



Facultad Ciencias de la Salud

Especialidad en operatoria dental y estética

Tema:

Estabilidad de Color, Translucidez y Rugosidad de tres tipos de Materiales Restauradores (Resina impresa, Resina de nano relleno y cerómero) sumergidos en soluciones colorantes.

Tesis para la obtención del Título de

“Especialista en operatoria dental y estética”

Presentada por:

Lolita Katherin Gómez Noles

Tutor:

Dr. Carlos Molina

Quito, Abril de 2026

Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Nombre: Lolita Katherin Gómez Noles

Cedula: C.I, 0705354991

Firma del Postulante.....

Dedicatoria

Con todo el cariño, respeto y admiración dedico este trabajo a mi abuelita Lolita, quien me acompaño a lo largo de la vida, a mi tío Johnny por haberme apoyado durante toda mi carrera universitaria, a mi padre por enseñarme el valor del trabajo duro, a mi tía María Quezada quien ha sido un pilar fundamental en este camino, a Víctor por apoyarme y ser un soporte y un apoyo en todo momento.

A mi familia en general y a todas las personas que han estado a lo largo de mi carrera universitaria siendo un ejemplo, una guía en mi formación personal y profesional, y en especial al Dr. Gustavo Rueda, Sra. Lilian Calle, Dra. Eugenia Donoso, a mi coordinador de posgrado Dr. Cristian Sánchez, a mi tutor el Doctor Carlos Molina, quienes no solo me han acompañado en mi formación académica, si no han sido una guía para mi vida cotidiana, enseñándome a ser mejor ser humano, mejor profesional y dar todo en mis capacidades.

Pero por sobre todo dedico este esfuerzo a DIOS por nunca abandonarme y darme todas las herramientas para sobrellevar un equilibrio en mi vida profesional y estudios; y a mi persona, por la constancia, perseverancia, el no darme por vencida frente a las diferentes situaciones que se han presentado en este largo caminar.

Índice

Índice.....	4
Índice de tablas.....	6
Índice de Figuras	7
Resumen.....	8
Introducción	12
Metodología	15
Preparación de muestras.....	15
Grupos experimentales.....	16
Evaluación de Propiedades	17
Preparación de Sustancias.....	18
Inmersión y Envejecimiento.	18
Hallazgos.....	20
Estabilidad de Color (ΔE).....	24
Cambio de Translucidez (ΔTP).....	27

Rugosidad Superficial (Ra).....	33
Discusión.....	35
Conclusiones	41
Referencia	42

Índice de tablas

Tabla 1. Especificaciones de los materiales utilizados.....	16
Tabla 2. Variables de estudio	21
Tabla 3. Estadística descriptiva de la variable ΔE	22
Tabla 4. Prueba de Levene de igualdad de varianzas de error en ΔTP	30
Tabla 5. Pruebas de efectos intersujetos para la Translucidez.....	31
Tabla 6. Análisis de efectos fijos.....	33

Índice de Figuras

Figura 1. Análisis del comportamiento de la estabilidad del color con base en el tipo de resina y la bebida de sumersión	19
Figura 2. Análisis del comportamiento de la luminosidad con base en el tipo de resina y la bebida de sumersión	32
Figura 3. Análisis del comportamiento de la luminosidad con base en el tipo de resina y la bebida de sumersión	34

Estabilidad de Color, Translucidez y Rugosidad de tres tipos de Materiales Restauradores (Resina impresa, Resina de nano relleno y cerómero) sumergidos en soluciones colorantes.

Autor: Lolita Katherin Gómez Noles

Correo electrónico: lkgomezn@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

Resumen

Este estudio experimental in vitro de tipo longitudinal comparativo evaluó la estabilidad del color, translucidez y la rugosidad superficial de tres materiales restauradores: una Resina impresa (PRIZMA BIOCROWN DIAMOND A1), una Resina de nano relleno (TETRIC N-ceram A1) y un cerómero (CERAMAGE A1). Se elaboraron 120 muestras estandarizadas de 10 mm de diámetro por 2 mm de espesor, pulidas siguiendo un protocolo definido y evaluadas con espectrofotometría y perfilometría para registrar sus valores iniciales de color y rugosidad. Posteriormente, las muestras fueron sumergidas en cuatro soluciones (agua destilada, café, vino y Coca-Cola), luego sometidas a un proceso de termociclado de 10,000 ciclos para simular el envejecimiento oral. Se registraron mediciones de color antes y después del envejecimiento, y los datos se analizaron estadísticamente mediante pruebas ANOVA. La hipótesis principal planteó que las Resinas de nanorrelleno presentan mayor estabilidad cromática frente a las soluciones de exposición en comparación con las Resinas impresas y cerómero, independientemente del tiempo de exposición. La hipótesis nula negó dicha superioridad. Los resultados obtenidos determinaron que los

diferentes tipos de resinas tuvieron variaciones en el comportamiento con respecto al cambio de color y la textura superficial, donde el cerómero se diferenció con una mayor variación cromática y un incremento general de la rugosidad tras el termociclado. Como conclusión principal, se señaló que la resina de nanorrelleno Tetric N-Ceram fue la que tuvo el mejor desempeño en estabilidad de color y conducta superficial ante las soluciones evaluadas, por lo tanto, se corroboró la hipótesis planteada.

Palabras clave: Color, rugosidad, Resinas, estética, termociclado, luminosidad.

Abstract

This comparative longitudinal *in vitro* experimental study evaluated the color stability, translucency, and surface roughness of three restorative materials: a 3D-printed resin (PRIZMA BIOCROWN DIAMOND A1), a nanofilled resin (TETRIC N-CERAM A1), and a ceromer (CERAMAGE A1).

A total of 120 standardized samples (10 mm in diameter and 2 mm in thickness) were prepared, polished following a defined protocol, and evaluated using spectrophotometry and profilometry to record initial color and roughness values. Subsequently, the samples were immersed in four solutions (distilled water, coffee, wine, and Coca-Cola) and subjected to a thermocycling process of 10,000 cycles to simulate oral aging.

Color measurements were recorded before and after aging, and the data were statistically analyzed using ANOVA tests. The primary hypothesis proposed that nanofilled resins exhibit greater chromatic stability when exposed to the solutions compared to printed resins and ceromers, regardless of exposure time. The null hypothesis denied this superiority.

The results determined that the different types of resins showed variations in behavior regarding color change and surface texture; specifically, the ceromer stood out for having the greatest chromatic variation and a general increase in roughness after thermocycling. The main conclusion indicated that the Tetric N-Ceram nanofilled resin performed the best in terms of color stability and surface behavior across the evaluated solutions, thereby confirming the proposed hypothesis.

Keywords: Color, roughness, Resins, aesthetic, thermocycling, luminosity.

Introducción

La opción más popular en la odontología son los materiales a base de Resina, debido a las propiedades que presentan como son la resistencia mecánica, el bajo costo, la alta estética al pulido y acabado (Daghery et al 2023). Estudios han demostrado los avances en la tecnología mejorando en la confiabilidad de estos materiales a base de Resina, la estabilidad de color es una propiedad óptica importante que debemos tener en cuenta, debido a la capacidad que tiene de resistir los cambios de color. (Tanaka et al 2024) (Tuncer et al 2013) (Ren 2020)

En la odontología contemporánea, la demanda de restauraciones estéticas y duraderas ha impulsado el desarrollo de diversos materiales poliméricos. (Palone et al, 2023). Entre estos, las Resinas impresas, las Resinas de nano relleno y los cerómeros. (Palone et al, 2023)

Al presentar cambio de tonalidad, también se puede ver afectada la translucidez provocando más alteración en la estética dental. (Aydın, 2021). Las propiedades ópticas se deben tener en consideración durante procedimientos estéticos, siendo estas la estabilidad de color y translucidez (Al-Angari et al., 2021). Los materiales restauradores tienen una gran susceptibilidad a la tinción intrínseca y extrínseca. (Domingos et al 2020) El café, té, jugos, gaseosas y aguas carbonatadas pueden causar daños intrínsecos y extrínsecos a los materiales a base de Resina, afectando el contenido orgánico, la cantidad de foto iniciadores y el grado de polimerización que tiene (Ventrera et al 2024, Alp G 2020).

La calidad de la superficie del material Resinoso depende de la técnica de pulido que se realice, ya que estudios han demostrado que una superficie rugosa se vuelve vulnerable a daños y pigmentaciones por la acumulación en las grietas que presenta (Ren et al. 2020). El método común que nos permite evaluar la estabilidad del color es mediante la inmersión en una solución envejecida, evaluando el cambio de coloración que se produce por medio de un medidor llamado espectrofotómetro o colorímetro (Ebaya et ,2022).

Color es la percepción visual de la luz reflejada por la superficie de un material restaurador. El espectrofotómetro también nos permite evaluar la translucidez ya sea antes o después de la inmersión. (Sulaiman et al 2020)

La translucidez de un material restaurador a base de Resina estado intermedio entre la opacidad y la transparencia que permite el paso de la luz, imitando al diente natural. (Al-Angari et al., 2021) Las exigencias estéticas actuales hacen que el color de las Resinas sea una propiedad relevante que obliga a los profesionales a realizar análisis y tomas de color adecuados al momento de elegir el material a restaurar. (Cascales et al., 2023) Las tinciones o decoloraciones que presentan las restauraciones es una de las principales razones de reemplazo; dentro de las propiedades de las Resinas el color es una propiedad muy valorada y compleja de analizar por la percepción del operador ya que al ser una radiación electromagnética captada por el ojo humano e interceptada por el sistema nervioso tiene un alto porcentaje de susceptibilidad (Marufu et al 2022; Garcés-Vásquez et al., 2023; Cristiani et al., 2023)

Frente a lo expuesto el objetivo de este estudio es determinar la estabilidad del color, la translucidez y rugosidad de las Resina impresa, nano híbrida y cerómero sumergidas en tinciones colorantes mediante espectofotómetro y rugosímetro.

Se plantea como hipótesis que la resina de nanorelleno Tetric n ceram presenta una mayor estabilidad de color, menos variación en la translucidez y menor degradación de la rugosidad superficial en comparación con la resina impresa en 3D y el ceromero, tras la exposición a soluciones pigmentadas y envejecimiento térmico acelerado

Metodología

Se planteó un estudio de tipo experimental comparativo *in vitro* donde siguiendo la metodología de (Daghrery A. (2023).

Preparación de muestras

Se mecanizaron 120 pastillas que se confeccionaron a partir de una matriz de silicona de 6 mm de diámetro por 2 mm de espesor según Daghrery A. (2023) para la Resina de nanorelleno TETRIC N-ceram A1 esmalte (Ivoclar) y el Ceromero CERAMAGE A1 (Shofu), fotopolimerizados posteriormente con lámpara VALO (lámpara Valo X) durante 10 segundos (1.000 mW/cm²) a una distancia de 2mm, posterior a eso la muestra guía se procedió a escanear para realizar el STL, para luego imprimir la Resina PRIZMA BIOCROWN DIAMOND A1 en la impresora Elegoo Mars 5 y posteriormente fotocurar por 20 minutos en Elegoo Mercury plus.

El acabado se realizó con discos Sof-lex (3M) para asegurar una superficie inicial, los discos permitieron un control visual del avance del pulido. Es el sistema Gold Standard en la literatura científica por lo cual se utilizó, discos grano grueso y medio en una velocidad de 15,000 RPM y discos fino y extrafino a 10,000 RPM, con movimientos de vaivén para evitar crear facetas de desgaste, por medio de un contra-ángulo multiplicador. Se uso un disco por cada muestra.

Tabla 1.*Especificaciones de los materiales utilizados*

Material	Tipo	Composición
Biocrown Diamond (Prizma)	Resina compuesta nanohíbrida biocompatible Clase II	Composición cerámica silanizada y zirconia
Tetric N-ceram (Ivoclar)	Resina foto polimerización	Nano-híbrida basado en la tecnología de nano-optimizada
Ceramage (shofu)	silicato de circonio	Enlaces a una variedad de subestructuras, incluyendo aleaciones de metales no preciosos nobles y alta.

Nota. Elaboración propia a partir de las fichas técnicas de Ivoclar Vivadent (2023), Makertech Labs (2022) y Shofu Dental (2021).

Grupos experimentales

Las muestras serán distribuidas de la siguiente manera basándonos en la distribución de Daghreery (2023).

40 muestras de Resina impresa PRIZMA BIOCROWN DIAMOND A1, 40 muestras de Resina de nanorelleno TETRIC N-ceram A1 (ivoclar) y 40 muestras de Ceromero CERAMAGE A1 (Shofu) que serán debidamente identificadas con un lápiz indeleble que

fueron pulidas en la superficie con el siguiente protocolo: discos de granulación $\#600$, hasta alcanzar los 2 mm, luego discos de granulación $\#1.200$ durante 30 segundos, $\#2.400$ durante 60 segundos y finalmente $\#4.000$ por 120 segundos.

A seguir las muestras fueron evaluadas en cuanto al cumplimiento de sus criterios de inclusión que fueron revisados por medio de lupas por la investigadora principal verificando cumplan con: las medidas de 10mm de diámetro por 2 mm de espesor, que no presenten fracturas o grietas y los criterios de exclusión. Las muestras que presentaron fracturas, grietas que no cumplieran con la medida estándar impuesta para el estudio fueron descartadas. Se cargaron las muestras en un soporte de transmisión de 6mm y se procedió a evaluar de la siguiente manera:

Evaluación de Propiedades

La estabilidad de color y translucidez se midió en base a un espectrofotómetro digital VITA EASYSHADE siguiendo la norma ISO/TR 28642. Bajo parámetros del sistema CIElab.

La rugosidad se midió utilizando un rugosímetro (Mituyo SJ-201), tomando en consideración 10 muestras de cada material restaurativo del grupo control, bajo la norma ISO4268, realizando tres lecturas por muestra para obtener un valor medio representativo R_a según Alamoush et al. (2021) en micrómetros, la toma de rugosidad inicial se realizó a partir del punto central de la misma muestra, el promedio se calculó realizando tres mediciones de la superficie de cada muestra. Se tomó 10mm longitud por 2mm espesor. se sometió a un

termociclado de 10.000 ciclos 5-55°, posteriormente se procedió a tomar la segunda medida, los datos obtenidos se registraron en una tabla de Excel.

Preparación de Sustancias

El café se preparó en un vaso de 200 ml, 5gr de café disueltos en agua caliente para posterior obtener una temperatura de 37°C según Bhuvra et al. (2022) El vino, el agua destilada y la coca cola se medirán con vasos de medición para alcanzar la cantidad necesaria manteniéndolos también a 37°C.

Inmersión y Envejecimiento

Las muestras obtenidas se sumergieron en 10ml de cada una de las sustancias a evaluar según el grupo durante 7 días basándonos en la ISO 4049 basándonos en la metodología propuesta por Paolone et al. (2023), que nos indica que la mayor parte de absorción de agua y expansión higroscópica inicial ocurre durante la primera semana. Las sustancias fueron cambiadas cada 24h para mantener la estabilidad de ph y evitar la proliferación de microorganismos, las muestras fueron secadas cuidadosamente con papel absorbente y colocados en el espectrofotómetro para realizar la primera medición. Una vez que se realizó el primer registro de color, se procedió a realizar el envejecimiento térmico de las muestras a 10 mil ciclos 55°C +/- 5°C equivalente a 1 año, se utilizó una termocicladora en donde se sumergieron las muestras de la siguiente manera:

GRUPO 1 (n:30) fueron sometidas a termociclado (Biodi Termocycle) durante 10 mil ciclos alternativamente en baños de agua a $55^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 30 segundos y de agua a $5^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 30 segundos.

GRUPO 2 (n:30) fueron sometidas a termociclado (Biodi Termocycle) durante 10 mil ciclos alternativamente en baños de agua a $55^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 30 segundos y de agua a $5^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 30 segundos.

GRUPO 3 (n:30) fueron sometidas a termociclado (Biodi Termocycle) durante 10 mil ciclos alternativamente en baños de agua a $55^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 30 segundos y de agua a $5^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 30 segundos.

Una vez que se concluyó el envejecimiento térmico se realizó la segunda toma de color y rugosidad, después se procedió a cargar las muestras en un soporte de transmisión de 6mm para proceder a registrar las medidas, los valores obtenidos fueron también registrados en el Excel (Microsoft Inc) antes mencionado, registrando esos valores como segunda medición.

Los datos obtenidos de las 120 mediciones recolectadas en la tabla Excel (Microsoft Inc) posteriormente fueron analizadas mediante el programa SPSS Statistics Version 25(IBM)

Hallazgos

Durante la fase de preparación, se identificó una pérdida de muestras que afectó la muestra inicial planificada. En el grupo de la Resina impresa (Prizma), se presentaron dificultades técnicas en la calibración de los parámetros de impresión, lo que impidió obtener la totalidad de las probetas con las dimensiones estandarizadas requeridas se perdieron 30 muestras, las cuales se procedieron a realizar una segunda vez. Por otro lado, en el grupo de la Resina de nanorrelleno (Tetric N-Ceram), tras el proceso de pulido se detectó la presencia de burbujas internas en algunas muestras, lo cual comprometía la homogeneidad de la superficie, se excluyeron 9 muestras y se realizó nuevas.

Siguiendo los criterios de exclusión preestablecidos, todas las muestras que presentaron defectos estructurales, porosidades o falta de calibración dimensional fueron descartadas para evitar sesgos en las mediciones de color y rugosidad. Debido a esto, el estudio finalizó con un total de 90 unidades distribuidas equitativamente ($n=30$ por material) para las pruebas de sumersión, asegurando que todas las muestras analizadas cumplieran estrictamente con el estándar de calidad.

Para dar cumplimiento al objetivo del presente estudio, es indispensable tener en cuenta las estadísticas descriptivas obtenidas en la recopilación de información.

Tabla 2.*Variables de estudio*

VARIABLES		Indicadores	N° de muestras
Tipo de resina	1	Tetric	30
	2	Diamond	30
	3	Cermage	30
Sumersión	2	Vino	30
	3	Coca cola	30
	4	Café	30

De acuerdo con lo que se observa en la Tabla 2, se estiman las cantidades de muestras para cada uno de los tipos de resinas que se evaluaron, así como las bebidas a las que fueron sometidas las muestras para determinar el Color, la Luminosidad y la Rugosidad de las muestras, en función del cumplimiento del objetivo del presente estudio, para ello, se contemplan un total de 30 unidades muestrales por cada uno de los procedimientos. Se buscó determinar también la relación entre el tiempo de variación del color para establecer el comportamiento de cada una de las resinas con respecto a la sumersión en los diferentes líquidos.

Tabla 3.Estadística descriptiva de la variable ΔE

Resina	Sumersión	Media	DE	N
Tetric	Vino	-9.9500	3.78366	10
	Coca cola	-1.2800	4.95307	10
	Café	-6.0900	3.85673	10
	Total	-5.7733	5.44837	30
Diamond	Vino	-8.8200	2.99362	10
	Coca cola	-9.4800	4.38781	10
	Café	-7.1300	3.54653	10
	Total	-8.4767	3.69769	30
Cermage	Vino	15.2000	6.80049	10
	Coca cola	10.8000	5.27004	10
	Café	9.2300	3.73692	10
	Total	11.7433	5.82330	30
Total	Vino	-1.1900	12.67850	30
	Coca cola	.0133	9.69450	30

Café	-1.3300	8.40948	30
Total	-0.8356	10.31563	90

El análisis de los datos, que consiste en describir el fenómeno que se estudia, muestra diferencias claras en las resinas evaluadas en los diferentes medios de sumersión. En términos generales, Tetric y Diamond obtuvieron valores medios negativos en todas las bebidas evaluadas (vino, Coca-Cola y café), lo que indica que se produjo un decremento del parámetro evaluado; en el caso de Tetric, el cambio más notable se evidenció en vino (media = -9.95), en tanto que Diamond exhibió valores negativos relativamente iguales en los tres medios, destacando en este caso Coca-Cola con la media más baja (-9.48).

En contraposición, la resina Cermage presentó valores positivos en todos los medios de sumersión, evidenciando los cambios más destacados en vino (media = 15.20), seguido de Coca-Cola (10.80) y café (9.23), y además exhibió mayor variabilidad que el resto de las resinas.

Teniendo en cuenta los valores promedio globales por bebida, las medias tienden hacia cero debido a la compensación de los valores negativos de Tetric y Diamond y el valor positivo de Cermage; sin embargo, el vino presentó la mayor dispersión de datos (SD = 12.68). Colectivamente, estas estadísticas descriptivas tienden a indicar que el tipo de resina tiene un mayor impacto en los valores obtenidos que el medio de inmersión, con un

comportamiento particularmente diferenciado en la resina Cermage en comparación con las otras.

Estabilidad de Color (ΔE)

En esta fase del estudio, se analizó las muestras para determinar la estabilidad del color en la sumersión en los diferentes tipos de bebidas

Tabla 4.

Prueba de Levene de igualdad de varianzas de error en Delta E

DeltaE	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Basado en la media	1.198	8	81	.311
Basado en la mediana	1.105	8	81	.369
Basado en la mediana y con gl ajustado	1.105	8	59.651	.373
Basado en la media recortada	1.203	8	81	.308

Como se observa en la tabla 5, en la prueba de Levene encontró una significancia de $p = 0.311$, que supera 0.05, por lo que no se hallan diferencias significativas en las varianzas del DeltaE entre los grupos. Esto indica que la variabilidad de los cambios de color es la

misma en todas las combinaciones de la resina y el medio de sumersión, por lo tanto, se cumple el supuesto de la homogeneidad de varianzas.

Tabla 5.

Pruebas de efectos intersujetos para la estabilidad de color

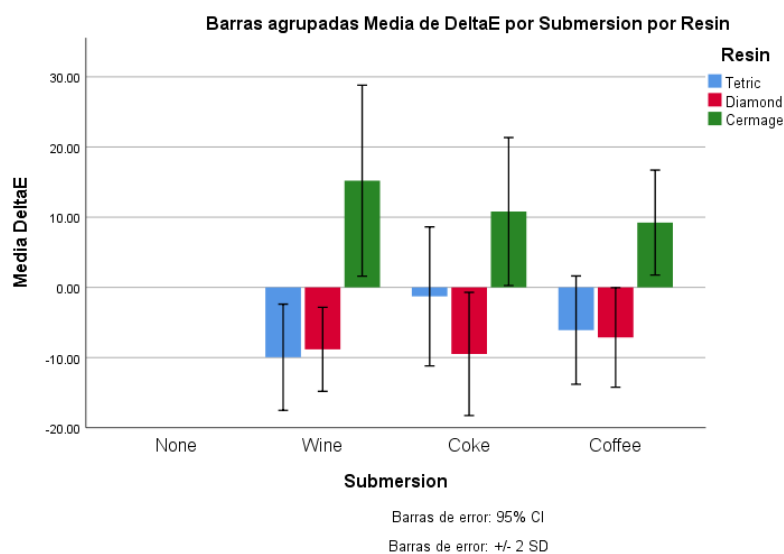
Fuente	Tipo III Suma de cuadrados	df	Media	F	Sig.	Eta cuadrado parcial
Modelo corregido	7828.182a	8	978.523	48.256	.000	.827
Intercept	62.834	1	62.834	3.099	.082	.037
Resina	7229.900	2	3614.950	178.271	.000	.815
Sumersión	32.722	2	16.361	.807	.450	.020
Resina * Sumersión	565.560	4	141.390	6.973	.000	.256
Error	1642.504	81	20.278			
Total	9533.520	90				
Corregido Total	9470.686	89				

De acuerdo con lo que se observa en la tabla 6, El análisis de efectos intersujeto logró demostrar que el modelo corregido es estadísticamente significativo ($F = 48.256$; $p < 0.001$), así mismo, en la estabilidad del color, el tipo de material restaurador presentó un efecto significativo ($F = 178.271$; $p < 0.001$), con un tamaño del efecto alto (0.815), de modo que los cambios de color se deben, en gran parte, al material utilizado.

Como se observa en la Figura 1, el grado de alteración cromática varió en función de la bebida de sumersión. La Figura 1 indica que la resina de nanorrelleno (Tetric N-Ceram) presentó la mayor estabilidad, mientras que el cerómero (Ceramage) mostró los cambios de color más acentuados, especialmente al ser expuesto al café y al vino."

Figura 1.

Análisis del comportamiento de la estabilidad del color con base en el tipo de resina y la bebida de sumersión



El análisis de varianza mostró un efecto altamente significativo del tipo de Resina ($p < 0.001$) y una interacción significativa entre Resina y bebida ($p < 0.001$).

Un punto crítico de discusión es cómo se comporta de la Resina impresa. Los resultados muestran que esta presentó mayor susceptibilidad al cambio de color (ΔE después de ser sometida el termo ciclado).

Cambio de Translucidez (ΔTP)

El análisis de varianza mostró un efecto altamente significativo del tipo de Resina ($p < 0.001$) y una interacción significativa entre Resina y bebida ($p < 0.001$).

Un punto crítico de discusión es cómo se comporta de la Resina impresa. Los resultados muestran que esta presentó mayor susceptibilidad al cambio de color (ΔE después de ser sometida el termo ciclado).

Tabla 6.*Estadística descriptiva de la variable ΔTP*

Resina	Sumersión	Media	Std. Deviation	N
Tetric	Vino	-5.9800	2.03295	10
	Coca cola	-15.0500	6.34074	10
	Café	-9.4000	4.36883	10
	Total	-10.1433	5.84405	30
Diamond	Vino	-8.8900	1.01374	10
	Coca cola	-7.6900	1.30763	10
	Café	-7.9800	4.11577	10
	Total	-8.1867	2.52528	30
Cermage	Vino	-12.1500	5.66436	10
	Coca cola	-10.3900	5.49008	10
	Café	-8.4100	4.62708	10
	Total	-10.3167	5.32639	30
Total	Vino	-9.0067	4.25789	30

Coca cola	-11.0433	5.65000	30
Café	-8.5967	4.26505	30
Total	-9.5489	4.83673	90

La estadística descriptiva de ΔTP indica que todos los materiales obtuvieron valores negativos de translucidez, lo que evidencia un oscurecimiento general tras la inmersión en las soluciones. En la resina Tetric, el mayor oscurecimiento fue en coca cola (-15.05), seguido de café (-9.40) y vino (-5.98).

En Diamond, los valores fueron más homogéneos entre las soluciones, presentando un promedio global de -8.19, mientras que en Ceramage, el vino (-12.15) y la coca cola (-10.39) presentaron el mayor oscurecimiento, siendo el café (-8.41) el de menor oscurecimiento. En términos globales, en la coca cola se evidenció una mayor disminución de luminosidad, siendo el promedio de ΔTP más bajo (-11.04), en tanto que el café tuvo el valor menos negativo (-8.60).

Tabla 4.*Prueba de Levene de igualdad de varianzas de error en ΔTP*

Delta L	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Basado en la media	4.579	8	81	.000
Basado en la mediana	2.188	8	81	.037
Basado en la mediana y con gl ajustado	2.188	8	48.382	.045
Basado en la media recortada	4.217	8	81	.000

En la tabla 14 se muestra la prueba de Levene en donde se mostró que el supuesto de homogeneidad de varianzas no se cumple para la variable ΔL . Tanto el análisis de la media ($p = 0.000$) como el de la mediana ($p = 0.037$) y el de la media recortada ($p = 0.000$) obtuvieron niveles de significancia inferiores a 0.05, lo que demuestra que existen diferencias en la variabilidad de los datos entre los grupos analizados. Esto indica que la varianza de los valores de luminosidad no es constante entre las combinaciones de materiales y soluciones analizadas.

Tabla 5.*Pruebas de efectos intersujetos para la Translucidez*

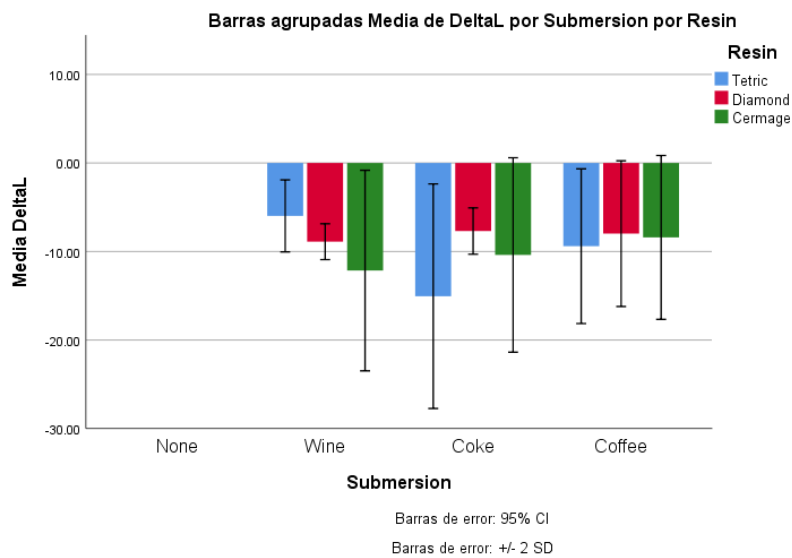
Source	Tipo III Sum. De cuadrados	df	Sign. Cuadrados	F	Sig.	Eta Cuadrados parciales
Modelo corregido	581.427a	8	72.678	3.923	.001	.279
Intercept	8206.315	1	8206.315	442.953	.000	.845
Resina	83.955	2	41.977	2.266	.110	.053
Sumersión	103.023	2	51.511	2.780	.068	.064
Resina * Sumersión	394.449	4	98.612	5.323	.001	.208
Error	1500.638	81	18.526			
Total	10288.380	90				
Corregido Total	2082.065	89				

El análisis de efectos intersujetos para ΔL mostró que el modelo ajustado fue significativo ($p = 0.001$), con efecto del tamaño del efecto moderado. Sin embargo, el tipo de resina ($p = 0.110$) y la solución de sumersión ($F = 2.780$; $p = 0.068$) de forma individual no mostraron efectos significativos sobre la translucidez.

Por otro lado, la interacción resina–sumersión fue significativa ($p = 0.001$), lo que sugiere que las variaciones de la translucidez son consecuencia de la combinación particular del material restaurador y la solución de sumersión.

Figura 2.

Análisis del comportamiento de la translucidez con base en el tipo de resina y la bebida de sumersión



En la figura 2, se analizó el comportamiento de la translucidez luego de la inmersión en los tres tipos de bebidas, en este sentido, se identificó que todos los materiales muestran disminución luego de la exposición. En el caso de la resina Tetric, la menor translucidez se encuentra en la coca cola, mientras que, en vino, el cambio es menor. En el caso de Diamond, se observa un comportamiento más estable, ya que los valores en las tres bebidas presentan comportamientos relativamente estables. En el caso de Ceramage, se determinó una mayor disminución de la translucidez en vino, seguido de coca cola, y el menor cambio se presenta

en café. Las barras de error muestran una cierta variabilidad en los datos, aunque la media sigue el mismo patrón en los materiales y soluciones testadas.

Rugosidad Superficial (Ra)

Tabla 6.

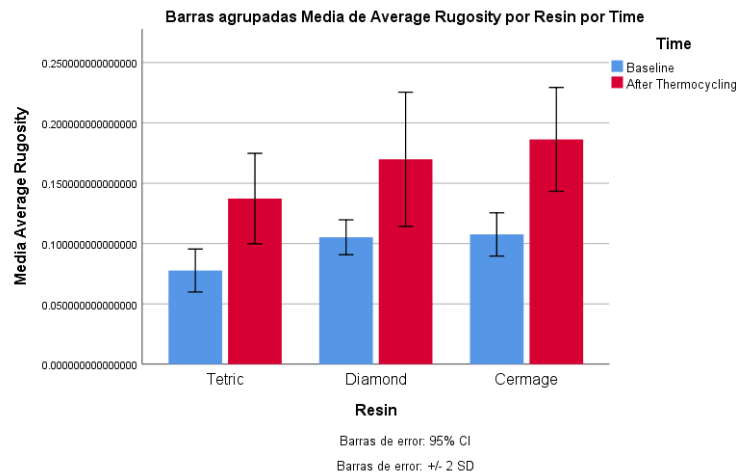
Análisis de efectos fijos

Source	Numerator df	Denominator df	F	Sig.
Intercept	1	27.000	4098.248	.000
Resina	2	27.000	33.988	.000
Time	1	27.000	196.362	.000
Resina * Time	2	27.000	1.409	.262

El análisis de efectos fijos reveló que tanto el tipo de resina ($p < 0.001$), como el tiempo de medición ($p < 0.001$), poseen efectos estadísticamente significativos sobre la rugosidad superficial. Por el contrario, la interacción resina y tiempo fue no significativa ($p = 0.262$), lo que demuestra que el cambio en la rugosidad en el tiempo se ajusta a un patrón en todos los materiales evaluados. Por lo anterior, se determina que la rugosidad superficial es afectada de forma independiente por el tipo de material restaurador y por el tiempo de incidencia.

Figura 3.

Análisis del comportamiento de la rugosidad con base en el tipo de resina y la bebida de sumersión



De acuerdo con lo que se observa en la figura 3, la media de rugosidad superficial según el tipo de resina antes (base) y después del termociclado, se identificó que los tres tipos de resina muestran un cambio incremental en la rugosidad después del termociclado, lo que sugiere que el proceso de envejecimiento artificial del termociclado creó una superficie más irregular. La resina Tetric mostró los valores más bajos de rugosidad en ambas mediciones y Ceramage tuvo los valores más altos después del termociclado. Por otro lado, Diamond presentó valores intermedios entre los dos materiales. En general, el gráfico muestra que, aunque la rugosidad aumenta con el tiempo para cada material, el comportamiento relativo entre las resinas se mantiene igual.

Discusión

Los hallazgos de este estudio muestran una mayor estabilidad de color en la Resina de nanorelleno (TETRIC N-ceram), coincidiendo con lo reportado por Sulaiman et al. (2021), quienes sostienen que la estabilidad de color de los materiales contemporáneos está intrínsecamente ligada a la densidad de su red polimérica y al tamaño de sus partículas de carga. Como la Resina de nano relleno, posee partículas de menor tamaño, ofrece una superficie más densa que dificulta la adsorción de pigmentos externos en comparación con materiales de tecnología distinta como el cerómero o las Resinas impresas. Punto que en el artículo que presenta Aydın et al. (2021) valida lo expuesto demostrando que estas estructuras limitan significativamente el depósito de los pigmentos externos en comparación con composites microhíbridos o cerómeros.

En contraste, la Resina impresa (Prizma) y el cerómero (Ceramage) mostraron una susceptibilidad significativamente mayor al cambio cromático (ΔE) y una marcada pérdida de translucidez luego de ser sometidos al termociclado. Este fenómeno es respaldado por las investigaciones realizadas por Laino et al. (2023), donde identificaron que las resinas impresas en 3D poseen una característica mayor en higroscopía debido a su fabricación por capas, lo que facilita la absorción del agua y la degradación de las propiedades ópticas intrínsecas del material. Asimismo, Bhuva et al. (2022) observó resultados similares, señalando que los materiales que poseen menor densidad de entrecruzamiento polimérico, como los cerómeros, presentan una degradación cromática acelerada frente a sustancias como el café y el vino tinto.

De acuerdo con estos datos, la alteración en la translucidez observada en los tres grupos refuerza la idea de que el envejecimiento no solo afecta la capa externa, sino que altera las propiedades ópticas intrínsecas del material. Este fenómeno se explica a través de las investigaciones de Tanaka et al. (2024) y Sulaiman et al. (2021) quienes sugieren que la absorción de agua hincha la matriz de Resina y reduce la cohesión del silano, un mecanismo que explicaría por qué los valores de translucidez no se mantienen constantes a lo largo del tiempo, independientemente del material que evaluemos.

La degradación estética fue más visible en las muestras sumergidas en café y vino tinto. Este resultado es consistente con el estudio de Özdaş et al. (2016), quienes demostraron que el café posee colorantes amarillos de baja polaridad que penetran profundamente en la matriz orgánica de los composites. Además, al igual que en nuestra investigación, estos autores observaron que el efecto pigmentante se potencia significativamente tras procesos de simulación oral a corto plazo (termociclado), lo que valida el protocolo de 10,000 ciclos utilizado para representar un año de servicio clínico.

En cuanto a la rugosidad, el incremento observado tras el envejecimiento acelerado nos sugiere una degradación de la interfaz matriz-relleno. Esto se alinea con las observaciones generales en la literatura sobre cómo los ciclos térmicos provocan una expansión y contracción diferencial de los componentes del material, facilitando el desprendimiento de partículas superficiales. Autores como Sulaiman et al. (2021) explican que la diferencia en los coeficientes de expansión térmica entre la matriz de Resina y las partículas de relleno genera microfisuras en la interfaz. Esto produce un desprendimiento de partículas que "arruga" la superficie, facilitando el depósito de placa y pigmentos.

Los estudios de perfilometría sugieren una degradación de la interfaz matriz-relleno. Siguiendo a Tanaka et al. (2024), quienes, al caracterizar compuestos impresos para restauraciones finales, señaló que las Resinas 3D presentan un grado de conversión monomérica debajo de valores óptimos en comparación con las Resinas o foto polimerizadas convencionales. Esta polimerización incompleta presenta monómeros libres y micro fisuras que actúan como espacios o nichos para la acumulación de colorantes como el café y el vino.

Este resultado es consistente con el estudio realizado por Özdaş et al. (2016), donde asociaron este cambio a la simulación del envejecimiento oral demostrando que debilita la matriz orgánica. No obstante, en estudios más recientes como el de Alamoush et al. (2021) varían ligeramente sus conclusiones, donde nos sugieren que, si bien la rugosidad aumenta en todos los casos, las resinas de tecnología CAD/CAM o convencionales mantienen una textura más estable que las impresas en 3D debido a su grado de conversión monomérica.

A esto se suma la perspectiva de Paolone et al. (2023), cuyos resultados coincidieron con los nuestros al identificar a los agentes vino y al café como las soluciones que tienen mayor impacto pigmentante, independientemente de si el material que utilizamos es convencional o impreso.

Este proceso es particularmente evidente en materiales restauradores con estructuras complejas como el cerómero (CERAMAGE), cuya composición trata de imitar la flexibilidad de la dentina, pero suele verse comprometida en su lisura superficial frente a ataques hidrolíticos prolongados.

Desde una perspectiva de implicancia clínica, los hallazgos de esta investigación sugieren que la selección del material restaurador no debe basarse solamente en la facilidad técnica (como en la impresión 3D) o en la flexibilidad (como en los cerómeros), sino en la longevidad estética esperada. Para pacientes con hábitos de alta ingesta de sustancias cromógenas como café o vino, la resina de nanorrelleno se perfila como la opción más segura para minimizar citas de mantenimiento por pigmentación o pérdida de brillo. El clínico debe considerar que materiales como el cerómero o las resinas impresas podrían requerir protocolos de pulido periódico más frecuentes para mitigar el incremento de la rugosidad y la susceptibilidad al manchado.

A pesar de los resultados obtenidos, este estudio presenta ciertas limitaciones. Al ser un ensayo *in vitro*, no se consideraron las variables biológicas críticas como la acción de la saliva (que actúa como capa protectora o *película adquirida*), las fluctuaciones del pH bucal tras la ingesta de alimentos, ni el efecto abrasivo del cepillado dental mecánico. Asimismo, aunque el termociclado simula un año de envejecimiento térmico, no replica las fuerzas de carga oclusal que pueden acelerar la fatiga de la matriz de las resinas en un entorno real.

Como sugerencias para estudios futuros, se recomienda realizar investigaciones de tipo clínico *in vitro* que permitan validar estos hallazgos bajo condiciones que simulen las de la cavidad oral. Además, sería relevante evaluar el comportamiento de nuevos sistemas de impresión 3D con protocolos de post-curado extendidos, para determinar si una mayor conversión monomérica logra igualar la estabilidad superficial de las resinas de nanorrelleno convencionales.

Se recomienda a los profesionales de la odontología restauradora priorizar el uso de resinas compuestas de nanorrelleno en rehabilitaciones estéticas, especialmente en el sector anterior, debido a que los resultados del presente estudio evidencian una mayor estabilidad cromática y un comportamiento óptico más favorable frente a materiales como el cerómero, lo que podría contribuir a una mayor longevidad estética de las restauraciones.

Se sugiere que, durante la planificación de tratamientos restauradores, el odontólogo considere los hábitos dietéticos del paciente, particularmente el consumo frecuente de bebidas con alto potencial pigmentante como el café y el vino tinto, ya que estos agentes pueden acelerar los procesos de alteración cromática y comprometer las propiedades ópticas de los materiales restauradores con el tiempo.

Se recomienda fortalecer las estrategias de mantenimiento y control clínico periódico en pacientes portadores de restauraciones estéticas, con el objetivo de monitorear posibles cambios en la estabilidad de color, translucidez y rugosidad superficial, factores que influyen directamente en la calidad estética y funcional de las restauraciones.

Para futuras investigaciones, se recomienda desarrollar estudios *in vitro* e *in vivo* con periodos de envejecimiento más prolongados, que incluyan diferentes protocolos de simulación oral, con el fin de evaluar con mayor precisión el comportamiento de los materiales restauradores bajo condiciones que reproduzcan de forma más fiel el entorno oral.

Se sugiere ampliar las líneas de investigación hacia la evaluación del comportamiento óptico y mecánico de resinas fabricadas mediante tecnología de impresión 3D, considerando

variables como el grado de conversión monomérica, la estabilidad cromática a largo plazo y su resistencia frente a agentes pigmentantes, debido al creciente uso de estas tecnologías en la odontología restauradora contemporánea.

Conclusiones

Bajo las limitaciones de este estudio *in vitro*, se observaron los siguientes resultados:

Sobre la Estabilidad de Color: Se observó que las resinas de nanorelleno mantuvieron una mayor estabilidad cromática en comparación con las resinas impresas y los cerómeros, los cuales mostraron una mayor absorción de pigmentos, especialmente ante el vino tinto y el café.

Sobre la Translucidez: El estudio muestra que todos los materiales tienden a la opacidad tras el envejecimiento; sin embargo, las resinas de nanorelleno conservaron mejor su capacidad de paso de luz, mientras que la resina impresa presentó la mayor pérdida de esta propiedad óptica.

Sobre la Rugosidad Superficial: Se registró un incremento en la textura rugosa de todas las muestras después del proceso térmico, siendo la resina de impresión 3D la que manifestó una mayor degradación en su superficie en comparación con el nanorelleno.

Al contrastar los resultados con el planteamiento inicial, se observa que los hallazgos coinciden con la hipótesis de investigación. Los datos sugieren que las resinas de nanorelleno presentan, bajo las condiciones de este estudio, una estabilidad estética y superficial superior a las resinas impresas en 3D y a los cerómeros evaluados.

Referencia

- Alamoush, R. A., et al. (2021). Effect of aging on surface roughness and color stability of CAD/CAM and 3D-printed Resinas. *Clinical Oral Investigations*, 25, 5751-5762.
- Al-Angari, S. S., Eckert, G. J., & Sabrah, A. H. A. (2021). Color stability, Roughness, and Microhardness of Enamel and Composites Submitted to Staining/Bleaching Cycles. *The Saudi dental journal*, 33(4), 215-221. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2020.08.003>
- Arif, R., Yilmaz, B., & Johnston, W. M. (2019). In vitro color stainability and relative translucency of CAD-CAM restorative materials used for laminate veneers and complete crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*, 122(2), 160-166. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.09.011>
- Aydın, N., Topçu, F. T., Karaoğlanoğlu, S., Oktay, E. A., & Erdemir, U. (2021). Effect of finishing and polishing systems on the surface roughness and color change of composite Resinas. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 13(5), e446-e454. <https://doi.org/10.4317/jced.58011>
- Bhuva, B., Chitre, V., & Das, A. (2022). Effect of beverage colorants on the color stability and surface roughness of 3D-printed and CAD-CAM restorative materials. *Journal of Dentistry*, 122, 104123. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104123>

- Daghrery, A. (2023). Color Stability, Gloss Retention, and Surface Roughness of 3D-Printed versus Indirect Prefabricated Veneers. *Journal of functional biomaterials*, 14(10), 492. <https://doi.org/10.3390/jfb14100492>
- Dimitrova, M., et al. (2026). Surface integrity and aging resistance of 3D-printed versus conventional composite resins: A profilometric study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 135(2), 210-222. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.09.015>
- Domingos, P. A., Garcia, P. P., Oliveira, A. L., & Palma-Dibb, R. G. (2011). Composite Resina color stability: influence of light sources and immersion media. *Journal of applied oral science revista FOB*, 19(3), 204-211. <https://doi.org/10.1590/s1678-77572011000300005>
- Ebaya, M. M., Ali, A. I., El-Haliem, H. A., & Mahmoud, S. H. (2022). Color stability and surface roughness of ormocer- versus methacrylate-based single shade composite in anterior restoration. *BMC oral health*, 22(1), 430. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02423-8>
- Ferracane, J. L. (2006). Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dental Materials*, 22(3), 211-222.
- Ferrando Cascales, Á., Sauro, S., Hirata, R., Astudillo-Rubio, D., Ferrando Cascales, R., Agustín-Panadero, R., & Delgado-Gaete, A. (2023). Total Rehabilitation Using Adhesive Dental Restorations in Patients with Severe Tooth Wear: A 5-Year

Retrospective Case Series Study. *Journal of clinical medicine*, 12(16), 5222.

<https://doi.org/10.3390/jcm12165222>

Gómez-Polo, C., et al. (2024). Comparative analysis of color stability and translucency in CAD/CAM and 3D-printed restorative materials. *Dental Materials*, 40(1), 88-97.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2023.10.012>

International Organization for Standardization. (2019). *Dentistry - Polymer-based restorative materials* (ISO Standard No. 4049:2019).

Khalichi, P., Cvitkovitch, D. G., & Santerre, J. P. (2025). Effects of Thermocycling on Antimicrobial Activity, Contact Angle, Surface Roughness, and Microhardness of Nanomodified Glass Ionomer Cement: An In Vitro Analysis. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 18(6), 724-732. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-3179>

Kürklü, D., Azer, S. S., Yilmaz, B., & Johnston, W. M. (2013). Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. *Journal of dentistry*, 41(11), 1043-1050. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.08.017>

Laino, A., et al. (2023). Influence of Aging on Optical Properties of 3D-Printed and Conventional Resins: A Comparative In Vitro Study. *Dental Materials*, 39(1), 45-56. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.11.008>

Lee, J., et al. (2025). Evaluating the color stability of 3D-printed resins against various solutions. *PMC Oral Health*, 23, 158-169.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10583149/>

Lim, H. J., et al. (2025). Impact of hydrothermal aging on the optical and mechanical properties of 3D-printed resins for permanent restorations. *Journal of Dentistry*, 141,

104820. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104820>

Lu, H., Roeder, L. B., Lei, L., & Powers, J. M. (2005). Effect of surface roughness on stain resistance of dental Resina composites. *Journal of esthetic and restorative dentistry*,

17(2), 102-109. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2005.tb00094.x>

Marufu, C., Kisumbi, B. K., Osiro, O. A., & Otieno, F. O. (2022). Effect of finishing protocols and staining solutions on color stability of dental Resina composites.

Clinical and experimental dental research, 8(2), 561-570.

<https://doi.org/10.1002/cre2.555>

Özdaş, D. Ö., Kazak, M., Çilingir, A., Subaşı, M. G., Tiryaki, M., & Günel, Ş. (2016). Color Stability of Composites After Short-term Oral Simulation: An in vitro Study. *The*

open dentistry journal, 10, 431-437. <https://doi.org/10.2174/1874210601610010431>

Paolone, G., et al. (2023). Color stability of 3D-printed and conventional Resinas: A 1-year simulated clinical study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*.

- Ren, Y. F., Feng, L., Serban, D., & Malmstrom, H. S. (2012). Effects of common beverage colorants on color stability of dental composite Resinas: the utility of a thermocycling stain challenge model in vitro. *Journal of dentistry*, 40(Suppl 1), e48-e56. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.04.017>
- Sulaiman, T. A., Rodgers, B., Suliman, A. A., & Johnston, W. M. (2021). Color and translucency stability of contemporary Resina-based restorative materials. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 33(6), 899-905. <https://doi.org/10.1111/jerd.12640>
- Tanaka, L. E. B., da Silva Rodrigues, C., Grangeiro, M. T. V., Campos, T. M. B., & de Melo, R. M. (2024). Characterization of 3D printed composite for final dental restorations. *Clinical oral investigations*, 28(11), 617. <https://doi.org/10.1007/s00784-024-06003-8>
- Tuncer, D., Karaman, E., & Firat, E. (2013). Does the temperature of beverages affect the surface roughness, hardness, and color stability of a composite Resina?. *European journal of dentistry*, 7(2), 165-171. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.110161>
- Ventrera, V., & Barrionuevo, M. (2024). Influencia del termociclado sobre la estabilidad del color de dos Resinas compuestas. *Revista de la Asociación Odontológica Argentina*, 112(1), e1120412. <https://doi.org/10.52979/raoa.1120412.1239>