la muestra del molde y terminar la periferia como se describe en 7.12.2.1.

Preparar cinco discos de especímenes de esta manera.

Para la clase 2, el grupo 2 materiales, siga las instrucciones del fabricante con respecto al uso de la fuente de energía externa (s), [véase 8.3 e)]. Si las instrucciones requieren una exposición preliminar a la luz azul antes de la colocación de la muestra en el aparato de energía externa, realizar esta de acuerdo con el procedimiento especificado en el párrafo anterior, retirar la muestra del molde y colocarlo directamente en la energía externa aparato. Después del curado, retirar la muestra del aparato y terminar la periferia como se describe en 7.12.2.1.

Si se requiere ningún preacondicionamiento antes de la inserción del material en el aparato, dejar el material en el molde para el curado. Después del curado, retirar la muestra del molde y terminar la periferia como se describe en 7.12.2.1.

Preparar cinco especímenes.

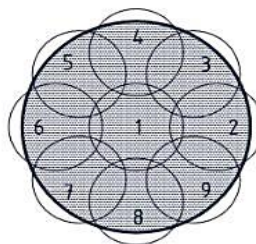


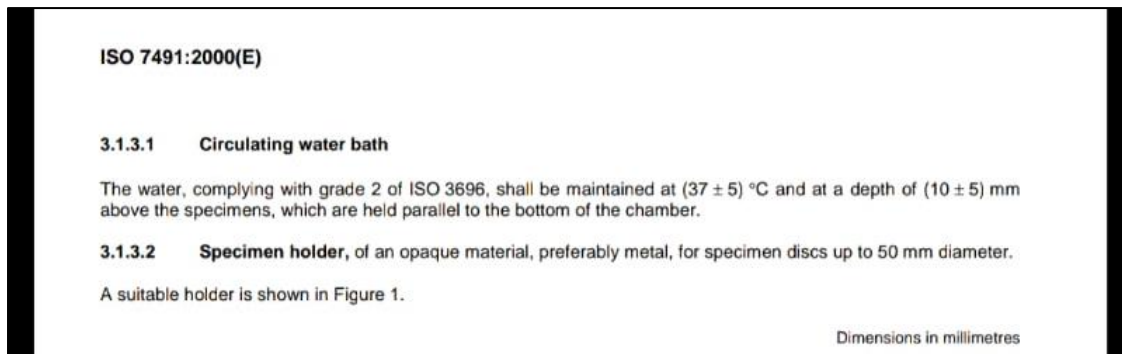
Figura 8 - Diagrama esquemático de la superposición de zonas de irradiación para la preparación de los ejemplares de adsorción de agua (7,12) (fuente de energía externa punta 7 mm de diámetro)

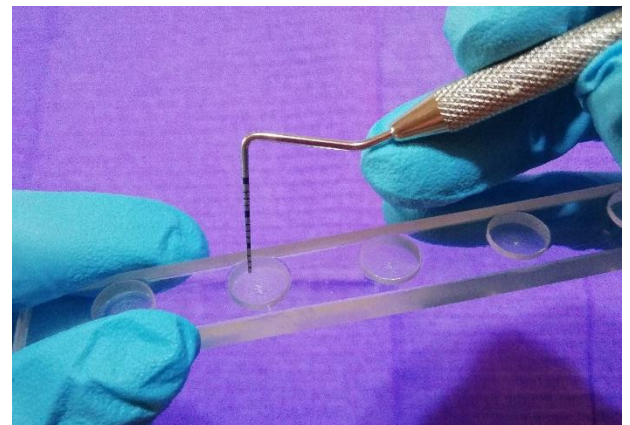
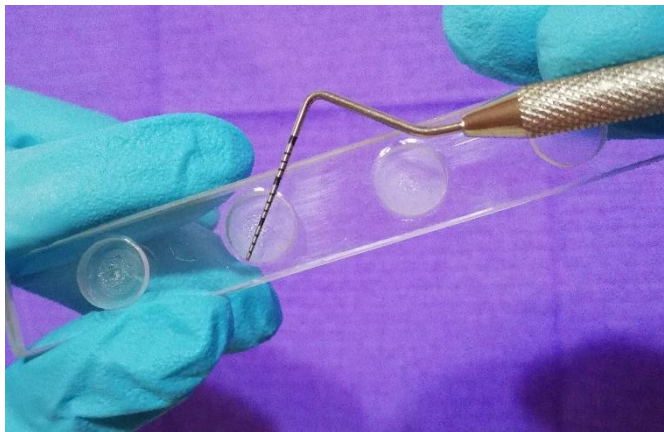
7.12.3 Procedimiento

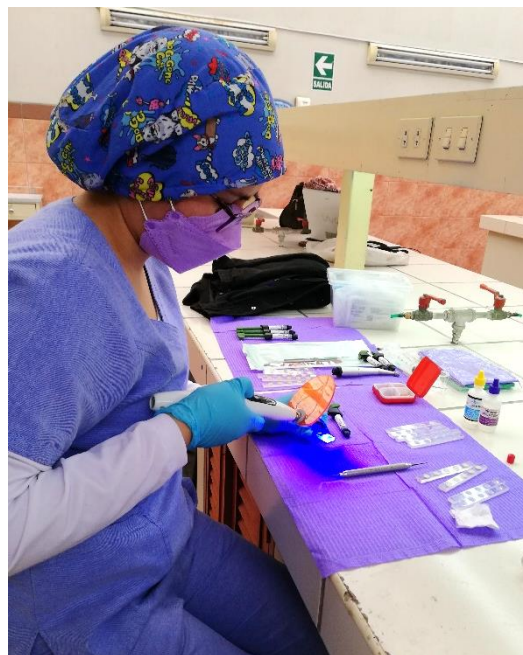
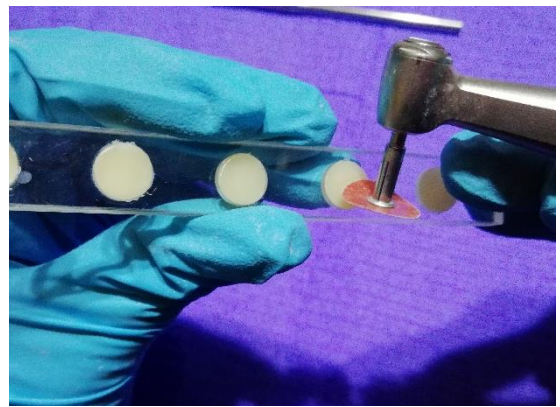
7.12.3.1 Transferir las muestras a una de las dos desecadores (véase 7.12.1.4) mantenida a (37 1) ° C. Después 22 h eliminan las muestras, los almacenan en el segundo desecador mantenido a (23 1) ° C durante 2 h y, a continuación pesarlos con una precisión de 0,1 mg. Repita este ciclo hasta obtener una masa constante, *metro* 1, se obtiene, es decir, hasta que la pérdida de masa de cada muestra no es más de 0,1 mg en un período de 24 h.

NOTA pueden ser necesarias aproximadamente dos a tres semanas para alcanzar una masa constante.

7.12.3.2 Después del secado final, hacer dos mediciones del diámetro en ángulo recto el uno al otro y calcular el diámetro medio. Medir el espesor de la muestra en el centro de la muestra y en cuatro puntos igualmente espaciados en la circunferencia. Calcular el área, en milímetros cuadrados, desde el diámetro medio y, a continuación, utilizando el grosor medio, calcular el volumen, *V*, en milímetros cúbicos.

Anexo J: ISO 7491 Materiales dentales, determinación de la estabilidad de color**Anexo K:** calibración con un radiómetro de la unidad de fotopolimerización

Anexo L: Elaboración de las muestras de resina y calibración de moldes de metacrilato



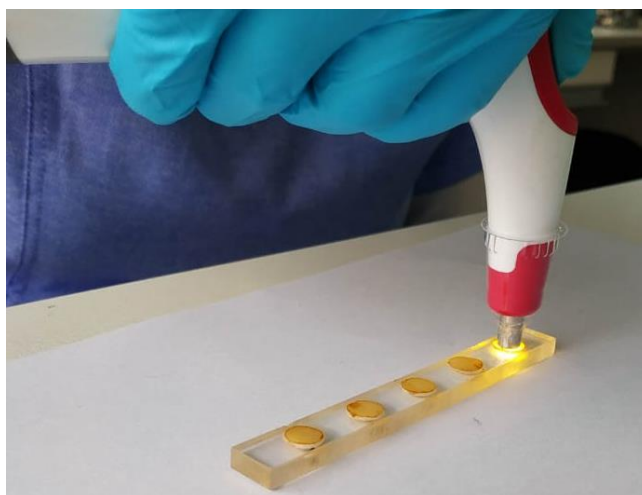
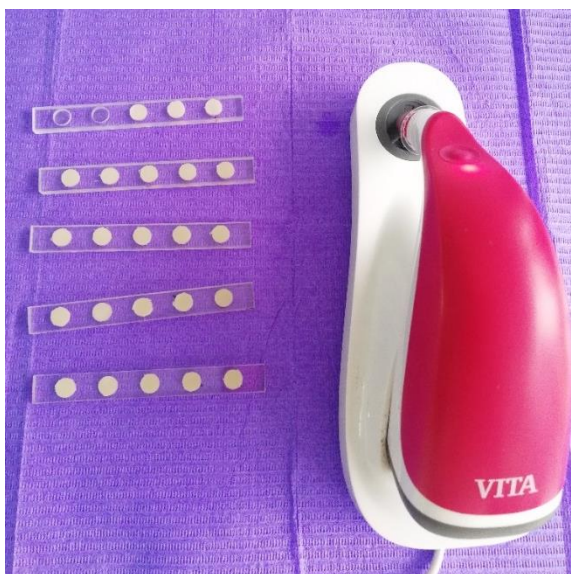
Anexo M: Muestras colocadas con suero fisiológico por 24 horas en la incubadora



Anexo N: Preparación de café diariamente y colocada en la incubadora

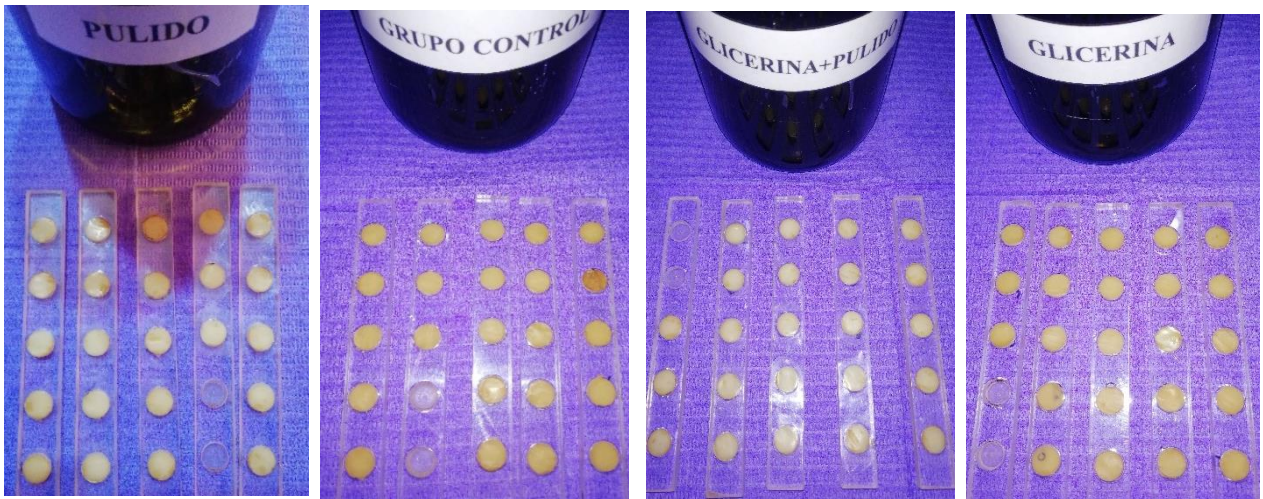


Anexo Ñ: Lectura del color de los discos de resina mediante el espectrofotómetro inicial y final





Valores que registra en el sistema CIELAB



Colores finales luego de 7 días sumergidos al café