

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



TESIS

Comparación de la estabilidad del color en tres resinas nano híbridas expuestas al humo del cigarrillo en diferentes periodos de tiempo – Estudio in vitro.

Para obtener el título profesional de:

CIRUJANO DENTISTA

AUTOR

Hebert Ivan Chipana Chura (0009-0005-6911-3358)

ASESOR

Mag. Esp. Fernando Espada Salgado (0000-0002-9655-6593)

Tacna, octubre de 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Hebert Ivan Chipana Chura, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Odontología de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 74895108, declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

“ Comparación de la estabilidad del color en tres resinas nano híbridas expuestas al humo del cigarrillo en diferentes periodos de tiempo – Estudio in vitro. ”

Asesorada por, Mag. Fernando Espada Salgado la cual presente para optar el: Título Profesional de Cirujano Dentista.

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a La Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable frente a La Universidad de cualquier responsabilidad que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello a favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



DNI: 74895108

Fecha: 05/02/2026

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, por darme la sabiduría y perseverancia para culminar esta etapa de mi vida.

A mi padre, quien me brindó su apoyo incondicional al inicio de esta carrera y, aunque hoy ya no está físicamente, este logro es para él. Su recuerdo me acompañó en cada paso y me dio la fuerza para seguir adelante.

A mi madre, por su amor, dedicación y por brindarme siempre lo que necesité para cumplir mis metas. Gracias por ser mi mayor ejemplo de fortaleza.

A mi hermano, por su apoyo y sacrificio, siempre dispuesto a dar lo mejor de sí para que yo pudiera alcanzar este objetivo.

A mis tías de Chile, por el inmenso cariño, el apoyo incondicional y los sabios consejos que me brindaron, dándome siempre el ánimo necesario para continuar incluso en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Magíster Fernando Espada Salgado, mi asesor, por su disposición, paciencia y valiosa orientación durante todo este proceso. Sus observaciones y sugerencias fueron de mucha ayuda para el desarrollo y culminación de este trabajo.

Agradezco de manera especial al Dr. Marco Sánchez Tito por compartir generosamente sus conocimientos, por su paciencia y por brindarme su apoyo en los momentos en que más necesité resolver mis dudas. Su ayuda fue de gran importancia para mi formación académica.

Agradezco también a mis docentes de clínica, quienes con generosidad compartieron sus conocimientos y experiencias, dejándome importantes aprendizajes que me acompañarán a lo largo de mi vida profesional. Gracias a ellos entendí que siempre hay algo nuevo por aprender.

A todos ustedes, gracias por ser parte fundamental de este logro.

RESUMEN

Objetivo: Comparar el efecto de la exposición al humo del cigarrillo sobre la estabilidad del color en tres resinas nanohíbridadas.

Material y métodos: Se trató de un estudio de diseño experimental *in vitro*, comparativo, de tipo longitudinal de nivel cuantitativo. Se evaluó la estabilidad de color de 45 discos de resinas nanohíbridadas, distribuidos en 3 grupos: 3M™ Filtek™ Z350 XT, IPS Empress Direct y Forma – Ultradent, con 15 muestras cada uno. Las resinas fueron expuestas diariamente al humo de seis cigarrillos durante 28 días en una cámara de exposición, realizando mediciones semanales del color mediante el espectrofotómetro VITA Easyshade.

Resultados: La resina Forma Ultradent registró valores medios más bajos, lo que sugiere mayor estabilidad cromática. La resina 3M Filtek Z350 XT presentó valores intermedios con un comportamiento homogéneo. En contraste la resina IPS Empress Direct mostró valores más elevados de ΔE , mayor variabilidad entre las mediciones. A partir del día 14 todas las resinas superaron el umbral de ΔE perceptible clínicamente (>3.3).

Conclusiones: El valor de ΔE aumentó con el paso de los días en las tres resinas evaluadas. A los 7 días varios valores ya se sitúan cerca o por encima del umbral clínico de aceptabilidad ($\Delta E_{00} > 1.8$), y la magnitud del cambio sigue creciendo a los 14, 21 y 28 días. Esto confirma que el tiempo de exposición al humo del cigarrillo influye de manera directa en la alteración cromática de los materiales.

Palabras clave: Resinas nanohíbridadas, estabilidad de color, humo del cigarrillo, decoloración, exposición.

Comparison of color stability in three nanohybrid resins exposed to cigarette smoke over different periods of time – In vitro study.

ABSTRACT

Objective: To compare the effect of cigarette smoke exposure on the color stability of three nanohybrid resins.

Methods: This study was an in vitro experimental, comparative, longitudinal, and quantitative research. The color stability of 45 nanohybrid resin discs was evaluated, divided into three groups: 3M™ Filtek™ Z350 XT, IPS Empress Direct, and Forma – Ultradent, with 15 samples in each group. The resins were exposed daily to the smoke of six cigarettes for 28 days in a smoke exposure chamber, with weekly color measurements performed using the VITA Easyshade spectrophotometer.

Results: The Forma Ultradent resin recorded lower average values, suggesting greater color stability. The 3M Filtek Z350 XT resin showed intermediate values with consistent behavior. In contrast, the IPS Empress Direct resin displayed higher ΔE values and greater variability between measurements. From day 14 onwards, all resins exceeded the clinically perceptible ΔE threshold (>3.3).

Conclusions: The value of ΔE increased over the days in all three resins evaluated. By day 7, several values are already close to or above the clinical acceptability threshold ($\Delta E_{00} > 1.8$), and the magnitude of the change continues to increase on days 14, 21, and 28. This confirms that the duration of exposure to cigarette smoke directly affects the color alteration of the materials.

Keywords: Nanohybrid resins, color stability, cigarette smoke, discoloration, exposure.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1: EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivo específico	3
1.4 Justificación	4
CAPITULO II: REVISION DE LA LITERATURA	
2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACION	5
2.1.1. Internacionales	5
2.1.2. Nacionales	7
2.1.3. Locales	9
2.2 MARCO TEORICO	11
2.2.1. Resinas	11
2.2.1.1. Composición	11
A. Matriz orgánica	11
B. Matriz inorgánica	11
C. Agente de unión	12
D. Iniciadores y activadores	12
2.2.1.2. Clasificación de resinas compuestas	13
A. Según el tamaño de la partícula	13
B. Por su viscosidad	14
2.2.1.3. Propiedades de las resinas compuestas	14
a. Propiedad físico – mecánica	15
b. Propiedades térmicas	17
c. Requisitos de las resinas dentales	18
2.2.2. Mecanismo de degradación de las resinas compuestas	19

2.2.2.1. Pigmentos	20
2.2.2.2. Interacción del humo del cigarrillo con las resinas compuestas	21
2.2.2.3. Factores intrínsecos y extrínsecos que afectan la estabilidad de color	21
2.2.3. Relevancia clínica del ΔE	23
2.2.3.1. Diferencia del color ΔE	23
2.2.3.2. Sistema de color CIELAB	23
2.2.4. Resina Nanohibrida y su comportamiento frente a la pigmentación	23

CAPITULO III: HIPOTESIS. VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

3.1. Hipótesis	25
3.2 Operacionalización de variables	25

CAPITULO IV: METODOLOGICA DE LA INVESTIGACION

4.1. Diseño de estudio	27
4.2 Ámbitos de estudio	27
4.3 Población y muestra	27
4.3.1. Criterios de inclusión	28
4.3.2. Criterios de exclusión	28
4.4. Elaboración de muestras	29
4.5. Fotopolimerización	30
4.4. Pulido de muestras	30
4.5 Medición inicial	30
4.5. Exposición al humo	31
4.6. Medición de color	32

CAPITULO V: PROCEDIMIENTO DE ANALISIS

5.1 Plan de análisis.....	33
5.2 Consideraciones Éticas	33
RESULTADOS	35

DISCUSIÓN40
CONCLUSIÓN44
SUGERENCIAS45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS46
ANEXOS.....52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de las resinas.....	29
Tabla 2. Descriptivos de ΔE por resina	35
Tabla 3. Valores promedio de L^* , a^* y b^* por resina	36
Tabla 4. Análisis de varianza ANOVA	38
Tabla 5. Post Hoc, comparación entre grupos e intra grupos	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución de especímenes en los grupos a estudiar	28
Figura 2. Comportamiento de L en el tiempo	35
Figura 3. Comportamiento de a^* en el tiempo	35
Figura 4. Comportamiento de b^* en el tiempo	38

INTRODUCCIÓN

En la odontología contemporánea, la estética juega un papel crucial, ya que los pacientes buscan restauraciones que imiten con precisión las características ópticas de los dientes naturales.¹ Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos en materiales restauradores, un desafío persistente es la estabilidad del color a lo largo del tiempo, especialmente cuando las restauraciones están expuestas a agentes pigmentantes externos como la nicotina y el alquitrán. (1) Este problema es particularmente relevante en pacientes fumadores, donde la exposición continua a estos agentes puede alterar significativamente la estética dental.

El consumo de tabaco sigue siendo un problema de salud pública a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 1.300 millones de personas consumen productos de tabaco, lo cual tiene consecuencias perjudiciales no solo para la salud general, sino también para la salud oral. (2) La nicotina y el alquitrán, presentes en el humo del cigarrillo, no solo afectan los tejidos blandos y duros de la cavidad oral, sino que también influyen directamente en la estética dental al inducir cambios de color en las restauraciones. (3,4,6) Estudios previos han demostrado que las resinas dentales, especialmente las utilizadas en restauraciones estéticas, son susceptibles a la decoloración causada por la absorción de pigmentos presentes en el humo del cigarrillo. (5-7)

La exposición continua al humo de cigarrillo provoca una adsorción de pigmentos en la superficie de las resinas compuestas, generando cambios cromáticos perceptibles que alteran la apariencia de las restauraciones y reducen su vida útil. (4) De hecho, investigaciones han señalado que un ΔE^* (cambio en la coordenada de color) superior a 3.3 es clínicamente perceptible a simple vista, mientras que valores entre 1.0 y 3.3 pueden ser detectados únicamente por un observador entrenado bajo condiciones controladas. (8) Este fenómeno es particularmente problemático en pacientes fumadores, donde la recurrencia de la exposición acelera la pérdida de la estética, afectando tanto la percepción del tratamiento como la satisfacción del paciente. (4,7-10)

Las resinas compuestas nano híbridas han sido desarrolladas para mejorar las propiedades mecánicas y estéticas de las restauraciones. Se caracterizan por su alta resistencia al desgaste, menor contracción durante el proceso de polimerización, excelente capacidad de pulido y una mayor estabilidad de color frente a agentes pigmentantes. (6) Además, presentan

propiedades ópticas avanzadas, como mayor translucidez y capacidad de mimetización con el diente natural, lo que permite adaptarse a diferentes tonalidades. Sin embargo, la resistencia de estos materiales frente a la decoloración provocada por el humo del cigarrillo sigue siendo un área de estudio que requiere mayor exploración.

Mathías et al. (9), en un estudio sobre el efecto del humo del tabaco en composites con superficies lisas o texturizadas, concluyeron que la textura de la superficie influye significativamente en el cambio de color del composite. Por otro lado, Arana et al. (8), evaluaron los cambios en la rugosidad de resinas compuestas extra claras expuestas al humo de cigarrillo, encontrando que los cambios de color eran mínimos o imperceptibles. Estas discrepancias en los resultados sugieren que factores como la composición de la resina, la textura de la superficie y el tiempo de exposición podrían desempeñar un papel crucial en la estabilidad cromática.

A pesar de estos hallazgos, aun no se ha determinado de manera concluyente si las diferencias en la estabilidad de color entre las resinas nanohíbridas específicas utilizadas en este estudio son clínicamente significativas. Por ello, el objetivo del presente estudio fue comparar la estabilidad del color en tres tipos de resinas compuestas nano híbridas expuestas al humo del cigarrillo, utilizando métodos estandarizados de medición cromática. (6) Además, se buscó evaluar si los cambios cromáticos exceden el umbral de perceptibilidad clínica mencionado anteriormente, proporcionando evidencia relevante para la práctica clínica en odontología estética.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Planteamiento del problema

En la práctica odontológica, la estabilidad de color de las resinas compuestas es un factor determinante para el éxito estético a largo plazo. Sin embargo, la exposición a agentes pigmentantes como el humo del cigarrillo puede alterar significativamente su apariencia. Las resinas nanohíbridas, ampliamente utilizadas por su estética y resistencia, no están exentas de estos cambios. A pesar de ello, en el contexto nacional y local existen pocos estudios que evalúen su estabilidad cromática bajo exposición continua al humo del cigarrillo y en diferentes periodos de tiempo. Esta falta de evidencia limita la capacidad del profesional para seleccionar materiales adecuados y prever su comportamiento clínico.

1.2 Formulación del problema

¿Existirá diferencia en la estabilidad de color de tres resinas nano híbridas al ser expuestas al humo del cigarrillo?

1.3 Objetivos de la investigación:

1.3.1 Objetivo general:

- Comparar la estabilidad de color de tres resinas nano híbridas expuestas al humo del cigarrillo.

1.3.2 Objetivo específico:

- Determinar la estabilidad de color de la resina 3M™ Filtek™ Z350 XT A1 expuesta al humo del cigarrillo durante los periodos de tiempo de, 7, 14, 21, 28 días.
- Determinar la estabilidad de color de la resina Forma - Ultradent A1 expuesta al humo del cigarrillo durante los periodos de tiempo de, 7, 14, 21, 28 días.

- Determinar la estabilidad de color de la resina Ivoclar vivadent - IPS Empress Direct A1 expuesta al humo del cigarrillo durante los periodos de tiempo de, 7, 14, 21, 28 días.

1.4 Justificación

La estabilidad de color de una resina compuesta es una de las propiedades más valoradas por los pacientes, ya que influye directamente en la estética y la durabilidad de las restauraciones. Sin embargo, el hábito continuo de fumar representa un desafío significativo para esta estabilidad, debido a los efectos adversos de los componentes del tabaco, como la nicotina y el alquitrán, que pueden penetrar y adherirse a la superficie de la resina, provocando cambios de color indeseables. (7) Estos efectos, además de comprometer la estética, pueden acelerar el envejecimiento del biomaterial, reduciendo su vida útil.

En este contexto, es fundamental comprender cómo las propiedades de las resinas compuestas, particularmente la estabilidad de color, se ven afectadas por agentes externos como el humo del cigarrillo.

o. Este conocimiento permitirá a los profesionales de la odontología tomar decisiones clínicas más informadas al seleccionar materiales que ofrezcan mayor resistencia y durabilidad, maximizando la satisfacción del paciente y optimizando los resultados a largo plazo.

El presente estudio tiene relevancia tanto científica como práctica, ya que contribuirá a generar información actualizada para los fabricantes de resinas, fomentando la innovación tecnológica en biomateriales. Asimismo, brindará un aporte valioso a la formación académica de los estudiantes de odontología de la Universidad Privada de Tacna, mejorando su comprensión de cómo el entorno y los hábitos del paciente influyen en el desempeño de las restauraciones. De esta manera, el estudio refuerza la línea de investigación e innovación en biomateriales, promoviendo una práctica clínica más eficiente y basada en evidencia.

CAPITULO II

REVISION DE LA LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACION

2.1.1. Internacionales

da Silva TM, da Silva NY, Gonçalves LL, Alves LP, Fernández AU, Gonçalves SEP. Bebidas manchantes y humo de cigarrillo en resina compuesta y fluorescencia dental humana por espectrometría directa. J Contemporánea Dent Práctica. 1 de mayo de 2017. (11)

El presente estudio analizó la intensidad de fluorescencia de distintas marcas de resinas compuestas y la comparó con la fluorescencia natural de dientes humanos tras la exposición al humo de cigarrillo, café y una bebida carbonatada, mediante espectrometría directa. Se prepararon treinta especímenes de cada resina evaluada (Filtek Z350, Esthet-X, Amelogen y Durafill), junto con treinta muestras dentales obtenidas de molares humanos, las cuales se dividieron aleatoriamente en grupos según la sustancia pigmentante aplicada. Las mediciones de fluorescencia se realizaron inicialmente y luego del proceso de tinción utilizando un sistema espectrométrico acoplado a fibra óptica. El análisis estadístico reveló que las sustancias pigmentantes modificaron significativamente los valores de fluorescencia tanto en las resinas como en los dientes humanos, observándose que la resina Filtek Z350 presentó los valores post-tinción más cercanos a los del tejido dental. Los autores concluyeron que el humo del cigarrillo y las bebidas coloreadas afectan negativamente la fluorescencia de las resinas compuestas y del tejido dental, lo cual es clínicamente relevante dado que la fluorescencia constituye un parámetro estético esencial en la selección y el comportamiento óptico de los materiales restauradores.

Alandia-Roman CC, Cruvinel DR, Sousa AB, Pires-de-Souza FC, Panzeri H. Effect of cigarette smoke on color stability and surface roughness of dental composites. J Dent. 2013. (7)

Un este trabajo se investigó la estabilidad del color y la rugosidad superficial de tres resinas compuestas sometidas a la exposición del humo de cigarrillo y a un protocolo estandarizado de cepillado. Se utilizaron especímenes de una resina Nanohíbrida (Tetric N-Ceram), una híbrida (Filtek Z250–3M ESPE) y una microhíbrida basada en siloxano (Filtek P90–3M ESPE), fabricándose veinte muestras por material y dividiéndolas en dos grupos según el tipo de acabado: un grupo pulido con abrasivos de granulometría decreciente y otro confeccionado con matriz de poliéster sin pulido. Luego de registrar los valores iniciales de color y rugosidad, las muestras fueron expuestas al humo de 20 cigarrillos, realizando posteriormente un ciclo de cepillado tras cada exposición, para finalmente determinar los cambios en ΔE , ΔL y ΔRa mediante análisis estadístico (ANOVA bifactorial, Bonferroni y t de Student, $p < 0,05$). Los resultados mostraron que Tetric N-Ceram presentó cambios de color clínicamente inaceptables ($\Delta E > 3,3$) en ausencia de pulido, diferencia significativa respecto a los demás materiales, y que las muestras sin pulido presentaron mayor rugosidad superficial, con excepción de la resina basada en siloxano.

Mathias P, Costa L, Saraiva LO, Rossi TA, Cavalcanti AN, da Rocha Nogueira-Filho G. La caracterización morfológica de texturas aliada al humo de cigarrillo aumenta la pigmentación en restauraciones de resina compuesta. J Esthet Restor Dent. agosto de 2010. (8)

Este estudio analizó el efecto del humo de tabaco sobre el color de un compuesto resinoso con superficies lisas y texturizadas, evaluando además la eficacia del repulido para recuperar la estabilidad cromática. Para ello, cuarenta especímenes se dividieron en cuatro grupos: superficie lisa no expuesta, lisa expuesta al humo, texturizada no expuesta y texturizada expuesta. Los grupos sometidos a la prueba

fueron expuestos diariamente al humo de veinte cigarrillos durante veintidós días, registrándose las mediciones de color en tres momentos: línea base, post-exposición y después del repulido. Los resultados mostraron que el humo del tabaco redujo significativamente la luminosidad (L^*) en las superficies lisas y texturizadas expuestas, además de incrementar el componente amarillo (b^*) especialmente en las superficies texturizadas. Tras el repulido, se observó una mejora parcial de los valores cromáticos, con aumento de L^* y disminución de b^* , aunque sin lograr retornar por completo a los valores iniciales. Aunque el repulido redujo el ΔE , los especímenes teñidos mantuvieron variaciones mayores respecto a los no expuestos.

2.1.2. Nacionales

Chipana Sotelo JA, Tataje Napuri FE. Grado de coloración de resina compuesta y fluida expuestas a humo de cigarro tradicional y electrónico – Ica 2022 [tesis]. Ica: Universidad Nacional San Luis Gonzaga; 2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13028/5806>

Se llevó a cabo una investigación cuyo propósito fue determinar cómo se altera el color de dos tipos de resinas dentales una compuesta y otra fluida cuando se exponen al humo del cigarro tradicional y al humo del cigarro electrónico. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y prospectivo, siguiendo un diseño cuasi-experimental. Para ello, se elaboraron y evaluaron 40 bloques de resina utilizando la observación como técnica principal de análisis. Los resultados revelaron que la resina compuesta experimentó un cambio de color notablemente mayor cuando fue expuesta al humo del cigarro tradicional, registrando una variación de 18.84 grados en la escala de color. En cambio, la exposición al humo del cigarro electrónico produjo un cambio menor, de 8.11 grados. Esto significó una diferencia de 10.6 grados entre ambos tipos de humo, confirmando que el cigarro tradicional causa una pigmentación más marcada. Una tendencia similar se observó en la resina fluida. Bajo la influencia del humo del cigarro tradicional, la

variación alcanzó los 19.00 grados, un cambio considerado clínicamente significativo. Por su parte, el humo del cigarro electrónico generó una modificación menor, de 8.26 grados. La diferencia entre ambas exposiciones fue de 10.8 grados, nuevamente demostrando que el humo tradicional ejerce un efecto pigmentante mucho más intenso. En conclusión, el estudio confirmó que tanto la resina compuesta como la resina fluida sufren cambios de color significativos al ser expuestas al humo del cigarro, ya sea tradicional o electrónico. Sin embargo, el humo del cigarro tradicional produce un nivel de pigmentación considerablemente mayor en comparación con el cigarro electrónico

Vargas Rodríguez EC. Evaluación del efecto del humo del cigarrillo sobre el color en dientes de resina acrílica de las marcas Ivostar y Olympic: estudio in vitro, Lima 2022 [tesis de grado]. Universidad Privada Norbert Wiener; 2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13053/10736>

El estudio tuvo como propósito evaluar el efecto del humo del cigarrillo sobre el color de dientes de resina acrílica de las marcas Ivostar y Olympic mediante un diseño in vitro, comparativo y longitudinal. Se emplearon 40 dientes acrílicos (20 por marca) y se registraron sus valores iniciales de luminosidad, croma y tonalidad con un espectrofotómetro Vita Easyshade V. Posteriormente, las muestras fueron expuestas al humo de cigarrillo en un simulador, obteniéndose nuevas mediciones a los 15 y 30 días. Los resultados mostraron que ambas marcas experimentaron oscurecimiento progresivo (disminución de L*), incremento del croma y aumento de la tonalidad con el paso del tiempo, siendo Olympic la que presentó cambios más marcados. Ivostar mostró valores iniciales más altos en luminosidad y croma, pero ambas resinas evidenciaron alteraciones cromáticas significativas luego de la exposición continua al humo del cigarrillo. El estudio concluye que el tabaco produce cambios perceptibles en el color de los dientes acrílicos, con variaciones diferenciadas según la marca evaluada.

Ñaña Cupe A, Gomez Cortez PL. Efectos de la nicotina y el alquitrán frente a la estabilidad cromática de dientes artificiales: estudio in vitro [Internet]. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal; 2023. Disponible en: https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/8047/TESIS_%C3%91A%C3%91A_CUPE_ALONSO_GIANMARCO.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source

El estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de la nicotina y el alquitrán sobre la estabilidad cromática de dientes artificiales mediante un diseño experimental in vitro, longitudinal, prospectivo y comparativo, utilizando una muestra de 72 dientes incisivos centrales y laterales de 4, 3 y 2 capas. Los dientes fueron expuestos a cinco cigarrillos diarios durante 28 días en una cámara de humo, registrándose posteriormente el color con un espectrofotómetro Fru WR10QC en modo composición de color mediante valores CIELAB. Los resultados mostraron que en los dientes de resina de 4 capas, los incisivos laterales presentaron diferencias significativas en la estabilidad cromática a los 21 y 28 días ($p < 0,05$); en los dientes de 3 capas, las diferencias fueron significativas a los 28 días ($p = 0,006$) para los mismos incisivos, y en los dientes de 2 capas, se observaron diferencias significativas a los 7, 14, 21 y 28 días en los incisivos centrales y a los 7 y 21 días en los laterales ($p < 0,05$). Se concluyó que la nicotina y el alquitrán afectan con mayor intensidad la estabilidad cromática de los dientes artificiales incisivos laterales de cuatro capas.

2.1.3. Locales

Ticona Santos E, Melchor Laura SE, Huallpa Apaza DJ. Comparación de la estabilidad cromática de tres resinas compuestas expuestas a tres bebidas pigmentantes in vitro, Tacna–2024. 2024. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/15444/1/IV_FCS_503_TE_Melchor_Huallpa_Ticona_2024.pdf

En Tacna, durante el año 2024, se llevó a cabo un estudio in vitro cuyo objetivo fue comparar la estabilidad cromática de tres resinas compuestas (3M Z250, 3M Z350 XT y Tetric Ceram) cuando eran expuestas a diferentes bebidas pigmentantes bajo condiciones controladas. La investigación se desarrolló siguiendo el método científico y se clasificó como aplicada, explicativa, con un diseño experimental, longitudinal y prospectivo. Para ello, se elaboraron 33 discos de resina, correspondientes a las tres marcas más utilizadas en odontología restauradora, y se evaluaron mediante fichas de recolección de datos que registraron los cambios cromáticos a lo largo de los distintos periodos de inmersión. Los resultados evidenciaron que todas las resinas presentaron alteraciones perceptibles en el color desde las primeras horas de exposición, observándose una disminución progresiva en los valores de luminosidad (L), cromaticidad (C) y matiz (H). Esta reducción fue más marcada al séptimo día, indicando que el efecto pigmentante de las bebidas se intensifica con el tiempo. Al llegar al día 14, se detectó una tendencia hacia la estabilización de los parámetros evaluados, aunque los valores seguían siendo inferiores a los iniciales, lo que demuestra que el impacto cromático persiste incluso cuando los cambios se vuelven menos abruptos. En conclusión, el estudio confirmó que las tres resinas responden de manera distinta a la exposición a agentes pigmentantes, evidenciando que su composición y características internas influyen directamente en su resistencia a la tinción, información relevante para la selección clínica de materiales restauradores en pacientes con alto consumo de bebidas pigmentantes.

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 Resina:

Las resinas compuestas son materiales restauradores estéticos ampliamente utilizados en odontología por su capacidad para mimetizar los tejidos dentarios, su adhesión química al diente y su adecuada resistencia mecánica. Se componen de tres elementos principales: una matriz orgánica, una fase inorgánica de relleno y un agente de acoplamiento, cuya interacción determina sus propiedades físico-mecánicas, ópticas y de durabilidad. La correcta integración de estos componentes influye directamente en la estabilidad cromática, el comportamiento frente a fuerzas externas y la resistencia a factores degradantes como la humedad, la temperatura o agentes pigmentantes. (12)

2.2.1.1 Composición de las resinas compuestas:

Las resinas compuestas están formadas por una combinación de componentes orgánicos e inorgánicos que, al interactuar, determinan sus propiedades ópticas, mecánicas y su desempeño clínico.

A. Matriz orgánica

La matriz orgánica está constituida por monómeros como Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA y TEGDMA, los cuales presentan diferencias en viscosidad, hidrofobicidad y reactividad. Monómeros más hidrofílicos, como TEGDMA, aumentan la absorción de agua y la solubilidad, haciendo a la resina más susceptible a degradación hidrolítica y a cambios de color. La matriz también contiene fotoiniciadores, inhibidores y pigmentos que completan la reacción de polimerización y definen el comportamiento óptico del material.

B. Matriz inorgánica (partículas de relleno):

La matriz inorgánica está formada por partículas de relleno, generalmente de vidrio de bario, sílice, zirconia u otros tipos de cerámicas finamente pulverizadas. Estas partículas mejoran significativamente la resistencia mecánica del material, reducen la contracción de polimerización, aumentan la dureza superficial y contribuyen a la estabilidad del color. Además, el tamaño, forma y cantidad de las partículas determinan propiedades clínicas esenciales como el pulido, la resistencia al desgaste y la translucidez.

El contenido de relleno puede variar entre un 50 % y 85 % en peso, dependiendo del tipo de resina y su indicación clínica. Las resinas nanohíbridas combinan partículas microhíbridas con nanopartículas para optimizar tanto resistencia como estética. (11,12)

C. Agente de unión (entre las fracciones inorgánicas e inorgánicas):

El agente de unión, generalmente denominado agente de acoplamiento, es un componente esencial en las resinas compuestas cuya función es asegurar la cohesión química entre la matriz orgánica (polimérica) y la matriz inorgánica (partículas de relleno). El más utilizado es el silano, un compuesto bifuncional capaz de unirse por un extremo a los grupos hidroxilos presentes en la superficie de las partículas inorgánicas mediante enlaces siloxano, y por el otro extremo a los grupos metacrilato de la matriz orgánica durante la polimerización. Este “puente químico” fortalece la estructura del material, reduce la absorción de agua, evita la separación de los rellenos, mejora la resistencia mecánica y contribuye a la estabilidad del color y la durabilidad clínica de las restauraciones. En síntesis, su finalidad es garantizar la integración efectiva entre ambas fases del compuesto, optimizando su comportamiento estético y funcional. (12)

D. Iniciadores y activadores:

Existen dos sistemas empleados para conseguir la polimerización. El iniciador más utilizado es la canforoquinona (CQ), que absorbe luz azul de

450 - 490 nm y, al activarse por la lámpara de fotocurado, reacciona con una amina terciaria, generando radicales libres que inician la polimerización. (13)

2.2.1.2 Clasificación de resinas compuestas

A. Según el tamaño de la partícula:

- **Composite macrorrelleno:** Este tipo de composite contiene partículas de relleno grandes, con un rango aproximado de 10 a 50 μm , actualmente han sido desplazadas casi por completo. (12)
- **Composite de micro relleno homogéneo:** Este tipo de composites suele tener la particularidad de incorporando partículas extremadamente pequeñas, generalmente entre 0,02 y 0,04 μm , compuestas principalmente de sílice pirogénica. Debido a su tamaño tan reducido, estas partículas no aportan suficiente resistencia mecánica por sí solas. (12)
- **Composite de micro relleno heterogéneo:** El composite combina partículas microscópicas muy finas (0,02–0,04 μm) con prepolímeros inorgánicos de mayor tamaño, lo que permite incrementar la carga de relleno y mejorar la resistencia. (12)
- **Composites híbridos:** Estos materiales combinan partículas de relleno micrométricas (0,4–3 μm) con partículas microfinas (0,04–0,2 μm), logrando una distribución bimodal o multimodal que aumenta significativamente la cantidad total de carga inorgánica. (14)
- **Composites microhíbridos:** Estos materiales combinan partículas de relleno micrométricas (aprox. 0,4–1 μm) con partículas microfinas (0,04–0,2 μm), lo que permite aumentar la cantidad de carga inorgánica sin comprometer completamente la pulibilidad. Gracias a esta mezcla bidimensional de tamaños de partícula, las resinas

microhíbridas presentan mayor resistencia a la fractura y al desgaste.
(12)

- **Composites de nanorrelleno:** Están formulados con partículas inorgánicas de tamaño nanométrico (<100 nm), principalmente de sílice o zirconia, dispersas de manera individual en la matriz orgánica. A diferencia de las resinas nanohíbridas, que combinan partículas nano con micrométricas, las resinas nanorrelleno utilizan exclusivamente nanopartículas y nano clústeres, lo que permite obtener una excelente homogeneidad y óptima interacción óptica.
(14)

- **Composites nanohíbridas:** Estos compuestos tienen ventajas estéticas con la resistencia mecánica de los híbridos y microhíbridos. Estos materiales incorporan una mezcla de partículas nanométricas (<100 nm) como sílice o zirconia junto con partículas micrométricas ($0,2-1$ μm), generando una estructura bimodal que aumenta la carga de relleno sin comprometer la pulibilidad. Gracias a esta composición híbrida, las resinas nanohíbridas presentan excelente resistencia al desgaste, alta estabilidad del color, facilidad de pulido y un brillo prolongado, superando en muchos casos a los microhíbridos y acercándose al comportamiento óptico de los nanorrelleno puros.
(14)

B. Por su viscosidad:

- **Resinas condensables (alta viscosidad)**
 - Fácil de modelar
 - Resistencia al desgaste
 - Estética aceptable
 - Módulo de elasticidad alto
 - Mayor estabilidad dimensional
- **Resinas fluidas (baja viscosidad)**
 - Baja resistencia al desgaste

- Estética regular
- Mayor contracción de polimerización
- Módulo de elasticidad alto

2.2.1.3 Propiedades de las resinas compuestas

Es necesario conocer las propiedades de las resinas, ya que esto permite que al odontólogo realizar una correcta selección de la resina compuesta a utilizar y así lograr mejores resultados.

a. Propiedad física – mecánicas:

Las resinas deben soportar fuerzas oclusales y condiciones orales cambiantes; por ello, sus propiedades mecánicas son esenciales para su desempeño clínico.

- **Resistencia a la flexión:** Es una propiedad mecánica fundamental de las resinas compuestas, que refleja la capacidad del material para resistir fuerzas de flexión aplicadas hasta el punto de fractura. Estudios han mostrado que los valores típicos de resina compuesta oscilan entre 100 y 150 MPa, dependiendo del tipo de resina, el tamaño y porcentaje de rellenos y la naturaleza de la matriz polimérica. Resinas nanohíbridas suelen presentar buena resistencia a la flexión debido a la combinación de partículas de relleno de tamaño micro y nano, lo que permite una distribución homogénea de la carga mecánica y disminuye la concentración de tensiones internas. (15)
- **Módulo de elasticidad:** Es una medida de rigidez. Un módulo alto implica menor deformación bajo carga, lo cual es deseable para restauraciones posteriores. Sin embargo, si el módulo es excesivamente alto, pueden generarse tensiones en la interfase adhesiva. (16)

- **Dureza superficial:** Se refiere a la resistencia de la superficie de la resina compuesta a la penetración de un cuerpo más duro o a la abrasión. La microdureza es relevante porque determina cómo resistirá la resina el desgaste durante la función masticatoria, así como su capacidad para mantener un acabado pulido y brillante a lo largo del tiempo.

Resinas con alta dureza presentan menor deformación ante fuerzas oclusales y menos susceptibilidad a rayaduras o abrasión por alimentos o cepillado. Por otro lado, resinas con dureza baja pueden perder su acabado superficial rápidamente y facilitar la adhesión de manchas o pigmentaciones. (17)

- **Tenacidad a la fractura:** Describe la capacidad del material de resistir la propagación de grietas o fracturas ante un estrés aplicado. A diferencia de la resistencia a la flexión, que mide la carga máxima antes de fractura, la tenacidad evalúa cómo se comporta el material frente a defectos o grietas ya presentes. Una resina con alta tenacidad es menos susceptible a fracturas bajo fuerzas de impacto o masticación repetitiva, lo que es crucial para restauraciones en zonas de alto estrés, como molares. (18)

- **Contracción de polimerización:** Durante el curado, los monómeros presentes en la resina se convierten en una red polimérica, lo que produce reducción de volumen y genera tensiones internas. Esta contracción puede comprometer la integridad de la restauración, causando microfiltraciones, desajustes marginales o incluso sensibilidad postoperatoria.

El porcentaje de contracción depende de la composición de la resina: mayor contenido de matriz polimérica y menor porcentaje de relleno favorecen mayor contracción. Las resinas nanohíbridas, al tener partículas de relleno muy pequeñas y alta proporción de carga inorgánica, suelen mostrar contracciones menores comparadas con resinas microhíbridas tradicionales. (19)

- **Profundidad de polimerización:** Se refiere al grosor máximo del material que puede polimerizarse efectivamente bajo luz o método de curado, aproximadamente muchas resinas tienen especificaciones no mayores a 2mm del grosor a la polimerización. Una profundidad de polimerización insuficiente puede dejar zonas de resina no curadas con monómero libre, reduciendo dureza, resistencia y aumentando riesgo de microfiltraciones. La profundidad de curado depende de la composición de la resina, la intensidad de la luz y el tiempo de exposición. (18)
- **Absorción de agua:** se produce por la interacción de la matriz resinosa con el medio húmedo de la cavidad oral. La sorción excesiva puede causar plastificación de la matriz, reduciendo la rigidez, la dureza y la resistencia a la flexión de la resina. Además, contribuye a la degradación química de la resina, liberando monómeros o productos de degradación que afectan la durabilidad del material. (17)
- **Solubilidad / Degradación hidrólica:** Indica la cantidad de componentes del material que pueden disolverse o liberarse en el medio. La solubilidad excesiva puede comprometer la matriz resinosa y la interfaz filler - matriz, favoreciendo pérdida de propiedades mecánicas, microfiltraciones y desgaste superficial. (17)

b. Propiedades térmicas:

Las resinas compuestas están sujetas a fluctuaciones térmicas en boca; por ello, es importante considerar:

- **Coefficiente de Expansión Térmica:** El coeficiente de expansión térmica indica el grado en que un material cambia de volumen o longitud cuando es sometido a variaciones de temperatura. La matriz orgánica (Bis-GMA, UDMA, TEGDMA) tiene un CTE mucho más alto que los fillers inorgánicos. Por ello, las resinas con mayor

porcentaje de relleno presentan un CTE más estable y cercano al tejido dental. (20)

Resinas nanohíbridas y nanorrellenas poseen un CTE más favorable debido a la alta proporción de partículas de relleno y su distribución uniforme.

- **Conductividad Térmica:** La conductividad térmica mide la capacidad de un material para transmitir calor. En este sentido, el diente natural presenta valores relativamente bajos, lo cual protege la pulpa de cambios térmicos extremos.

Las resinas compuestas son malos conductores del calor, principalmente debido al alto contenido orgánico de la matriz resinosa. Esto significa que el calor o el frío se transmiten lentamente hacia la pulpa, contribuyendo al confort del paciente. (12) La conductividad térmica depende de:

- Cantidad de rellenos: los fillers inorgánicos conducen mejor el calor que la matriz orgánica,
 - Tipo de relleno (vidrio, zirconia, sílice),
 - Grado de polimerización del material.
- **Difusividad Térmica:** Es la rapidez con la que un material reacciona frente a cambios de temperatura. Un material con baja difusividad térmica cambia lentamente su temperatura interna, lo que reduce el impacto de variaciones térmicas externas.

La resina compuesta presenta baja difusividad térmica, lo que protege contra choques térmicos que podrían dañar la pulpa o generar tensiones internas. (21)

c. Requisitos de las resinas dentales:

- **Biocompatibilidad:** Un material restaurador debe ser biocompatible con los tejidos orales. La liberación de monómeros no polimerizados puede inducir respuestas inflamatorias o citotóxicas, especialmente si el grado de conversión es bajo. Una correcta fotopolimerización,

así como fotoiniciadores eficientes, reducen significativamente este riesgo. (22)

- **Propiedades físicas:** El desempeño clínico de las resinas frente a condiciones de humedad, temperatura, fuerzas masticatorias y envejecimiento. Entre las más relevantes se encuentran la absorción de agua, la cual puede causar expansión higroscópica y degradación de la matriz resinosa; el módulo de elasticidad, que determina la rigidez del material; la dureza superficial, que influye en la resistencia al desgaste; y la estabilidad dimensional, especialmente importante para prevenir microfiltración marginal.
- **Manipulación:** La manipulación adecuada es un requisito para obtener restauraciones duraderas. Propiedades como viscosidad, tixotropía, tiempo de trabajo y sensibilidad a la luz ambiental determinan la facilidad con la que el operador puede adaptarla y esculpirla. La técnica de fotocurado es uno de los determinantes más importantes del rendimiento mecánico y estético final. (23)
- **Propiedades estéticas:** La apariencia estética depende de la translucidez, opalescencia, fluorescencia y color del material. La presencia y el tamaño de los fillers, así como la calidad de pulido, determinan la capacidad del material para imitar los tejidos dentales. Las resinas nanohíbridas poseen mejor uniformidad óptica y mantienen su brillo por más tiempo. (24)

2.2.2 Mecanismos de degradación de las resinas compuestas:

La degradación de las resinas compuestas es un proceso complejo que involucra alteraciones físicas, químicas y estructurales de la matriz polimérica y de la interfase con las partículas de relleno. La matriz orgánica, compuesta por monómeros como Bis-GMA, UDMA y TEGDMA, es susceptible a hidrólisis de los enlaces éster, especialmente en ambientes húmedos. Este proceso rompe la continuidad del polímero y genera productos de degradación que aumentan la porosidad y facilitan la absorción de agua y pigmentos. (25)

Asimismo, la exposición a oxígeno, radiación y radicales libres favorece la oxidación de la red polimérica, lo que altera propiedades como translucidez, brillo y resistencia. El agente de acoplamiento silano también puede deteriorarse por hidrólisis, debilitando la unión entre los fillers y la matriz y produciendo la liberación de partículas que incrementan la rugosidad superficial. Estos cambios estructurales influyen en la retención de compuestos pigmentantes y en la susceptibilidad al manchado. (12)

2.2.2.1 Pigmentos:

Los pigmentos son sustancias capaces de conferir color a un material debido a su capacidad para absorber, reflejar o dispersar determinadas longitudes de onda de la luz. En odontología restauradora, los pigmentos pueden encontrarse tanto de forma intrínseca, como parte de la composición del material restaurador, o de forma extrínseca, provenientes de agentes externos como alimentos, bebidas, humo de cigarrillo o biofilm. (20)

- **Cigarrillo:**

El cigarrillo es un agente altamente pigmentante debido a la presencia de sustancias como nicotina, alquitrán, hidrocarburos aromáticos y partículas sólidas que se adhieren fácilmente a las superficies dentales y a los materiales restauradores. Durante la combustión, el humo libera compuestos orgánicos volátiles y residuos amarillentos/marrones que generan manchas persistentes, especialmente en superficies porosas o con microtexturas. (27)

El cigarrillo contiene más de 7.000 sustancias químicas, entre las cuales destacan compuestos altamente tóxicos y pigmentantes como la nicotina y el alquitrán, responsables de dejar residuos amarillentos y marrones que se adhieren tanto a los dientes como a los materiales restauradores. Durante la combustión también se liberan aldehídos (como formaldehído y acetaldehído), hidrocarburos aromáticos policíclicos, nitrosaminas específicas del tabaco, metales pesados (cadmio, plomo, arsénico), amoníaco, fenoles y solventes como benceno, que pueden interactuar con la

matriz orgánica de las resinas compuestas, favoreciendo la absorción y fijación de pigmentos. Muchos de estos compuestos son lipofílicos y pegajosos, lo que facilita su penetración en microirregularidades y aumenta su capacidad para alterar parámetros cromáticos como L^* , b^* y ΔE , generando oscurecimiento y amarillamiento progresivo de las restauraciones. Debido a su compleja composición y fuerte acción pigmentante, el humo del cigarrillo constituye uno de los agentes extrínsecos más agresivos para la estabilidad del color en odontología restauradora. Según el U.S. Department of Health and Human Services, estos químicos no solo representan un riesgo para la salud, sino que también producen depósitos cromáticos persistentes que afectan directamente la estética dental. (28)

2.2.2.2 Interacción del humo del cigarrillo con las resinas compuestas.

El humo de cigarrillo contiene una mezcla compleja de compuestos como nicotina, alquitrán, fenoles, aminas aromáticas e hidrocarburos policíclicos, muchos de los cuales son lipofílicos y presentan afinidad por la matriz orgánica de las resinas compuestas. La pigmentación se produce por dos mecanismos: adsorción superficial y absorción interna. (29)

La adsorción se relaciona con la acumulación de partículas de alquitrán sobre superficies rugosas o parcialmente degradadas, generando oscurecimiento inmediato. Por otro lado, la absorción interna ocurre cuando moléculas del humo penetran en la matriz polimérica, especialmente en resinas con mayor sorción de agua o menor grado de conversión. Además, durante la inhalación, el humo puede alcanzar temperaturas de 50 - 65°C, provocando ciclos térmicos que aumentan la expansión y contracción del material, acelerando la degradación y facilitando la retención de pigmentos.

2.2.2.3 Factores intrínsecos y extrínsecos que afectan la estabilidad del color

La estabilidad cromática de las resinas compuestas depende de la interacción entre factores intrínsecos del material y factores extrínsecos del medio oral.

Entre los factores intrínsecos destacan:

- Composición de la matriz: Monómeros hidrofílicos como TEGDMA aumentan la absorción de agua y pigmentos.
- Tipo y proporción de relleno: Mayor carga inorgánica disminuye la presencia de matriz orgánica susceptible a manchado.
- Tamaño de partículas: Partículas pequeñas generan superficies más lisas y menos propensas a pigmentarse.
- Grado de conversión: Polímeros poco reticulados permiten mayor penetración de moléculas pigmentantes.
- Fotocurado insuficiente: Aumenta la cantidad de foto iniciador residual, que puede generar amarillamiento.
- Rugosidad superficial: Favorece la retención de compuestos del humo o bebidas pigmentantes.

Entre los factores extrínsecos se incluye:

- Humo de cigarrillo
- Bebidas pigmentantes
- Radiación UV
- Agentes abrasivos durante el cepillado
- Alcohol o solventes

La interacción de estos elementos determina la magnitud del cambio de color medido clínicamente.

2.2.3. Relevancia clínica del ΔE

El sistema CIELAB permite cuantificar diferencias de color a través del parámetro ΔE , el cual indica si un cambio cromático es perceptible o aceptable clínicamente. En odontología, se aceptan los siguientes umbrales:

- $\Delta E^* < 1.0$: imperceptible para el observador.

- $\Delta E^* = 1.0-3.3$: perceptible bajo condiciones controladas.
- $\Delta E^* > 3.3$: clínicamente evidente y generalmente inaceptable. (30)

Estudios recientes recomiendan usar ΔE_{00} (CIEDE2000), cuyo umbral de aceptabilidad clínica es aproximadamente 1.8, debido a su mejor correlación con la percepción visual. Esta información es fundamental para determinar si el cambio de color de una resina expuesta al humo del cigarrillo es clínicamente relevante.

2.2.3.1. Diferencia de color ΔE :

La diferencia total de color se expresa como ΔE , un parámetro calculado mediante la variación entre los valores L^* , a^* y b^* antes y después de una intervención o exposición. Matemáticamente, ΔE representa la distancia entre dos puntos dentro del espacio CIELAB. En odontología, se considera que valores $\Delta E > 3.3$ son perceptibles clínicamente, mientras que valores mayores pueden ser considerados inaceptables estéticamente según diversos estudios. (31)

2.2.3.2. Sistema de color CIELAB:

El sistema de color CIELAB, desarrollado por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) en 1976, es el método estandarizado más utilizado para medir color en odontología y otras industrias. Este sistema tridimensional describe el color mediante tres coordenadas:

- L^* : luminosidad (0 = negro, 100 = blanco).
- a^* : eje verde-rojo (negativo = verde, positivo = rojo).
- b^* : eje azul-amarillo (negativo = azul, positivo = amarillo).

Este modelo permite evaluar de manera objetiva los cambios cromáticos que ocurren en materiales restauradores frente a diferentes condiciones externas. (31)

2.2.4 Resinas nanohíbridas y su comportamiento frente a pigmentación:

Las resinas nanohíbridas combinan partículas micrométricas con nanopartículas, lo que les permite obtener un balance entre estética y resistencia mecánica. Su elevada capacidad de pulido y su superficie lisa reducen la retención superficial de pigmentos provenientes del humo del cigarrillo o bebidas cromógenas. Asimismo, su distribución homogénea de partículas favorece la estabilidad del brillo y del color.

Sin embargo, la estabilidad cromática también depende de la composición de la matriz orgánica. Resinas con mayor proporción de monómeros hidrofílicos o con bajo grado de conversión pueden mostrar pigmentación intrínseca pese a su buena calidad superficial. Por ello, el estudio de la respuesta de resinas nanohíbridas frente al humo es clínicamente relevante.

CAPITULO III

HIPOTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

3.1. Hipótesis

Hipótesis Alternativa: Existe una diferencia en la estabilidad de color entre las tres resinas compuestas nano híbridas cuando son expuestas al humo del cigarrillo.

Hipótesis Nula: No existe una diferencia en la estabilidad de color entre las tres resinas compuestas nano híbridas cuando son expuestas al humo del cigarrillo.

3.2 Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo de variable	Escala de medición	Valor final
Resinas	Materiales compuestos usados en odontología que contienen una mezcla de partículas de tamaño nanométrico y otras partículas de mayor tamaño.	Materiales dentales compuestos utilizados en el estudio.	Según marca	Cualitativa/politómica	Nominal	1 = Forma - Ultradent 2 = 3M™ Filtek™ Z350 XT 3 = IPS Empress Direct – Ivoclar Vivadent
Estabilidad de color	Capacidad de un material para mantener su color original sin experimentar cambios perceptibles a lo largo del tiempo.	Factor esencial que determina la calidad y durabilidad de materiales en diversas aplicaciones, asegurando que mantengan su apariencia a lo largo del tiempo y bajo diferentes condiciones.	CIEDE2000	Cuantitativa	Razón	- ΔL^* - Δa^* - Δb^* - ΔE^*
Tiempo de exposición al humo del cigarrillo	Tiempo durante el cual las resinas se exponen al	Un intervalo cuantificable y medible que se utilizara para	Tiempo registrable	Cualitativa	Nominal	T0: 1 día T1: 7 días T2: 14 días

	humo del cigarrillo.	especificar la duración de un evento, proceso o conjunto de observaciones, expresado en unidades de tiempo como segundos, minutos, horas, días, semanas, meses o años.				T3: 21 días T4: 28 días
--	----------------------	--	--	--	--	----------------------------

CAPITULO IV

METODOLOGICA DE LA INVESTIGACION

4.1. Diseño de estudio

Fue una investigación experimental *in vitro*, ya que permitió la manipulación de las variables en un ambiente controlado para la obtención de resultados. El estudio fue de tipo comparativo, ya que se comparó la decoloración y su variabilidad frente al humo del cigarrillo. Fue longitudinal porque el análisis de las muestras se realizó en diferentes periodos de tiempo. Además, fue prospectivo, porque se estudió la exposición de las muestras y se realizó un seguimiento a lo largo del tiempo. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética (CEI) de la Universidad Privada de Tacna el 01 de abril de 2025 con el código FACSA-CEI/ 018-04-2025.

4.2. Ámbito de estudio

La presente investigación se enmarca en el área de los biomateriales dentales, específicamente en el análisis de la estabilidad cromática de resinas compuestas utilizadas en odontología restauradora. El estudio se desarrolló bajo un diseño experimental *in vitro* en un entorno de laboratorio, donde se sometieron a evaluación tres resinas nanohíbridas de uso clínico frecuente: Forma (Ultradent), Filtek Z350 XT (3M) e IPS Empress Direct (Ivoclar). Los especímenes fueron elaborados bajo condiciones estandarizadas y expuestos al humo del cigarrillo durante periodos controlados de 7, 14, 21 y 28 días, a fin de determinar las variaciones en los parámetros de color. Este ámbito permite analizar de manera objetiva y controlada el comportamiento óptico de los materiales sin la influencia de factores biológicos o clínicos propios de la cavidad oral, aportando evidencia relevante para la selección de materiales restauradores en pacientes fumadores.

4.3. Población y muestra

El tamaño de muestra se determinó mediante el programa estadístico G*Power (Heinrich Heine Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Alemania). Se empleó la prueba estadística F tests, específicamente un ANOVA con medidas repetidas. Se consideró

un tamaño del efecto de $f = 0.2526$ (correspondiente a un $\text{Partial } \eta^2$ de 0.06, lo que indicó un efecto moderado), un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y una potencia estadística del 80% ($1 - \beta = 0.8$), obteniéndose un número de muestra de 30 especímenes. Se consideraron 3 grupos y 4 mediciones por grupo, con una correlación entre medidas repetidas de 0.5 y una corrección de esfericidad $\epsilon = 1$.

Para mejorar la precisión del estudio y acercarse a una potencia de 1, se aumentó el tamaño de muestra de 30 a 45 especímenes, logrando una potencia estadística del 95.96%. Este ajuste garantizó una mayor probabilidad de detectar diferencias significativas. Como resultado, se calculó una muestra mínima de 45 especímenes para alcanzar la potencia deseada. **(Anexo 1)**

Se optó por trabajar con 45 especímenes distribuidos en 3 grupos, de manera que cada grupo contara con el mismo número de especímenes. Se formaron tres grupos de 15 especímenes cada uno: Grupo A: Resina 3M™ Filtek™ Z350 XT (3M ESPE, USA), Grupo B: Resina Forma – Ultradent (Ultradent Products, Inc), y Grupo C: Resina IPS Empress Direct (IVOCLAR), como se muestra en la **Figura 1**.

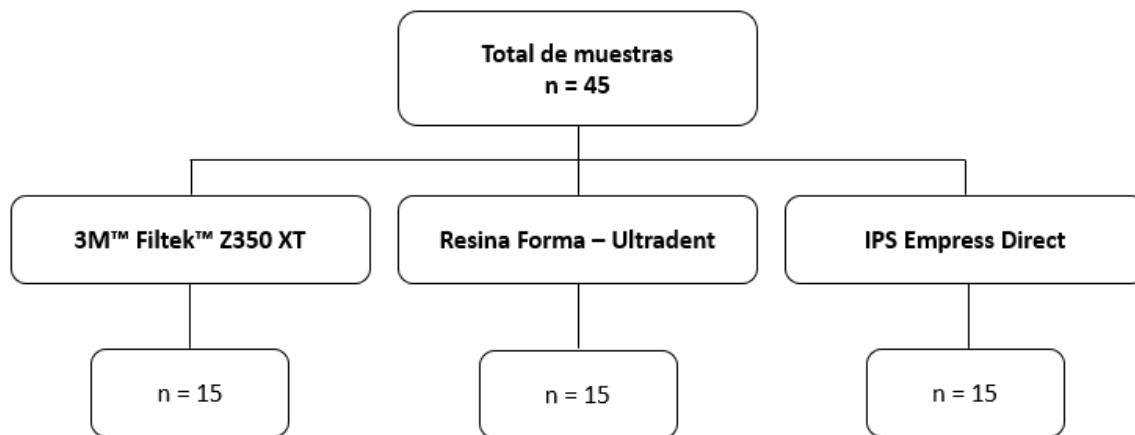


Figura 1. Distribución de especímenes en los grupos a estudiar

4.3.1 Criterios de inclusión

- Especímenes de resina para el estudio que estén fotocurados y pulidos, y que cumplan con las medidas establecidas.

4.3.2 Criterios de exclusión

- Especímenes que presenten fisuras, fracturas o rugosidades en su superficie o con contaminación, fecha de vencimiento próxima.

4.4. Elaboración de Muestras

Se prepararon un total de 45 especímenes en forma de disco a partir de 3 resinas (3M™ Filtek™ Z350 XT, IPS Empress Direct, Forma Ultradent) Cuyas especificaciones están en la tabla 1.

Estos discos fueron fabricados con 8 mm de diámetro y 2 mm de espesor, (7) a base de un molde de polietileno. Se estableció de un solo tono de color A1 de la escala VITA.

Se colocó la resina compuesta en el molde correspondiente, luego una tira de Mylar sobre la superficie, posteriormente se ejerció presión uniforme con un portaobjetos de vidrio para obtener una superficie plana. (32)

Tabla 1. Características de las resinas

Composite	Lote	Color	Manufactura	Tipo	Matriz orgánica	Relleno inorgánico (%) (wt)	Tamaño de partículas
Filtek™ Z350 XT	1008084 5	A1	3M ESPE, USA	Nanohíbrida	Bis-GMA UDMA TEGDMA PEGDMA Bis-EMA	Sílice 20 nm, circonio 4 a 11 nm no aglomerado, relleno agrupado sílice/circonio agregado, relleno inorgánico aprox. 78.5% (63.3% vol)	0.6 – 20 µm
IPS Empress® Direct	Z0771L	A1	Ivoclar Vivadent AG	Nanohíbrida	Bis-GMA UDMA DCP	Rellenos inorgánicos 52 – 59% vol. Vidrio de bario Oxido mixto Si- Zr, vidrio de fluorosilicato de bario y aluminio.	0.03 µm – 16.3 µm

Forma Ultradent	D0Q77	A1	Ultradent Products, Inc.	Nanohíbrida	Bis-GMA UDMA TEGDMA Bis-EMA	Base de Circonio/sílice, vidrio de bario y relleno radiopaco de trifluoruro de iterbio.	5 - 50nm
--------------------	-------	----	-----------------------------	-------------	--------------------------------------	---	----------

4.5. Fotopolimerización:

Se realizó la polimerización utilizando una lámpara de fotopolimerización LED (VALO LED; Ultradent Products, South Jordan, UT, USA) durante 20 segundos, con una intensidad de 1000 mW/cm², siguiendo las recomendaciones del fabricante para cada marca de resina. La distancia entre la punta emisora de luz y la superficie de la muestra se mantuvo en aproximadamente 1 mm, sin contacto directo. (33,34)

4.6. Pulido de muestras:

Luego de la fotopolimerización, cada material se dejó en reposo por un periodo de 5 minutos para garantizar una polimerización completa, se almacenaron por 24 horas a 37 °C en una caja organizadora de plástico. (7) Pasado el tiempo, fueron pulidas con discos de grano medio, delgado, super fino (Sof-lex, 3M ESPE, Nueva York, NY, EE. UU.), su uso fue de 10 segundos de forma circular a una velocidad baja de 18,000 rpm. (35,36) Las muestras fueron limpiadas y almacenadas en agua destilada hasta el momento de su estudio, para la toma de color inicial. (37)

4.7. Medición inicial

Antes de la exposición al humo del cigarrillo, se llevó a cabo la medición inicial del color de los especímenes utilizando un espectrofotómetro VITA Easyshade® (VITA Easyshade Compact, VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania), que emplea la escala CIE Lab* (Commission Internationale de l'Eclairage, L* a* b*). Para garantizar la precisión y reproducibilidad de las mediciones, cada espécimen fue colocado sobre un fondo blanco estandarizado. (38) A cada espécimen se le realizaron tres mediciones consecutivas y se registró el valor promedio como referencia inicial. Este procedimiento aseguró la uniformidad en las condiciones de medición, proporcionando

una base confiable para evaluar los cambios cromáticos posteriores a la exposición al humo del cigarrillo. (39)

4.6. Exposición al humo:

El procedimiento experimental se llevó a cabo en un laboratorio privado en la ciudad de Lima, High Technology Laboratory Certificate, ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho, durante el año 2025. Para garantizar la validez y reproducibilidad de los resultados, se seguirá un control riguroso de las condiciones de exposición al humo de cigarrillo conforme a las normas ISO 7491:2000, (40) para la determinación de estabilidad del color en materiales dentales, e ISO 4049:2019, (41) aplicable a materiales restauradores poliméricos. Estas normativas aseguran la precisión en la evaluación cromática y la fiabilidad de los datos obtenidos.

La cámara de humo fue hecha a medida de material aislante. Se elaboro con una tapa separable de tal manera que, al estar colocada, cierre la cámara herméticamente. El volumen de la cámara de humo se mantendrá lo más mínimo posible. Para el pase del humo del cigarrillo, se diseñó una entrada en el centro de la tapa de la cámara para que encaje la boquilla en la que se pudiera colocar cómodamente el cigarrillo encendido. Se hará otra abertura del mismo diámetro en la periferia de la tapa de la cámara, como salida para el humo de esta manera simulará el proceso de fumar del ser humano. (42)

Se conecto la cámara de humos a un sistema de vacío, ajustado para mantener un flujo constante de $30 \text{ cm}^3/\text{s}$ de humo, controlado mediante un caudalímetro. (37,42) Para simular la inhalación activa de humo de cigarrillo, se cerró la salida y se activó el sistema de vacío durante 2 segundos. Para la exhalación pasiva, la salida de la tapa se mantendrá abierta durante 60 segundos antes de comenzar el siguiente ciclo de humo. Las muestras se colocaron en la cámara asegurándose de que todos estén a igual distancia de la entrada y se fijarán con cera. (42) Los tres grupos de resinas nano híbridas serán colocados en recipientes etiquetados según la marca de fabricación de cada resina. Cada muestra fue colocada en la base del recipiente, exponiendo únicamente una cara de la muestra. Se utilizo un estándar de un fumador moderado, correspondiente a un consumo de 6 cigarrillos por día. (43) Manteniendo una exposición controlada y representativa.

4.7 Medición de color

Se realizó el protocolo previamente explicado en los siguientes días. Estas mediciones se efectuaron en diferentes periodos de tiempos: T1= 24 horas, T2 = 7 días, T3 = 14 días, T4= 21 días, T5 = 28 días. En cada registro se realizará tres mediciones, de tal manera que se evaluará el promedio de las tres.

El color de las muestras se registró tras 7 días de inmersión la cámara de humo. La diferencia de color (ΔE) se calculó considerando el valor inicial (T1) y la primera medición (T2) mediante la fórmula CIE2000.

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)}$$

Durante 28 días, los tres grupos de trabajo se expusieron al humo de 6 cigarrillos por día en una cámara de humo, (22) un total de 168 cigarrillos. Las coordenadas del color se tomarán en los días 1, 7, 14, 21 y 28 (T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente). Cada cigarrillo se sometió a 9 ciclos de caladas, con cada calada durando 2 segundos y una frecuencia de una calada por cada 60 segundos. (37)

Tras cada ciclo de exposición, las muestras fueron lavadas y secadas con papel tissue durante 1 minuto, para una posterior toma de color inicial, repitiendo este procedimiento hasta completar los 28 días del estudio. (37) Las muestras permanecieron sumergidas en agua destilada antes y después de la exposición al humo del cigarrillo. Para simular un ambiente bucal a 37°C, se colocaron en una incubadora ajustada a esa temperatura. (4,8) Los datos obtenidos se registraron en una hoja de cálculo de Excel para su análisis estadístico.

CAPITULO V

PROCEDIMIENTO DE ANALISIS

5.1 Plan de análisis

Los datos obtenidos fueron registrados y organizados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2016 y posteriormente exportados al software estadístico SPSS versión 27. Inicialmente, se realizó un análisis descriptivo para caracterizar la población de estudio, empleando medidas de tendencia central (medias) y de dispersión (desviaciones estándar) de los cambios cromáticos (ΔE^*) en cada grupo de resinas y en cada intervalo de tiempo (1, 7, 14, 21 y 28 días). La normalidad de los datos se evaluó mediante la prueba de Shapiro–Wilk y la homogeneidad de varianzas se verificó mediante la prueba de Levene. Posteriormente, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en los valores de ΔE^* entre los tipos de resinas y los tiempos de exposición al humo del cigarrillo. Cuando se identificaron diferencias significativas, se realizaron pruebas post hoc mediante el método de Bonferroni para precisar los grupos que diferían entre sí.

Adicionalmente, se elaboraron gráficos de líneas para representar las tendencias temporales de los cambios cromáticos para visualizar la distribución y dispersión de las coordenadas de L, a* y b* en cada grupo de resina.

Los gráficos descriptivos y comparativos se generaron con Python 3.10 en el entorno de ejecución Google Colab (Google Research, Mountain View, CA, USA), empleando las bibliotecas NumPy, pandas y matplotlib para la manipulación y visualización de datos, garantizando la trazabilidad y reproducibilidad del análisis.

5.2 Consideraciones Éticas

Este proyecto se registró por los principios éticos establecidos en las directrices CRISS (Consensus-based Reporting Standards for in-vitro Studies), (44) y las normas éticas internacionales para la investigación in vitro, no se emplearon muestras biológicas. El proyecto fue enviado al comité de ética de la Universidad Privada de Tacna para su evaluación. Se garantizó el uso adecuado de los materiales y especímenes, respetando

los protocolos establecidos para evitar cualquier manipulación indebida o impacto ambiental. El diseño experimental y los análisis se realizaron con rigor científico, asegurando la confiabilidad de los resultados y el cumplimiento de las regulaciones institucionales y normativas vigentes.

RESULTADOS

El propósito del presente estudio fue evaluar la estabilidad del color de tres resinas nanohíbridas expuestas al humo del cigarrillo durante diferentes periodos de tiempo.

En la Tabla 2 se observa que los valores de ΔE aumentaron progresivamente en las tres resinas a lo largo de los 28 días de exposición, evidenciando un cambio de color acumulativo con el tiempo. El orden de susceptibilidad al cambio cromático se mantuvo constante: IPS Empress Direct > 3M Filtek Z350 XT > Forma Ultradent. En términos prácticos, el incremento en el tiempo de exposición intensifica la decoloración en todas las resinas, siendo la composición del material el factor determinante en la magnitud del cambio observado.

Tabla 2. Descriptivos de ΔE por resina en cada día de seguimiento.

Resina	días	media	DE	Min	Max
Forma Ultradent n = 15	7	3.5	0.76	2.47	5.27
	14	4.41	0.64	3.49	5.84
	21	5.53	0.65	3.91	6.71
	28	6.17	0.69	4.91	7.15
3M Filtek Z350 XT n = 15	7	3.57	0.75	2.31	5.32
	14	4.74	0.6	3.36	5.58
	21	6.31	0.84	4.75	8.1
	28	6.95	0.82	5.18	7.95
IPS Empress Direct Ivoclar n = 15	7	6.11	1.23	4.15	8.04
	14	8.06	1.54	5.72	10.85
	21	10.06	2.03	5.97	12.57
	28	10.27	1.93	6.24	12.66

DE: Desviación estándar; n: número de muestras por grupo

La resina Forma Ultradent registro valores medios más bajos, lo que sugiere mayor estabilidad cromática. La resina 3M Filtek Z350 XT presentó valores intermedios con un comportamiento homogéneo. En contraste la resina IPS Empress Direct mostro valores más elevados de ΔE , mayor variabilidad entre las mediciones. A partir del día 14 todas las resinas superaron el umbral de ΔE perceptible clínicamente (>3.3).

La evolución de las medias de las coordenadas de color CIE L* a* b* y el cálculo de la diferencia total de color (ΔE) para cada tipo de resina a través de los cinco puntos de tiempo de medición (Día 0, 7, 14, 21 y 28). El análisis de las coordenadas de color demostró que la pigmentación por el humo del cigarrillo afectó a los tres ejes en todos los materiales. Se observó una disminución constante en el valor de L* (luminosidad) para las tres resinas a lo

largo del periodo, lo que se tradujo en un oscurecimiento de las muestras. Simultáneamente, se produjo un incremento progresivo en el valor de b* (amarillo/azul), el eje a* (rojo/verde) también aumentó, indicando un desplazamiento. Estos resultados se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Valores promedio de L*, a* y b* según resina y tiempo de exposición

Resina	Días	L*	a*	b*	ΔE
Forma Ultradent	0	81.74	- 1.21	16.35	-
	7	78.26	0.43	19.07	3.5
	14	77.21	0.95	19.13	4.41
	21	75.97	1.49	19.92	5.53
	28	75.32	1.63	21.02	6.17
3M Filtek Z350 XT	0	86.53	- 1.88	14.38	-
	7	82.91	- 0.31	16.97	3.57
	14	81.59	0.46	16.62	4.74
	21	79.55	1.13	17.37	6.31
	28	78.73	1.25	18.38	6.95
IPS Empress Direct Ivoclar	0	83.39	- 2.43	16.81	-
	7	77.24	0.14	24.81	6.11
	14	74.77	1.40	24.91	8.06
	21	72.34	2.63	24.75	10.06
	28	72.05	2.28	26.74	10.27

L*: Luminosidad; a*: Eje verde-rojo; b*: Eje azul-amarillo

En cuanto a la diferencia de color (ΔE), las tres resinas superaron el umbral de aceptabilidad clínica ($\Delta E > 3.3$) ya en el primer control, el día 7. Al finalizar la exposición (día 28), la resina IPS Empress Direct fue significativamente la menos estable, alcanzando el valor más alto de $\Delta E = 10.27$. Por el contrario, la resina Forma Ultradent demostró ser la más estable con el menor cambio acumulado, registrando un ΔE final de 6.17, seguida de cerca por 3M Filtek Z350 XT con $\Delta E = 6.95$.

En el análisis de la coordenada L* (luminosidad) todas las resinas presentaron una disminución progresiva de sus valores (0 a 28 días), sin embargo, la resina Forma-Ultradent mantuvo mayor resistencia a la pigmentación y una mejor estabilidad, seguido por la resina 3M Filtek Z350 XT con un comportamiento intermedio y la IPS Empress Direct obtuvo un oscurecimiento mayor a las anteriores, siendo el material más susceptible al oscurecimiento (Fig 2).

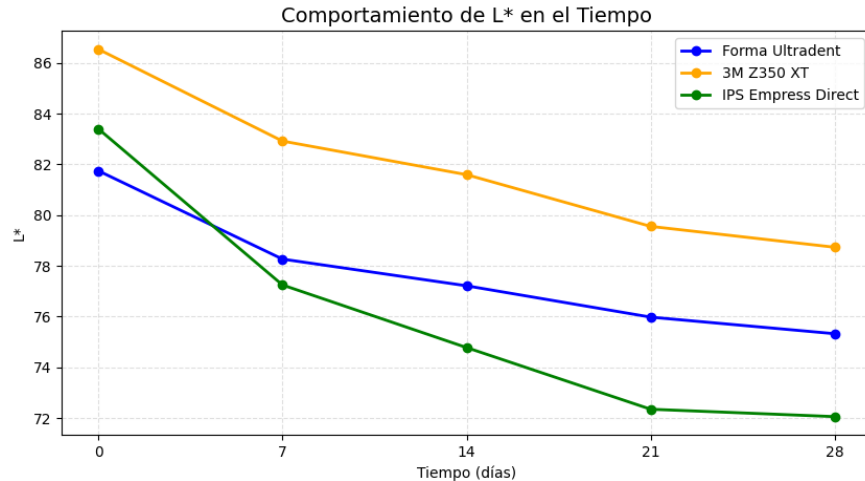


Figura 2. Comportamiento de L (luminosidad) en el tiempo, en los 3 grupos de resinas.

En la evaluación de la coordenada a^* (coordenada roja/verde del sistema CIELAB), se observa un crecimiento progresivo en el tiempo de las tres resinas. Inicialmente (día 0), todas presentaron valores negativos siendo la más marcada la resina IPS Empress Direct. Con los días y cada tiempo de medición los valores se desplazaron hacia el eje positivo, reflejando tendencia a tonalidades rojizas. La resina Nanohibrida más estable en esta coordenada fue Forma-Ultradent < 3M Filtek Z350 XT < IPS Empress Direct, quien mostro mayor cambio (Fig. 3).

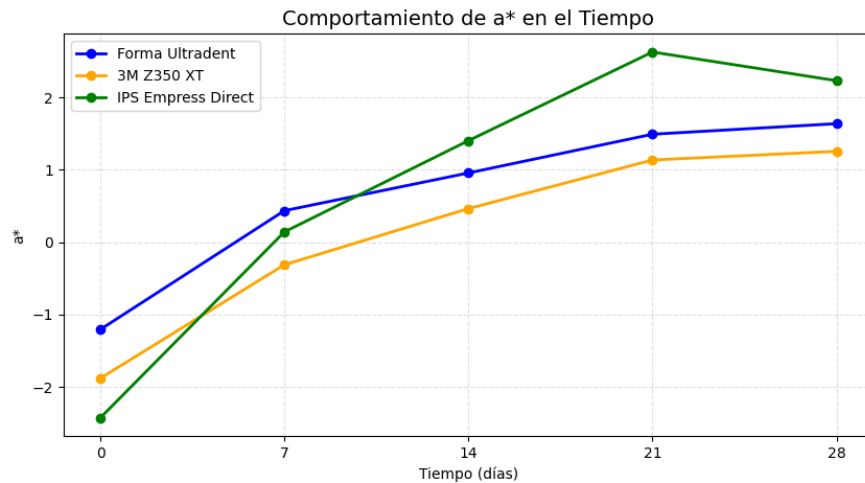


Figura 3. Comportamiento de a^* (coordenada roja/verde) en el tiempo, en los 3 grupos de resinas.

En la evaluación de la coordenada b^* (variación hacia los tonos amarillos), hay un incremento progresivo en los tres grupos de resinas a lo largo del tiempo (0 a 28 días), lo que indica una

tendencia al amarillento del material tras la exposición. El orden fue constante: IPS Empress Direct > 3M Filtek Z350 XT > Forma Ultradent (Fig. 4).

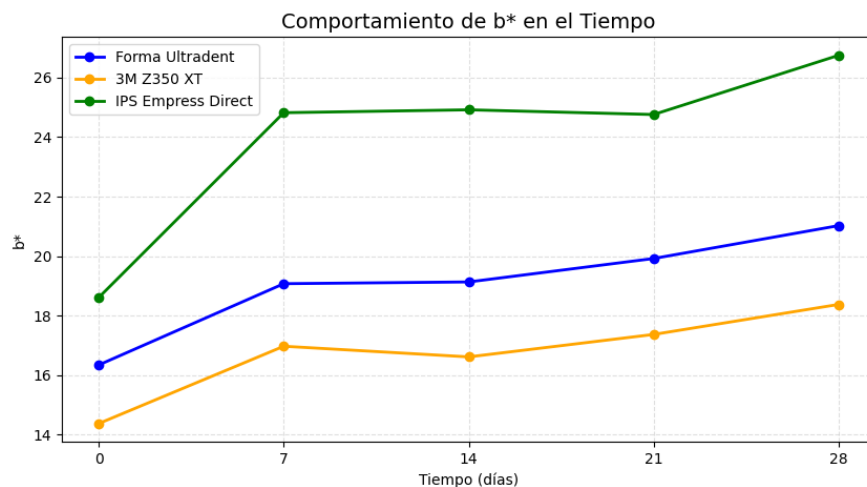


Figura 4. Comportamiento de b* (coordenada amarilla/azul) en el tiempo, en los 3 grupos de resinas.

El análisis de varianza (ANOVA) de dos vías con medidas repetidas, aplicado para evaluar el efecto del tipo de resina (Grupo) y el tiempo de exposición (Días) sobre la diferencia de color (ΔE), así como su interacción.

La interacción no fue significativa ($F=2.03$, $p=0.064$). Sin embargo, se observaron efectos principales significativos del Grupo ($F=114.99$, $p<0.001$) y como el factor Días ($F=111.28$, $p<0.001$); las resinas difieren globalmente y ΔE aumenta con el tiempo. Estos resultados se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. ANOVA de dos vías (Grupo, Días e Interacción) para ΔE .

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p
Grupo	304.63	2.0	152.32	114.99	0.000
Días	442.21	3.0	147.4	111.28	0.000
Grupo \times Días	16.13	6.0	2.69	2.03	0.064
Residual	222.53	168.0	1.32	—	—

gl: grado de libertad; F: Fisher

Los resultados demuestran de manera concluyente que el tipo de resina influyó de forma significativa en la estabilidad del color tras la exposición al humo del cigarrillo, requiriendo la aplicación de pruebas post hoc para identificar los pares de grupos que difieren entre sí.

La Tabla 5 presenta las medias y desviaciones estándar de la diferencia de color (ΔE) de las tres resinas nano híbridas a través de los cuatro períodos de exposición (T1 a T4). El análisis estadístico mediante la prueba de medidas repetidas demostró que el factor tiempo es altamente significativo ($p < 0.001$), indicando que todas las resinas sufrieron una pigmentación significativa a lo largo de los 28 días. Paralelamente, el ANOVA mostró diferencias significativas entre los grupos de resinas en todos los puntos de tiempo ($p < 0.001$). Las pruebas Post Hoc revelaron que la resina IPS Empress Direct (C) fue la menos estable al color, registrando los mayores valores de ΔE de forma consistente. Por el contrario, las resinas Forma Ultradent (A) y 3M Filtek Z350 XT (B) mostraron una estabilidad superior, aunque fueron estadísticamente indistinguibles entre sí.

Tabla 5. Post Hoc, comparación entre grupos e intra grupos

Resinas	T1 (Dia 7) Media (De)	T2 (Dia 14) Media (De)	T3 (Dia 21) Media (De)	T4 (Dia 28) Media (De)	p intragrupo
(A) Forma Ultradent	3.5 (0.76) ^{Aa}	4.41 (0.64) ^{Ab}	5.53 (6.17) ^{Ac}	6.17 (0.69) ^{Ad}	0.001***
(B) 3M Filtek Z350 XT	3.57 (0.75) ^{Aa}	4.74 (0.6) ^{Ab}	6.31 (0.84) ^{Ac}	6.95 (0.82) ^{Ad}	0.001***
(C) IPS Empress Direct	6.11 (1.23) ^{Ba}	8.06 (1.54) ^{Bb}	10.06 (2.03) ^{Bc}	10.27 (1.93) ^{Bc}	0.001***
P entregrupos	0.001*	0.001*	0.001*	0.001*	

*Prueba ANOVA.

Diferencias por grupos de acuerdo a cada intervención de medida, estadísticamente significativas. Prueba estadística Post Hoc. Letras en mayúscula indican comparaciones entregrupos para cada columna

T1: AB (0.832)**; AC (0.001)**; BC (0.001)**

T2: AB (0.388)**; AC (0.001)**; BC (0.001)**

T3: AB (0.112)**; AC (0.001)**; BC (0.001)**

Letras en minúscula indican comparaciones intragrupo para cada fila.

***Prueba de medidas repetidas.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó la estabilidad cromática de tres resinas expuestas al humo del cigarrillo, observándose un incremento progresivo de los valores de ΔE conforme fue aumentó el tiempo de exposición. Este comportamiento evidencia que la interacción continua

con los compuestos del humo principalmente el alquitrán y otras sustancias producen una alteración gradual en las propiedades ópticas de los materiales. Los resultados obtenidos confirman la hipótesis inicial del estudio coincidiendo con lo reportado en investigaciones previas, donde la exposición origina cambios de color clínicamente perceptibles.

De acuerdo con los valores de ΔE registrados, varias muestras superaron el umbral de aceptabilidad clínica ($\Delta E > 3.3$), por lo que la pigmentación sería perceptible en condiciones clínicas. Estos hallazgos coinciden con Román et al.⁷ quienes observaron que la interacción prolongada entre las resinas y el humo del cigarrillo genera alteraciones superficiales microscópicas que promueven la absorción de colorantes, sobre la susceptibilidad de las resinas compuestas al pigmento y la necesidad de controlar su estabilidad de color en restauraciones estéticas. (1)

Estos resultados obtenidos concuerdan con estudios experimentales que evidencian un incremento progresivo de los valores de ΔE tras la exposición al humo de cigarrillo o a sus extractos, evidenciando un efecto acumulativo a lo largo del tiempo. (3,4) El mecanismo más aceptado señala que el depósito superficial de compuestos como el alquitrán y la nicotina, junto con una limitada difusión de estos hacia la matriz orgánica, favorece el oscurecimiento del material y las alteraciones en el tono observadas clínicamente. (3-5)

Asimismo, la calidad del acabado y pulido de la superficie de la resina influye directamente en la retención de pigmentos, en cambio un pulido fino y con mantenimientos periódicos ayudan a mantener o desacelerar el ΔE dentro de los límites clínicamente aceptables. (3,4) Sin embargo, Zhao et al. (27) concluyeron que la rugosidad superficial de las resinas compuestas no se vio afectada significativamente por la exposición al humo de cigarrillo ni al aerosol, lo que sugiere que la pigmentación podría deberse más al depósito químico de compuestos del tabaco que a alteraciones físicas de la superficie. De acuerdo con Mathías et al.⁸ las superficies de las resinas compuestas deberían ser pulidas con frecuencia para reducir la tinción por tabaco.

En el análisis de los ejes cromáticos, todos los grupos mostraron una disminución en el valor del parámetro L^* , lo que evidencia que la exposición al humo del cigarrillo provocó una reducción en la luminosidad, lo que indica un oscurecimiento de las muestras. Este hallazgo coincide con lo reportado por Mathías et al. (8) quienes observaron que la exposición al humo

del cigarrillo disminuía significativamente la luminosidad de los especímenes elaborados con resina compuesta.

En relación con las diferencias observadas entre materiales, estas pueden atribuirse a su composición orgánica e inorgánica. La matriz de las resinas está conformada por monómeros como Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA y PEGDMA que difieren en viscosidad, grado de conversión y afinidad al agua. (45) La matriz orgánica de la resina Filtek z350 XT (3M ESPE) está conformada por una combinación de monómeros que equilibran la resistencia mecánica, la estabilidad química y la manipulación clínica. El Bis-GMA aporta rigidez estructural y baja contracción, aunque su alta viscosidad limita la conversión del polímero, por lo que se combina con otros monómeros de menor peso molecular. (46,47) El Bis-EMA químicamente similar al Bis-GMA, pero con menor contenido de grupos hidroxilo, mejora la fluidez y reduce la absorción de agua y la pigmentación superficial. (48) El UDMA contribuye a aumentar la resistencia a la fractura y a mejorar el grado de conversión, gracias a su menor viscosidad y mayor flexibilidad molecular. (49) El TEGDMA actúa como agente diluyente, favoreciendo la polimerización y reduciendo la viscosidad, aunque su presencia puede incrementar la sorción de agua y la susceptibilidad a la degradación hidrolítica. (50,51) Finalmente, el PEGDMA mejora la compatibilidad entre monómeros y optimiza la distribución de tensiones, aunque también puede aumentar la permeabilidad al agua si se encuentra en exceso. (52) Esta combinación equilibrada de estos monómeros permite obtener en la Z350 XT permite obtener un material con buenas propiedades ópticas, alta dureza superficial y estabilidad cromática frente a agentes pigmentantes como el humo del cigarrillo. (53)

Por otro lado, la resina Forma (Ultradent) incorpora una matriz orgánica compuesta por los monómeros Bis-GMA, UDMA, TEGDMA y Bis-EMA, diseñados para equilibrar rendimiento clínico y estabilidad cromática. (46,48-51) En conjunto, esta combinación de monómeros le otorga a la resina Forma-Ultradent una red polimérica más resistente a la adsorción de pigmentos frente a agentes como el humo del cigarrillo, lo que explicaría su comportamiento favorable en pruebas comparativas de estabilidad de color. Finalmente, la resina IPS Empress Direct combina una matriz orgánica basada en los monómeros Bis-GMA, UDMA y DCP, junto con una fase inorgánica compuesta por vidrio de bario, óxido mixto de silicio-zirconio (Si-Zr) y vidrio de fluorosilicato de bario y aluminio. Esta formulación busca

optimizar tanto las propiedades ópticas como la resistencia mecánica y la radiopacidad del material. (54)

En cuanto a la fase inorgánica se ha determinado que el vidrio de bario aporta radiopacidad y refuerzo mecánico, sin embargo, varios trabajos han mostrado que los composites con cargas de vidrio bario presentan mayor absorción de agua y una pérdida de propiedades mecánicas tras inmersión, particularmente cuando las partículas son de menor tamaño. (55,56) Por su parte, los óxidos mixtos tipo Si-Zr han demostrado mejorar la dispersión de la luz, la dureza superficial y la estabilidad del pulido, contribuyendo a un mejor acabado estético. (37,38) Finalmente, los vidrios fluorosilicatados son capaces de liberar y recargar fluoruro mediante reacciones entre la fase vítrea y la matriz ácida, lo que confiere tanto radiopacidad como liberación de iones de flúor, esta liberación iónica y el cambio en la composición/fase vítrea pueden alterar las propiedades ópticas, (59) favoreciendo la retención de pigmentos en presencia de agentes cromógenos como los compuestos del humo del cigarrillo.

De manera concordante, Da Silva et al. (60) demostraron que las resinas compuestas con liberación de flúor presentan mayores cambios de color y una reducción más marcada de la microdureza que las resinas sin flúor, tras su exposición a soluciones pigmentantes y ciclos de cepillado. Estos hallazgos evidencian que la composición del material influye directamente en su estabilidad estética y desempeño clínico.

Adicionalmente, los rellenos de las resinas compuestas pueden experimentar microalteraciones superficiales debido a fenómenos de absorción de agua, desgaste y degradación de la interfaz matriz, lo cual afecta la reflexión de la luz y ocasiona cambios visibles en la percepción del color. (61) Específicamente, los vidrios fluorosilicatados de bario y aluminio como aquellos presentes en sistemas de liberación de flúor tienen una fase inorgánica ionizable bajo condiciones de humedad o agentes contaminantes, lo que puede generar liberación de iones y modificar localmente el índice de refracción del material y la distribución óptica de la luz. (62,63) En consecuencia, aunque dichos vidrios contribuyen positivamente a la estética del material al conferir radiopacidad y funcionalidad anti caries, podrían también facilitar la retención de compuestos cromógenos del humo del cigarrillo debido a una superficie más rugosa o cargada iónicamente, promoviendo pigmentación con el tiempo.

De acuerdo con Gonulol et al. (64) los composites con rellenos con iones que liberan flúor, como los giomers, presentan una sorción de agua más alta y una tendencia a la disminución de la microdureza superficial por disolución de los rellenos. (65) En consecuencia, el material se vuelve más propenso al depósito de pigmentos exógenos, lo que explicaría el mayor ΔE observado en la IPS Empress Direct en comparación con las otras resinas, en concordancia con nuestros resultados.

Cabe señalar que es posible encontrar variaciones leves entre especímenes debido a diferencias en el acabado, espesor, grado de conversión o fotocurado, así como a la propia variabilidad de la medición espectrofotométrica. Estas condiciones pueden influir en la retención de pigmentos y explicar por qué algunos valores de ΔE permanecen cercanos al umbral de perceptibilidad, tal como señalan estudios previos sobre estabilidad de color y rugosidad frente a agentes pigmentantes. (1,3,6,7)

Finalmente, entre las limitaciones del estudio, al ser un modelo in vitro, no se replicaron factores clínicos como el flujo salival, la acción enzimática, el pH variable ni la fricción del cepillado, los cuales podrían influir en la estabilidad del color. Además, el método manual de exposición al humo, pese a su estandarización, pudo generar leves variaciones en la cantidad y densidad del mismo. Por ello, se recomienda realizar investigaciones con protocolos de simulación más realistas y estudios clínicos longitudinales que confirmen estos resultados en condiciones orales.

CONCLUSIÓN

1. La comparación de la estabilidad de color de las tres resinas nanohíbridas expuestas al humo del cigarrillo evidenció diferencias significativas, siendo la resina IPD Empress Direct la que presentó menor estabilidad cromática.

2. La resina Forma - Ultradent mostró los valores más bajos de ΔE durante todo el periodo de evaluación (7, 14, 21 y 28 días), sus variaciones cromáticas fueron las menos pronunciadas en cada intervalo de tiempo,
3. La resina 3M™ Filtek™ Z350 XT presentó un comportamiento intermedio, con valores moderados de ΔE frente al humo del cigarrillo.
4. La resina IPS Empress Direct fue la más susceptible a la pigmentación, alcanzando los valores más elevados de ΔE desde los primeros periodos de exposición, lo que indica menor resistencia al oscurecimiento inducido por el humo.

SUGERENCIAS

1. Se recomienda realizar estudios clínicos longitudinales, con el fin de verificar si los cambios de color observados en condiciones in vitro se reproducen realmente en la cavidad oral, donde intervienen múltiples factores biológicos y mecánicos.

2. Se sugiere ampliar la evaluación a otros tipos de resinas o materiales estéticos, ya que comparar diferentes composiciones podría aportar evidencia adicional sobre cuáles presentan mejor estabilidad cromática frente al humo del cigarrillo.

3. Se sugiere la realización de ensayos de rugosidad superficial, debido a que un incremento en este parámetro favorece la adhesión y retención de agentes cromógenos. La evaluación conjunta de rugosidad y estabilidad de color permitiría explicar con mayor precisión las diferencias observadas entre los distintos materiales evaluados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García Gargallo M, Martínez Vázquez de Parga JA, Celemín Viñuela A. Propiedades estéticas de las resinas compuestas. Rev Int Prótesis Estomatol. 2010;13(1):11-22.

2. World Health Organization. Tobacco [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021 [cited 2025 Feb 28]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/tobacco>
3. Alvim G, Paiva G, Alandia-Román C, Lepri C, De Castro D. Effect of conventional and rolled cigarette smoke on the colour of artificial teeth and effectiveness of hygiene protocols in removing pigmentation-An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research*. 2022 Oct 1;33(4):419–24.
4. Mathias P, Rossi TA, Cavalcanti AN, Lima MJ, Fontes CM, Nogueira-Filho Gda R. El humo del cigarrillo combinado con bebidas manchantes disminuye la luminosidad y aumenta la pigmentación en las restauraciones de resina compuesta. *Compend Contin Educ Dent*. marzo de 2011; 32(2):66-70. PMID: 21473302.
5. Karanjkar RR, Preshaw PM, Ellis JS, Holliday R. Efecto del tabaco y la nicotina en la causa de manchas de tejidos duros dentales y materiales dentales: una revisión sistemática y metanálisis. *Clin Exp Dent Res*. 2023 Feb; 9(1):150-164. DOI: 10.1002/CRE2.683. Epub 13 de noviembre de 2022. PMID: 36372903; PMCID: 9932248.
6. Hamdy TM, Abdelnabi A, Othman MS, Bayoumi RE, Abdelraouf RM. Efecto de diferentes enjuagues bucales en la superficie Microdureza y estabilidad del color del compuesto de resina nanohíbrida dental. *Polímeros (Basilea)*. 6 de febrero de 2023; 15(4):815. doi: 10.3390/polym15040815. PMID: 36850099; PMCID: PMC9961015.
7. Alandia-Roman CC, Cruvinel DR, Sousa AB, Pires-de-Souza FC, Panzeri H. Efecto del humo del cigarrillo en la estabilidad del color y la rugosidad de la superficie de los composites dentales. *J Dent*. Agosto de 2013; 41 Supl. 3:e73-9. doi: 10.1016/j.jdent.2012.12.004. Epub 25 de diciembre de 2012. PMID: 23270748.
8. Arana-Correa BE, Arana-Gordillo LA, Hurtado D, Quiceno Bravo I, Villegas Giraldo D, Sepúlveda-Navarro WF. Cambios en rugosidad de resinas compuestas extraclaras expuestas al humo de cigarrillo. *Arch Venez Farmacol Ter*. 2019;38(4). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55964256015>
9. Mathias P, Costa L, Saraiva LO, Rossi TA, Cavalcanti AN, da Rocha Nogueira-Filho G. Caracterización de la textura morfológica aliada al humo del cigarrillo para aumentar la pigmentación en restauraciones de resina compuesta. *J Esthet Restor Dent*. Agosto de 2010; 22(4):252-9. doi: 10-1111/j.1708-8240.2010.00347.x. PMID: 20690954.
10. Alkhatib MN, Holt RD, Bedi R. Tabaquismo y decoloración de los dientes: hallazgos de un estudio transversal nacional. *BMC Salud Pública*. 24 de marzo de 2005; 5:27. doi: 10.1186/1471-2458-5-27. PMID: 15790389; PMCID: PMC1079878.
11. da Silva TM, da Silva NY, Gonçalves LL, Alves LP, Fernandes AU, Gonçalves SEP. Staining Beverages and Cigarette Smoke on Composite Resin and Human Tooth Fluorescence by Direct Spectrometry. *J Contemp Dent Pract*. 2017 May 1;18(5):352-357. doi: 10.5005/jp-journals-10024-2045. PMID: 28512271.
12. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater*. 2011 Jan;27(1):29-38. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.020. Epub 2010 Nov 18. PMID: 21093034.
13. Rueggeberg FA. Estado de la tecnología: fotocurado dental: una reseña. *Dent Mater*. enero de 2011; 27(1):39-52. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.021. Epub 30 de noviembre de 2010. PMID: 21122903.

14. Ilie N, Hickel R. Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clin Oral Investig.* 2009 Dec;13(4):427-38. doi: 10.1007/s00784-009-0258-4. Epub 2009 Feb 26. Erratum in: *Clin Oral Investig.* 2009 Dec;13(4):485-7. PMID: 19242739.
15. Thomaidis S, Kakaboura A, Mueller WD, Zinelis S. Propiedades mecánicas de las resinas compuestas contemporáneas y sus interrelaciones. *Dent Mater.* agosto de 2013; 29(8):e132-41. doi: 10.1016/j.dental.2013.04.025. Epub 19 de junio de 2013. PMID: 23790281.
16. Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties of new composite restorative materials. *J Biomed Mater Res.* 2000;53(4):353-61. doi: 10.1002/1097-4636(2000)53:4<353::aid-jbm9>3.0.co;2-b. PMID: 10898876.
17. Zhang, X.; Zhang, Q.; Meng, X.; Ye, Y.; Feng, D.; Xue, J.; Wang, H.; Huang, H.; Wang, M.; Wang, J. Rheological and Mechanical Properties of Resin-Based Materials Applied in Dental Restorations. *Polymers* 2021, 13, 2975. <https://doi.org/10.3390/polym13172975>
18. Yu, H.; Yao, J.; Du, Z.; Guo, J.; Lei, W. Comparative Evaluation of Mechanical Properties and Color Stability of Dental Resin Composites for Chairside Provisional Restorations. *Polymers* 2024, 16, 2089. <https://doi.org/10.3390/polym16142089>
19. Ruiz JM, Ceballos L, Fuentes MV, Osorio R, Toledano M, García-Godoy F. Propiedades mecánicas de resinas compuestas modificadas o no con poliácidos. *Av Odontostomatol [Internet]*. 2003 Dic [citado 2025 Nov 26] ; 19(6): 291-297. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852003000600005&lng=es.
20. Sideridou I, Achilias DS, Kyrikou E. Características de expansión térmica de resinas dentales curadas a la luz y compuestos de resina. *Biomateriales.* julio de 2004; 25(15):3087-97. doi: 10.1016/j.biomaterials.2003.09.078. PMID: 14967543.
21. Alnazzawi A, Watts DC. Determinación simultánea de la contracción por polimerización, exotermia y coeficiente de expansión térmica para resina dental compuesta de resina. *Dent Mater.* diciembre de 2012; 28(12):1240-9. doi: 10.1016/j.dental.2012.09.004. Epub 25 de septiembre de 2012. PMID: 23018083.
22. Schweikl H, Spagnuolo G, Schmalz G. Genetic and cellular toxicology of dental resin monomers. *J Dent Res.* 2006 Oct;85(10):870-7. doi: 10.1177/154405910608501001. PMID: 16998124.
23. Price RB, Ferracane JL, Shortall AC. Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. *J Dent Res.* 2015 Sep;94(9):1179-86. doi: 10.1177/0022034515594786. Epub 2015 Jul 8. PMID: 26156516.
24. Paravina RD, Westland S, Imai FH, Kimura M, Powers JM. Evaluation of blending effect of composites related to restoration size. *Dent Mater.* 2006 Apr;22(4):299-307. doi: 10.1016/j.dental.2005.04.022. Epub 2005 Aug 8. PMID: 16085303.
25. Schweikl H, Spagnuolo G, Schmalz G. Genetic and cellular toxicology of dental resin monomers. *J Dent Res.* 2006 Oct;85(10):870-7. doi: 10.1177/154405910608501001. PMID: 16998124.
26. Ertas E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. Estabilidad de color de compuestos de resina tras la inmersión en diferentes bebidas. *Dent Mater J.* junio 2006; 25(2):371-6. PMID: 16916243.
27. Zhao X, Zanetti F, Majeed S, Pan J, Malmstrom H, Peitsch MC, Hoeng J, Ren Y. Effects of cigarette smoking on color stability of dental resin composites. *Am J Dent.* 2017 Dec;30(6):316-322. PMID: 29251454.

28. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (US) Office on Smoking and Health. The Health Consequences of Smoking—50 Years of Progress: A Report of the Surgeon General. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention (US); 2014. PMID: 24455788.
29. Ertaş E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J*. 2006 Jun;25(2):371-6. PMID: 16916243.
30. Paravina RD, Pérez MM, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent*. 2019 Mar;31(2):103-112. doi: 10.1111/jerd.12465. Epub 2019 Mar 20. PMID: 30891913.
31. Sabatini C, Campillo M, Aref J. Estabilidad de color de diez materiales restaurativos a base de resina. *J Esthet Restor Dent*. junio de 2012; 24(3):185-99. doi: 10.1111/j.1708-8240.2011.00442.x. Epub 10 de junio de 2011. PMID: 22691080.
32. Ruyter IE, Nilner K, Möller B. Resin composite discoloration: evaluation of polishing methods, surface condition, and matrix composition. *J Dent Biomater*. 2016;3(1):177–185. Disponible en: https://applications.emro.who.int/imemrf/J_Dent_Biomater/J_Dent_Biomater_2016_3_1_177_185.pdf
33. Ultradent Products Inc. VALO Grand Instructions for Use [Internet]. South Jordan (UT): Ultradent;2018. Disponible en: <https://optident.co.uk/app/uploads/2018/03/VALO-Grand-Instructions-For-Use-1.pdf>
34. Esmaeili B, Safarcherati H, Vaezi A. Hardness Evaluation of Composite Resins Cured with QTH and LED. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2014 Winter;8(1):40-4. doi: 10.5681/joddd.2014.007. Epub 2014 Mar 5. PMID: 25024838; PMCID: PMC4091698.
35. 3M. 3M™ Sof-Lex™ Diamond Polishing System: Technical Data Sheet. 3M; Disponible en: 3M. Sof-Lex Diamond Polishing System Technical Data Sheet, página 6: “Both wheels are used with a slow-speed handpiece operating within 15,000-20,000 rpm
36. Allcahuaman-Avalos R, Medina-Sánchez R, Castro-Ramírez L, Ladera-Castañeda M, Cervantes-Ganoza L, Martínez-Campos R, Solís-Dante F, Aliaga-Mariñas A, Verástegui-Sandoval A, Cayo-Rojas C. Evaluación in vitro de la estabilidad del color de tres compuestos de resina nanohíbrida pulidos y sin pulir sumergidos en un enjuague bucal a base de clorhexidina al 0,12% en diferentes momentos.
37. Patil SS, M R D, Gujjari AK. Effect of cigarette smoke on acrylic resin teeth. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*. 2013 Sep;7(9):2056-2059. DOI: 10.7860/jcdr/2013/6086.3404. PMID: 24179942; PMCID: PMC3809681
38. Knezović D, Zlatarić D, Illeš IŽ, Alajbeg M, Žagar. In Vivo and in Vitro Evaluations of Repeatability and Accuracy of VITA Easyshade® Advance 4.0 Dental Shade-Matching Device. *Acta Stomatol Croat*. 2015 Jun;49(2):112-8. doi: 10.15644/asc49/2/4. PMID: 27688393; PMCID: PMC4988825.
39. Coresta recommended method N° 22 Routine analytical cigarette-smoking machine Specifications, definitions and standard conditions (August 1991).
40. ISO. Dental materials — Determination of colour stability. 2nd ed. ISO 7491:2000. Geneva: International Organization for Standardization; 2000. Available from: chrome-

- extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://cdn.standards.iteh.ai/samples/26857/b6e8deee4b814cfcabb6249d1b5af8fd/ISO-7491-2000.pdf
41. International Organization for Standardization. ISO 4049:2019 Dentistry — Polymer-based restorative materials. 5th ed. Geneva: ISO; 2019. Available from: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://cdn.standards.iteh.ai/samples/67596/66dff80a23e94f87844dd3990fe7f440/ISO-4049-2019.pdf
 42. Singh G, Agarwal A, Lahori M. Effect of cigarette smoke on the surface roughness of two different denture base materials: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2019 Jan-Mar;19(1):42-48. doi: 10.4103/jips.jips_82_18. PMID: 30745753; PMCID: PMC6340078.
 43. Londoño Pérez C, Rodríguez Rodríguez I, Gantiva Díaz CA. Cuestionario para la clasificación de consumidores de cigarrillo (C4) para jóvenes. *Diversitas Perspect Psicol.* 2011;7(2):281-291.
 44. Krithikadatta J, Gopikrishna V, Datta M. CRIS Guidelines (Checklist for Reporting In-vitro Studies): A concept note on the need for standardized guidelines for improving quality and transparency in reporting in-vitro studies in experimental dental research. *J Conserv Dent.* 2014;17(4):301-304. PMID: 25125839
 45. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Estudio de la sorción de agua, solubilidad y módulo de elasticidad de resinas dentales a base de dimetacrilato fotopolimerizables. *Biomateriales.* Febrero de 2003; 24(4):655-65. doi: 10.1016/s0142-9612(02)00380-0. PMID: 12437960.
 46. Borges ALS, Souza-Junior EJ, Catelan A, Ambrosano GMB, Aguiar FHB, Lima DANL. Characterization of monomer systems used in resin composites: influence on color stability and degree of conversion. *Dent Mater J.* 2021;40(4):958–65.
 47. Pala K, Tekçe N, Tuncer S, Serim ME, Demirci M. Evaluación de la dureza superficial, rugosidad, brillo y color de los composites después de diferentes tratamientos de acabado/pulido y termociclado utilizando un enfoque multitécnica. *Dent Mater J.* 2016; 35(2):278-89. DOI: 10.4012/DMJ.2015-260. PMID: 27041019.
 48. Huang W, Ren L, Cheng Y, Xu M, Luo W, Zhan D, Sano H, Fu J. Evaluación de la estabilidad del color, la sorción de agua y la solubilidad de los compuestos de resina actuales. *Materiales (Basilea).* 27 de septiembre de 2022; 15(19):6710. doi: 10.3390/ma15196710. PMID: 36234048; PMCID: PMC9572228.
 49. Szczesio-Włodarczyk A, Domarecka M, Kopacz K, Sokolowski J, Bociong K. Una evaluación de las propiedades de las resinas dentales a base de dimetacrilato de uretano. *Materiales (Basilea).* 21 de mayo de 2021; 14(11):2727. doi: 10.3390/ma14112727. PMID: 34064213; PMCID: PMC8196897.
 50. Alshali RZ, Salim NA, Satterthwaite JD, Silikas N. Sorción y solubilidad a largo plazo de compuestos de resina convencionales y de relleno a granel en agua y saliva artificial. *J Dent.* Diciembre de 2015; 43(12):1511-8. doi: 10.1016/j.jdent.2015.10.001. Epub 9 de octubre de 2015. PMID: 26455541.
 51. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Cinética de expansión higroscópica de resinas-composites dentales. *Dent Mater.* Febrero de 2014; 30(2):143-8. doi: 10.1016/j.dental.2013.10.010. Epub 20 de noviembre de 2013. PMID: 24268572.
 52. Duan L, Zhai X, Wang Y, et al. Síntesis de microesferas porosas de PEGDMA mediante polimerización en suspensión y el efecto de diferentes porógenos sobre la estructura porosa. DOI:10.1016/j.msec.2025.114563.

53. Sayed M, Jain S, Jain M, Kubaisi KR, Alhazmi MA, Kamli EA, Aggarwal A. Efecto del humo del cigarrillo sobre la estabilidad del color y la rugosidad de la superficie de diferentes materiales de revestimiento de dentaduras postizas blandas. Un estudio in vitro. *Am J Dent.* junio de 2021; 34(3):132-136. PMID: 34143582.
54. Ivoclar Vivadent AG. IPS Empress Direct: Scientific documentation. Schaan, Liechtenstein: Ivoclar Vivadent AG; 2023. Disponible en: <https://www.ivoclar.com>
55. Tarumi H, Torii M, Tsuchitani Y. Relación entre el tamaño de partícula del relleno de vidrio de bario y la sorción de agua de resina compuesta fotopolimerizable. *Dent Mater.* J., junio de 1995; 14(1):37-44. doi: 10.4012/dmj.14.37. PMID: 8940544.
56. Gul P, Çağlayan F, Akgul N, Akgul HM. Comparación de radiopacidad de diferentes resinas compuestas. *J Conserv Dent.* 2017 enero-febrero; 20(1):17-20. doi: 10.4103/0972-0707.209071. PMID: 28761247; PMCID: PMC5514803.
57. Guo G, Fan Y, Zhang JF, Hagan JL, Xu X. Novel dental composites reinforced with zirconia-silica ceramic nanofibers. *Dent Mater.* 2012 Apr;28(4):360-8. doi: 10.1016/j.dental.2011.11.006. Epub 2011 Dec 6. PMID: 22153326; PMCID: PMC3299838.
58. Dai, S., Chen, Y., Yang, J., He, F., Chen, C., & Xie, H. (2019). Surface Treatment Of Nanozirconia Fillers To Strengthen Dental Bisphenol A-Glycidyl Methacrylate-Based Resin Composites. *International journal of nanomedicine*, 14, 9185–9197. <https://doi.org/10.2147/IJN.S223392>
59. Itota T, Carrick TE, Yoshiyama M, McCabe JF. Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater.* 2004 Nov;20(9):789-95. doi: 10.1016/j.dental.2003.11.009. PMID: 15451233.
60. Mara da Silva T, Barbosa Dantas DC, Franco TT, Franco LT, Rocha Lima Huhtala MF. Surface degradation of composite resins under staining and brushing challenges. *J Dent Sci.* 2019 Mar;14(1):87-92. doi: 10.1016/j.jds.2018.11.005. Epub 2018 Dec 7. PMID: 30988884; PMCID: PMC6445979.
61. Ruivo MA, Pacheco RR, Sebold M, Giannini M. Caracterización de la rugosidad superficial y las partículas de relleno de compuestos a base de resina. *Microsc Res Tech.* Octubre de 2019; 82(10):1756-1767. doi: 10.1002/jemt.23342. Epub 16 de julio de 2019. PMID: 31313442.
62. Rusnac ME, Prodan D, Cuc S, Petean I, Prejmerean C, Gasparik C, Ducea D, Moldovan M. Water Sorption and Solubility of Flowable Giomers. *Materials (Basel).* 2021 May 5;14(9):2399. doi: 10.3390/ma14092399. PMID: 34063032; PMCID: PMC8124910.
63. Rhaif AA, Ismail HS, Ahmed Enab TA, Zaghloul NM. Effect of erosive solutions and thermal cycling on the surface properties of universal injectable and regular consistency resin composites. *BMC Oral Health.* 2025 Oct 2;25(1):1509. doi: 10.1186/s12903-025-06950-y. PMID: 41039352; PMCID: PMC12490116.
64. Gonulol N, Ozer S, Sen Tunc E. Water Sorption, Solubility, and Color Stability of Giomer Restoratives. *J Esthet Restor Dent.* 2015 Sep-Oct;27(5):300-6. doi: 10.1111/jerd.12119. Epub 2014 Aug 21. PMID: 25145876.
65. Naoum S, Ellakwa A, Martin F, Swain M. Fluoride release, recharge and mechanical property stability of various fluoride-containing resin composites. *Oper Dent.* 2011 Jul-Aug;36(4):422-32. doi: 10.2341/10-414-L. Epub 2011 Aug 5. PMID: 21819201.

ANEXOS 01

Se determino el tamaño de la muestra con una herramienta que permito realizar estudios que incluyan análisis de variables como el tamaño del efecto, nivel de significancia, el

tamaño de la muestra, este tipo de análisis es conocido como G*Power, un software de uno libre. **Figura 1**

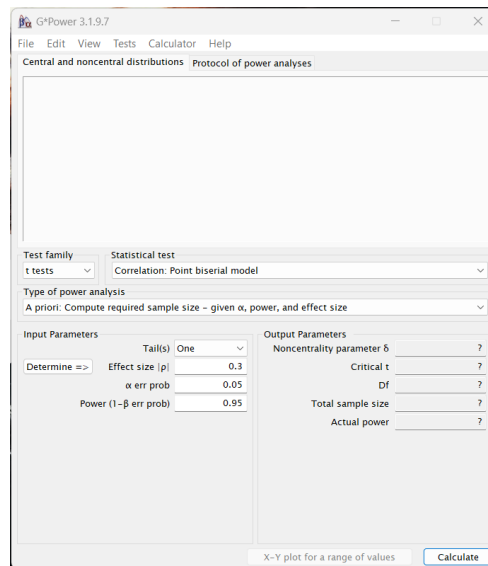


Figura 1. G*Power

Se empleó la prueba estadística F tests, específicamente un ANOVA con medidas repetidas. Se consideró un tamaño del efecto de $f = 0.2526$ (correspondiente a un Partial η^2 de 0.06, indicando un efecto moderado), un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0.05$), y una potencia estadística del 80%, ($1 - \beta = 0.8$), obteniendo una muestra de 30 especímenes. Considerando 3 grupos y 4 mediciones por grupo, con una correlación entre medidas repetidas de 0.5 y una corrección de esfericidad $\epsilon=1$. **Figura 2**

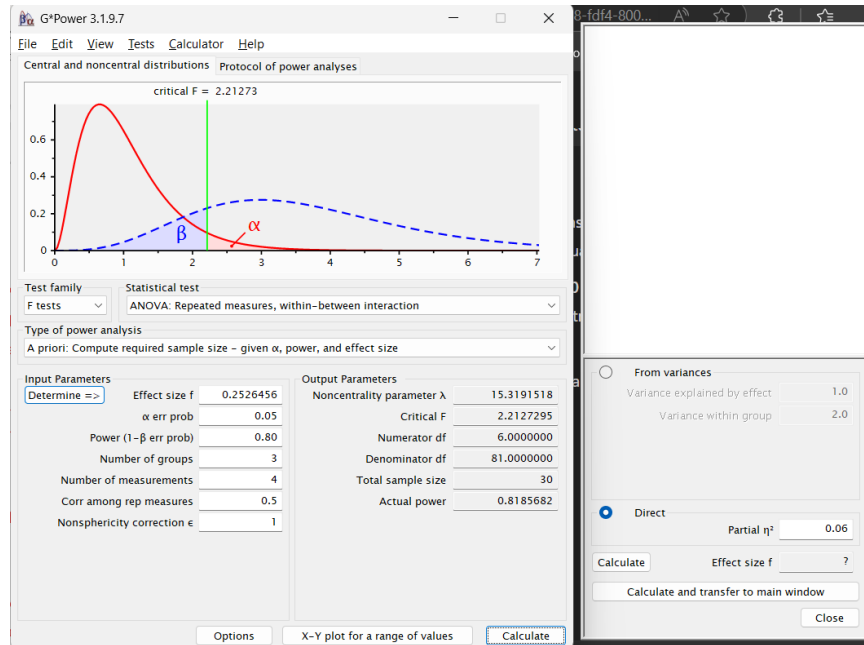


Figura 2. G*Power

Se cambio el tamaño de la muestra de 30 a 45 especímenes, obteniendo una potencia estadística del 95.96%, este cambio garantizo una mayor probabilidad de detectar diferencias significativas, lo que significa que el riesgo de error tipo II es de 4.05%.

Figura 3

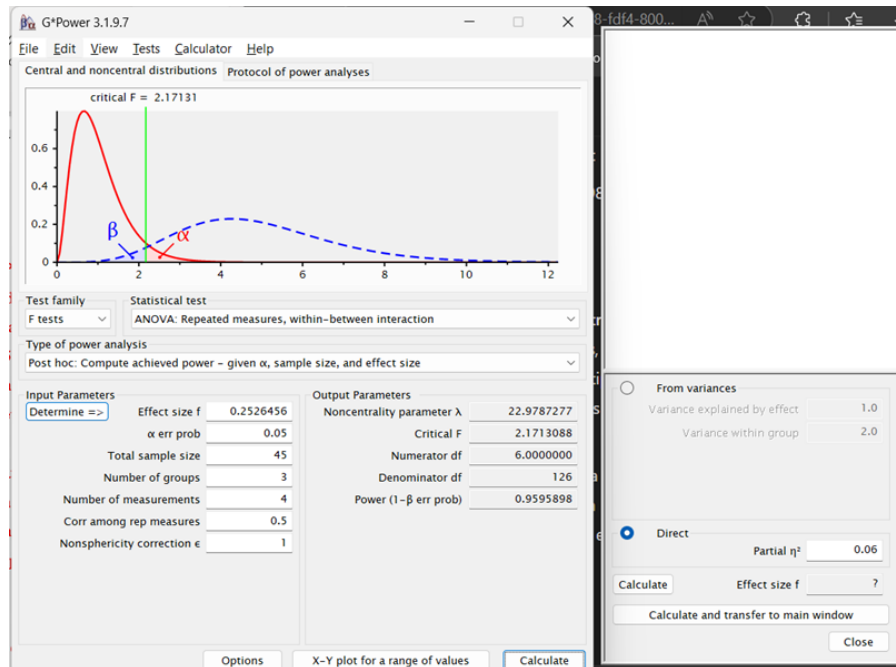


Figura 3. G*Power

ANEXOS 02
(OPERACIONALIZACION DE VARIABLES)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo de variable	Escala de medición	Valor final
Resinas	Materiales compuestos usados en odontología que contienen una mezcla de partículas de tamaño nanométrico y otras partículas de mayor tamaño.	Materiales dentales compuestos utilizados en el estudio.	Según marca	Cualitativa/politómica	Nominal	1 = Forma - Ultradent 2 = 3M™ Filtek™ Z350 XT 3 = IPS Empress Direct – Ivoclar Vivadent
Estabilidad de color	Capacidad de un material para mantener su color original sin experimentar cambios perceptibles a lo largo del tiempo.	Factor esencial que determina la calidad y durabilidad de materiales en diversas aplicaciones, asegurando que mantengan su apariencia a lo largo del tiempo y bajo diferentes condiciones.	CIEDE200 0	Cuantitativa	Razón	- ΔL^* - Δa^* - Δb^* - ΔE^*
Tiempo de exposición al humo del cigarrillo	Tiempo durante el cual las resinas se exponen al humo del cigarrillo.	Un intervalo cuantificable y medible que se utilizara para especificar la duración de un evento, proceso o conjunto de observaciones, expresado en unidades de tiempo como segundos, minutos, horas, días, semanas, meses o años.	Tiempo registrable	Cualitativa	Nominal	T0: 1 día T1: 7 días T2: 14 días T3: 21 días T4: 28 días

ANEXO 03
(PRUEBAS DE NORMALIDAD SPSS 27)

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DE 7 Días	0.161	15	0.200*	0.936	15	0.335
DE 14 Días	0.240	15	0.020	0.900	15	0.096
DE 21 Días	0.143	15	0.200*	0.939	15	0.365
DE 28 Días	0.105	15	0.200*	0.964	15	0.754

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

a. GRUPO = Forma Ultradend

b. Corrección de significación de Lilliefors

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DE 7 Días	0.135	15	0.200*	0.968	15	0.828
DE 14 Días	0.162	15	0.200*	0.943	15	0.420
DE 21 Días	0.125	15	0.200*	0.986	15	0.994
DE 28 Días	0.150	15	0.200*	0.938	15	0.354

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

a. GRUPO = 3M™ Filtek™ Z350 XT

b. Corrección de significación de Lilliefors

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DE 7 Días	0.113	15	0.200*	0.957	15	0.648
DE 14 Días	0.177	15	0.200*	0.918	15	0.177
DE 21 Días	0.127	15	0.200*	0.937	15	0.351
DE 28 Días	0.152	15	0.200*	0.934	15	0.313

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

a. GRUPO = IPS Empress Direct – Ivoclar Vivadent

b. Corrección de significación de Lilliefors

ANEXO 04
(REGISTRO DE DATOS EN EXCEL)

RESINAS	ID	ID por grupo	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Forma-Ultradent	1	1	80	-1	15.3	77.9	0.2	17.6	77.3	1.13	16.56	76.6	1.13	18.4	76	1.43	20.53
	2	1	81.5	-1.2	16.5	76.7	0.9	19.8	75.8	0.9	18.36	74.8	1.2	20.93	73.46	1.5	21.96
	3	1	82.6	-1.1	16.4	79.7	0.3	18.7	78.13	0.8	17.16	77.23	1.3	19.4	76.8	1.3	19.76
	4	1	79.9	-1.2	16.1	76.6	0.5	19.3	76.36	0.7	20.16	74.2	1.06	21.53	72.56	1.46	23.33
	5	1	80.8	-1.1	17.1	78.1	0.5	18.5	76.43	1.15	18.9	74.7	1.6	19.23	74.23	1.7	21.16
	6	1	81	-1.3	16.7	77.6	0.3	18.9	77.1	0.9	19.2	75.33	1.63	19.53	73.8	2.23	21.3
	7	1	80.9	-1.1	15.8	77.2	0.4	20	76.9	0.8	20.3	76	1.1	21.46	74.96	1.4	22.83
	8	1	81.8	-1	15.8	76.3	1.2	20.5	75.63	1.6	20.5	74.83	2.1	19.7	75.53	1.96	19.9
	9	1	81.7	-1.3	16.7	77.3	0.5	20.7	76.26	1	21.13	76.16	1.16	21.33	75.56	1.5	22.6
	10	1	82.4	-1.3	16.8	78.6	0.3	18	77.66	1.1	18.36	76.33	1.66	18.76	75.8	1.63	19.9
	11	1	84	-1.3	17	80.7	0	18.7	79.06	0.6	19.03	77.76	1.53	19.56	76.2	1.66	21.93
	12	1	82.7	-1.4	17.1	78.9	0.4	19.6	76.66	1.2	20.26	75.4	2	21.16	75.56	1.86	21.6
	13	1	82.2	-1.2	16.5	79.4	0.2	18.4	78.33	0.6	19.2	77.13	1.03	20.06	76.56	1.03	19.9
	14	1	81.1	-1.3	15.7	78.9	0.4	19.7	77.4	1.13	19	75.96	2.43	18.13	76.3	2.36	17.7
	15	1	83.5	-1.3	15.7	80	0.4	17.7	79.1	0.7	18.86	77.16	1.4	19.6	76.46	1.5	20.93
3M filtek Z350 XT	1	2	86.4	-1.6	14	83.1	0	17.4	82.73	0.8	14.93	79.33	1.63	18.53	78.43	1.43	18.46
	2	2	87.1	-1.9	15.1	83.6	-0.2	17.2	82.5	0.5	14.8	79.53	0.93	17.56	78.33	1.6	19.56
	3	2	86.3	-2.1	14.8	81.7	0.3	15.3	80	0.4	15.8	79.7	0.7	16.3	78.76	0.9	17.03
	4	2	85.5	-2.2	15.3	80.8	0.3	16	80.5	0.6	17.26	79	0.8	18.3	77.36	1.46	20.2
	5	2	86.1	-2	14.6	83.2	-0.6	16.6	81.9	1.13	13.5	79.03	2.1	15.03	78.13	2.13	16.93
	6	2	86.5	-1.8	13.8	81.3	0.1	19.4	80.4	0.7	17.5	80.26	1.23	14.56	79.93	1	16.26
	7	2	86.5	-1.8	14.2	83.1	-0.7	17.9	80.43	0.1	19.16	77.66	1.6	20.8	77.9	1.36	21.06
	8	2	86.6	-1.9	14.1	82.8	-0.3	18	81.56	0.5	17.9	79.76	1.1	17.33	78.76	1.53	18.56
	9	2	87.3	-2	15.1	83.5	-0.5	16.5	81.93	0.8	16	80.1	1.36	16.1	79.7	1.33	17.1
	10	2	86.6	-2	14.7	84.5	-0.6	15.7	83.73	0.2	15.6	81.6	0.7	15.8	80.83	0.7	16.33
	11	2	86.2	-1.7	13.7	83.7	-0.6	17.5	81.03	0.7	17.1	78.73	1.83	18.3	77.46	1.8	19.3
	12	2	86.1	-1.8	13.6	82.1	-0.3	16.8	81.2	0.1	17.13	79.36	0.36	17.53	78.3	0.66	17.8
	13	2	86.7	-1.9	14.4	83	-0.5	17.6	82.23	0.2	18.33	79.7	0.8	18.8	79.16	0.86	19.86
	14	2	87.1	-1.8	13.9	83.4	-0.4	16.5	82.43	0.1	16.53	81.26	0.63	17.3	80.3	0.8	18.2
	15	2	87	-1.7	14.4	83.9	-0.7	16.2	81.26	0.1	17.7	78.23	1.23	18.3	77.56	1.23	19
IPS Empress direct	1	3	84	-2.7	17.8	75.8	0.6	26.6	71.7	2.1	26.03	69.63	3.4	24.73	69.9	2.9	27.76
	2	3	82.7	-2.4	18.2	77.1	-0.1	26.7	75.83	2.3	26.7	70.8	3.46	26.96	70.33	3.36	28.46
	3	3	83.5	-2.8	18.8	77.3	0	26.5	72.93	1.9	26.4	71.5	3.23	25.9	70.23	3.16	27.26
	4	3	84	-2.8	18.3	75.9	0.6	26.9	73.03	2	27.03	70	3.36	27.7	70.06	3.33	28.9
	5	3	83.2	-2.5	18.8	78	-0.2	21.7	75.16	1.2	20.1	74.66	2	20.36	74.1	1.83	21.9
	6	3	83.9	-2.7	19.2	78.5	-0.5	23.4	76.76	1.3	23	75.06	1.63	22.8	73.83	1.3	24.7
	7	3	84.9	-2.8	18.8	77.1	0.6	27	75.83	1.1	28.33	72.66	1.8	29.06	72.23	1.83	30.76
	8	3	82.7	-2.3	18.3	75.2	1.1	23.3	74.3	0.1	23.33	73.3	2.06	23.63	72.46	1.8	24.86
	9	3	83.6	-2.6	18.2	79.5	-0.9	22.6	76.06	1.1	24.6	73.03	2.53	26.83	73.46	1.93	28.5
	10	3	82.5	-2.1	18.3	77.3	0	24.7	77.03	0.5	24.6	76.46	1.03	23.2	76.1	0.7	24.46
	11	3	83.1	-2.7	18.3	78.7	-0.6	23.4	75.33	1	23.26	74.1	1.9	22.76	73.8	1.33	25
	12	3	83.3	-2.7	19.2	76.6	0.1	27.3	72	1.5	27.46	69.96	3.43	27.66	70.03	2.96	30.16
	13	3	83.1	-2.7	19	78.6	-0.1	24.9	76.13	1.3	24.66	70.53	3.83	23.1	71.36	2.6	27
	14	3	83	0	19.5	75.8	0.7	26.5	72.9	2.4	25.53	70.1	3.63	21.26	70.16	2.66	23.73
	15	3	83.4	-2.6	18.5	77.2	0.8	20.7	76.6	1.2	22.63	73.33	2.06	25.33	72.7	1.73	27.63


ANEXO 05

(PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS)

1. REQUERIMIENTOS ADMINISTRATIVOS PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO

1.1 FORMATO A – 3 (EVALUACION DEL DOCENTE DICTAMINADOR DE PROYECTO)

Una vez finalizada la redacción del protocolo de investigación, incluyendo todo el contenido requerido y las correcciones indicadas oportunamente, y tras obtener la aprobación del docente del área de investigación, se procedió con los trámites administrativos para su ejecución. En primer lugar, el proyecto fue remitido a la Unidad de Investigación de FACSA, la cual emitió un comunicado asignando a un jurado dictaminador (Dr. Marco Sánchez Tito), responsable de la revisión del documento. Días después, el dictaminador emitió un informe solicitando la corrección de aspectos relevantes del contenido, las cuales fueron realizadas en el tiempo correspondiente y posteriormente enviadas nuevamente al jurado asignado.

	Universidad Privada de Tacna	Decanato de la FACSA	CODIGO: FACSA/UIF/UPT
	Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para grado de bachiller y título profesional		VERSIÓN: 2 HOJA: DE:

FORMATO A-3

EVALUACIÓN DEL DOCENTE DICTAMINADOR DE PROYECTO


Nombres y apellidos del docente dictaminador	Dr. Marco Antonio Sánchez Tito
Nombre y Apellido del estudiante	Hebert Ivan Chipana Chura
Fecha de entrega:	04-03-25
Fecha de evaluación:	04-03-25
Título del Proyecto:	Comparación de la estabilidad del color en tres resinas nano híbridas expuestas al humo del cigarrillo en diferentes periodos de tiempo – Estudio in vitro.

1. Aspectos de contenido

Utilice la siguiente escala para matizar su respuesta en cada una de los aspectos a evaluar sobre el proyecto:

	1	2	3	4	5
	Deficiente	Regular	Aceptable	Bueno	Excelente
Originalidad e interés del tema ¿El proyecto es de Interés para la comunidad Académica o profesional?				X	
Pertinencia y vigencia de la literatura revisada ¿Se presenta una adecuada contextualización y fundamentación del tema de estudio o revisión?				X	
Metodología, antecedentes y justificación de su uso, pertinencia (si aplica) ¿Se incluyen todos los aspectos de interés del tema de estudio o revisión?				X	
Referencias bibliográficas ¿La bibliografía revisada es actualizada y siguen las Normas de Vancouver?				X	

Figura 1. Formato A-3

	Universidad Privada de Tacna	Decanato de la FACSA	CODIGO: FACSA/UIF/UPT
	Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para grado de bachiller y título profesional		VERSIÓN: 2
			HOJA: DE:

Viabilidad del proyecto de investigación

Marque con una X su recomendación	
Favorable puede continuar con la ejecución.	x
Favorable, debe levantar sugerencias	
No viable, debe presentar nuevo proyecto	

Conflicto de interés

Certifico que, como docente dictaminador, no presento ningún impedimento o conflicto de interés para realizar la evaluación de este artículo.	
---	--

2. Detalle de sugerencias

Aún se mantiene errores ortográficos en el texto. En análisis de datos solo menciona a la normalidad como supuesto, ¿acaso es el único supuesto a ser evaluado?

Marco Sanchez Tito

Docente Dictaminador

Figura 2. Formato A-3

1.2 APROVACION DEL COMITÉ DE ETICA EN INVESTIGACION

FACSA-CEI/ 018-04-2025

Tacna, 01 de abril de 2025

Investigador:

Hebert Ivan Chipana Chura

Asesor:

Fernando Espada Salgado

Presente. -

PI 018-25: "Comparación de la estabilidad del color en tres resinas nano híbridas expuestas al humo del cigarrillo en diferentes periodos de tiempo – Estudio in vitro"

Estimado Investigador:

Hemos recibido el protocolo de investigación, que ha sido revisado en detalle. Luego de esta revisión el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud ha determinado que su proyecto de investigación está **APROBADO**

Se les solicita informar al Comité sobre cualquier cambio en el protocolo posterior a este dictamen. Del mismo modo, ante la aparición de cualquier evento o efecto – previsible que comprometa la integridad y bienestar del equipo de investigación durante el curso de su ejecución, estos deben ser también informados al Comité. Nos reservamos el derecho de supervisar de manera inopinada la progresión de la investigación en cualquier momento y bajo cualquier modalidad. Nos permitimos recordar a los investigadores que la ejecución de un proyecto de investigación sin una aprobación ética vigente es una falta grave, la cual puede ser sancionada con el cierre definitivo del estudio e imposibilidad de utilizar cualquier dato recolectado o generado en el mismo.

Esta aprobación tiene una duración de 18 meses a partir de la fecha de emisión de este documento. **Al término de la ejecución, el investigador deberá emitir un informe de cierre de proyecto, según los formatos del CEI.**

Sin otro particular, quedo de ustedes,



Dr. Marco A. Sánchez Tito
Presidente del Comité de Ética en Investigación
Facultad de Ciencias de la Salud



UPT

Universidad Privada de
Tacna

Avenida Jorge Basadre
Grahamann s/n
Campus Capaniquo,
Tacna, Perú
Tel: +51 52 427212
www.upt.edu.pe

Dr. Marco Antonio
Sánchez Tito
Presidente

Méd. Brayan Miranda
Chávez
Secretario Técnico

Dra. Cecilia Montasinos
Valencia
Miembro Titular

Dr. Edgar Parihuana
Travezano
Miembro Titular

Méd. César Copaja
Corzo
Miembro Titular

Mag. Lissett Aguirre
Montasinos
Miembro Titular

Mag. Garson Gómez
Zapana
Miembro Titular

Mag. José Tozo Burgos
Miembro Titular

Mag. Mercy Morejildo
Vera
Miembro Titular

Figura 3. Formato del CEI

1.3 PROTOCOLO INSCRITO Y RESOLUCION DE EJECUCION



UPT
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

RESOLUCION N° 234-2025-UPT/FACSA-D
Tacna, 07 de abril del 2025

VISTA:

La solicitud presentada por el estudiante **CHIPANA CHURA, Hebert Ivan** solicitando la inscripción de su Proyecto de Tesis; y

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 057-2019-UPT-CU de fecha 08 de abril del 2019 se Ratifica en vías de regularización la Resolución N° 038-2018-UPT/FACSA-CF de fecha 26 de noviembre del 2018, que aprobó el Reglamento para la obtención del Grado Académico de Bachiller, Título Profesional y Título de Segunda Especialidad de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna,

Que, mediante Resolución N° 058-2019-UPT-CU de fecha 08 de abril del 2019, se Ratifica en vías de regularización la Resolución N° 039-2018-UPT/FACSA-CF de fecha 26 de noviembre del 2018, que aprobó el Manual de Normas y Procedimientos de Trabajos de Investigación para la obtención del Grado Académico de Bachiller, Título Profesional y Título de Segunda Especialidad de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna,

Que mediante OFICIO Nro. 00041-2025-UPT-UI-FACSA de fecha 04 de abril del 2025, el Coordinador de la Unidad de Investigación de la FACSA, remite el trabajo académico titulado "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL COLOR EN TRES RESINAS NANO HÍBRIDAS EXPUESTAS AL HUMO DEL CIGARRILLO EN DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO – ESTUDIO IN VITRO" así como la conformidad de revisión del jurado dictaminador al Dr. Marco Sánchez Tito y declarándolo APTO para su ejecución,

Que, el estudiante **CHIPANA CHURA, Hebert Ivan**, ha cumplido con los pasos establecidos en el Artículo 11 del Manual de Normas y Procedimientos de Trabajos de Investigación para la obtención del Grado Académico de Bachiller, Título Profesional y Título de Segunda Especialidad de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, por lo que es procedente la Inscripción y autorización de Ejecución del Proyecto de Investigación.

Que, estando a las atribuciones conferidas al señor Decano por el Artículo 51° del Estatuto y Artículo 68° del Reglamento General de la Universidad Privada de Tacna;

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- INSCRIBIR Y AUTORIZAR LA EJECUCIÓN del trabajo académico titulado "COMPARACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL COLOR EN TRES RESINAS NANO HÍBRIDAS EXPUESTAS AL HUMO DEL CIGARRILLO EN DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO – ESTUDIO IN VITRO" Presentado por el estudiante **CHIPANA CHURA, Hebert Ivan**, teniendo como asesor al Mag. Esp. Fernando Espada Salgado.

ARTICULO SEGUNDO.- La Secretaría Académico – Administrativa de la Facultad, adoptará las acciones pertinentes para viabilizar lo dispuesto en el Artículo anterior.

Regístrese, comuníquese y archívese.

Firmado por MARCO
CARLOS ALEJANDRO
RIVAROLA HIDALGO
Cargo: DECANO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA SALUD
Empresa: UNIVERSIDAD
PRIVADA DE TACNA
Fecha/Hora: 06-04-2025
16:50:56

C.c.: Unidad de Investigación FACSA, Interesado, SAA, Archivo

Figura 4. Resolución FACSA

1.4 PROCEDIMIENTOS PARA PERMISO DE LABORATORIO

Se realizó el pago correspondiente para el uso del espectrofotómetro en el laboratorio, efectuándose la cancelación del monto establecido de acuerdo con el número de muestras procesadas.



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
 Av. Bolognesi N° 1177
 Tacna - Perú
 Central Telefónica 052-427212

RUC: 20119917698
BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA
 BE26 - 00027164

Cliente : CHIPANA CHURA, Hebert Iván	Fecha Emisión : 2025-04-21	Moneda : SOLES
Facultad / Escuela Profesional : FACSA	RUC - DNI : 74895108	Periodo : 2025
Escuela Profesional de Odontología	Código : 2019063414	
Observaciones : 2065692432 - Registrado por: Pago de deudas - PASARELA		
Modalidad : CREDITO	Fecha Pago : 15/05/2025	

CANTIDAD	CÓDIGO	CONCEPTO	UM	VU	DCTO	MONTO
45.00	15717	ENSAYO DE COLORIMETRÍA POR MUESTRA	ZZ	10.00	0.00	450.00

Son : CUATROCIENTOS CINCUENTA CON 00/100 SOLES

OP. Gravadas	OP. Gratuitas	OP. Exoneradas	OP. Inafectas	IGV - 18.00%	Importe Total
SI. 0.00	SI. 0.00	SI. 450.00	SI. 0.00	SI. 0.00	SI. 450.00

rVQn+H6Y04queW8voOuGJb9E/c=



Autorizado mediante resolución N° 112-005-0000083/SUNAT
 Representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica
 Para Consultar ingrese a: www.upi.edu.pe

Figura 5. Boleta de pago (costos de laboratorio)

ANEXOS 05
(PROCEDIMIENTOS EN LABORATORIO HTL)

	<p style="text-align: center; margin: 0;">HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. 20565244877 Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho Celular: (511) 997123584</p>
Versión 1-2025	
FICHA TÉCNICA	
1. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	
Nombre	: MÁQUINA DE HUMO
Descripción	: Máquina de humo vertical, control sencillo de uso. Diseño compacto y potente motor, capaz de aspirar líquidos y sólidos con facilidad. Fabricada con materiales resistentes como poliéster, acero, bronce y goma, este equipo te ofrece durabilidad y un rendimiento confiable.
Marca/Modelo	: Stanley - SL19125DC
2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Dimensiones	: 34 x 22.8 x 23.5 cm
Voltaje	: 12V
Potencia	: 90W
Ruido	: Menor a 40 db
Capacidad de succión	: 3.8 Litros
Peso del producto	: 400 g
Procedencia	: China
	
<p>APROBADO POR:</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <p style="text-align: center;">Robert Nick Eusebio Teheran Jefe de Laboratorio HTL S.A.C.</p>	

Figura 1. Ficha técnica de la cámara de humo

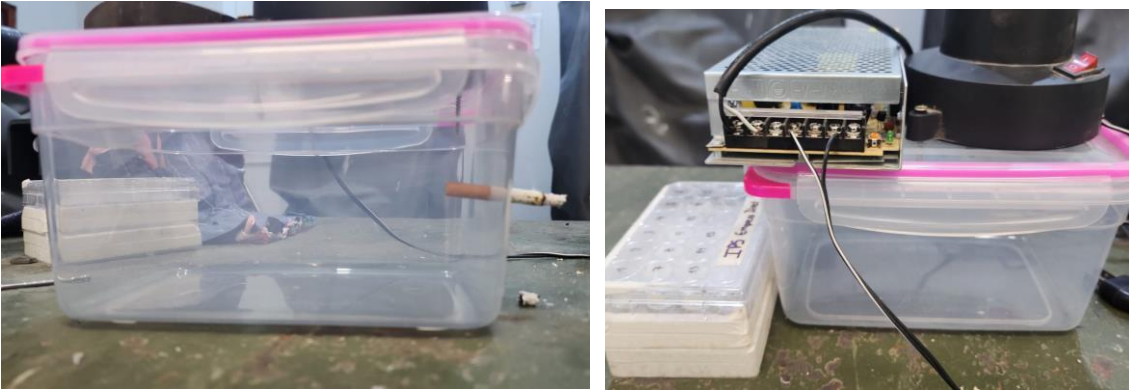


Figura 2. Procedimiento en laboratorio HTL



Figura 3. Modo de envío de muestras de Lima a Tacna

MATERIAL DE TRABAJO



Figura 1. Materiales

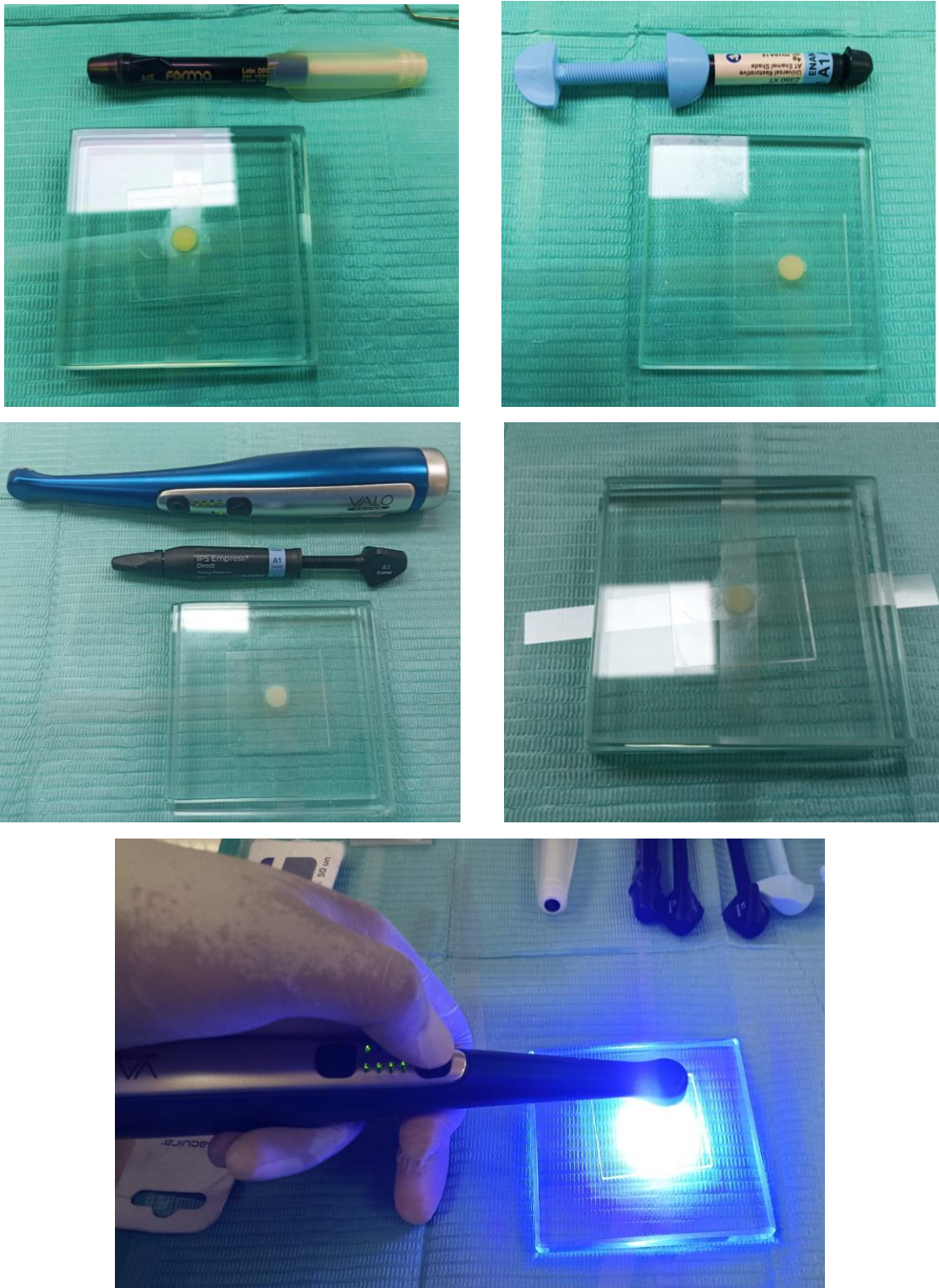


Figura 2. Elaboracion de discos de resina



Figura 3. Medición con del color con espectrofotómetro Vita, antes de la exposición

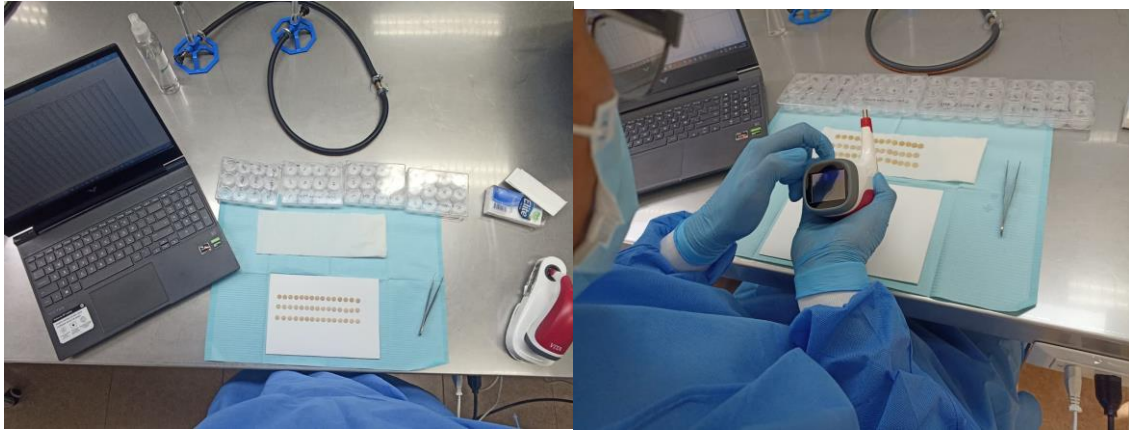


Figura 4. Registro de datos a los 7, 14, 21 y 28 días

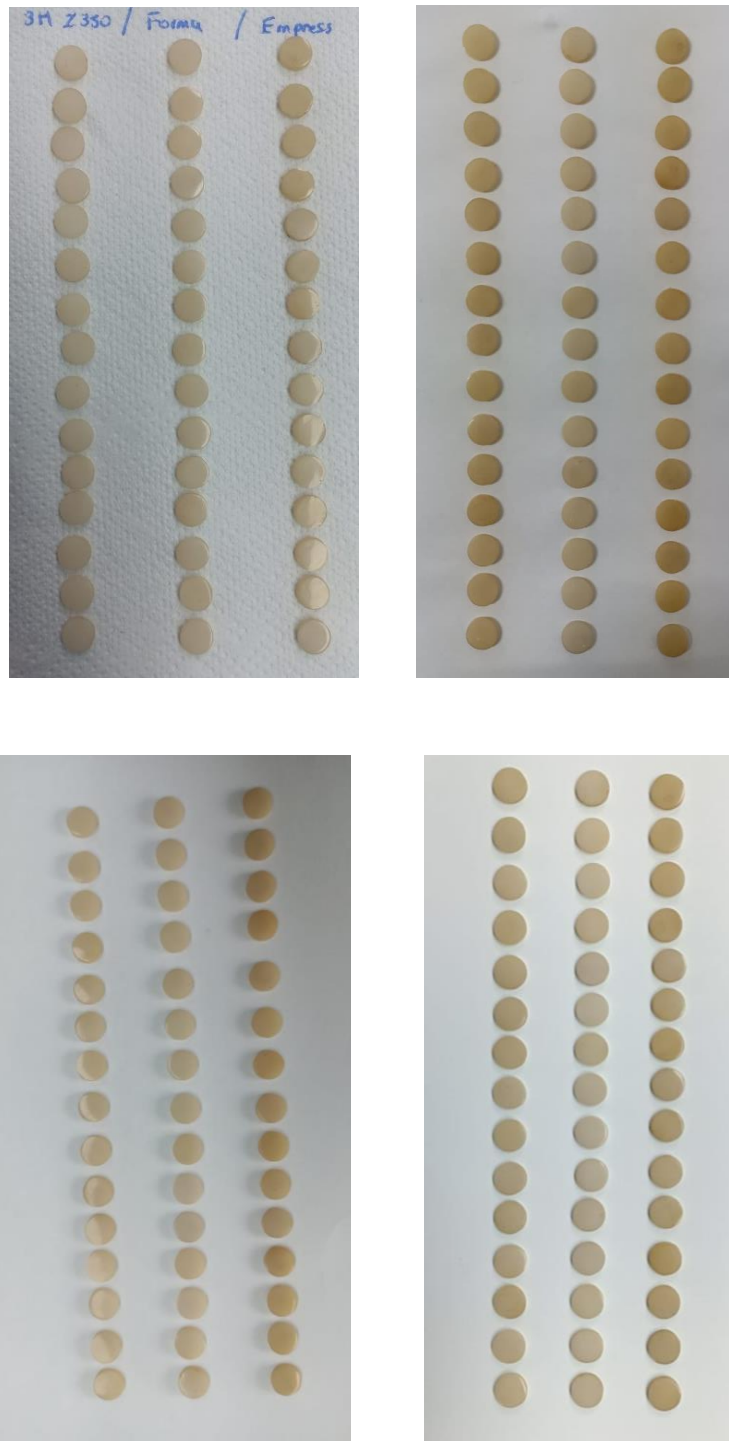


Figura 6. Evidencia fotografica grupal a los 7, 14, 21 y 28 dias de expsocion.