



Facultad de Ciencias de la Salud

Posgrado de Odontología

**Tema:**

**ESTABILIDAD DEL COLOR DE RESINAS IMPRESAS 3D EXPUESTAS A  
BEBIDAS PIGMENTANTES: ESTUDIO IN VITRO**

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN OPERATORIA Y ESTÉTICA.

**Presentado por:**

Mary Elizabeth Castillo Siguenza

**Tutor:**

Dra. María José Naranjo

**Quito, abril de 2026**

## Resumen

Determinar la estabilidad del color de resinas definitivas impresas en 3D, tras su exposición durante 30 días a diferentes bebidas pigmentantes. Se evaluaron 120 especímenes en forma de disco (10 mm de diámetro  $\times$  2 mm de espesor), en base a la norma ISO 4049. Se utilizaron tres resinas definitivas impresas en 3D: Ceramic Crown (SprintRay), VarseoSmile TriniQ (BEGO) y Bio Crown Diamond (Prizma). Las muestras se imprimieron con la impresora SprintRay Pro 2 y se post polimerizaron siguiendo las instrucciones de cada fabricante. Los especímenes se distribuyeron aleatoriamente en 12 grupos ( $n = 10$ ), según el tipo de resina y la solución pigmentante: café, vino tinto, Coca-Cola y agua destilada (grupo control). Cada muestra fue sumergida durante 30 días a 37 °C. Las mediciones de color se realizaron al día 0, 2, 7 y 30 mediante un espectrofotómetro calibrado. La diferencia de color se calculó utilizando la fórmula CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ). El análisis estadístico se efectuó mediante pruebas no paramétricas, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ . Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el cambio de color entre las resinas, las soluciones pigmentantes y los tiempos de evaluación ( $p < 0,05$ ). El vino tinto generó los valores más altos de  $\Delta E_{00}$  en todos los materiales, seguido del café, mientras que la Coca-Cola produjo cambios moderados y el agua destilada valores más bajos. Ceramic Crown y TriniQ presentaron valores de diferencia de color clínicamente perceptibles e inaceptables a los 30 días ( $\Delta E_{00} > 27$ ). Bio Crown Diamond mostró valores significativamente menores de  $\Delta E_{00}$ , especialmente en Coca-Cola y agua destilada, aunque el vino tinto produjo una alteración severa a largo plazo. La estabilidad del color de las resinas impresas en 3D depende significativamente del tipo de material, la bebida pigmentante y el tiempo de exposición. Bio Crown presentó la mayor estabilidad cromática, mientras que Ceramic Crown y TriniQ fueron más susceptibles al cambio del color, particularmente tras la exposición prolongada al vino tinto.

**Palabras clave:** Resinas impresas, estabilidad de color,  $\Delta E_{00}$ , bebidas pigmentantes.

### **Declaración de aceptación de norma ética y derecho**

El presente documento se rige 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: Mary Elizabeth Castillo Siguenza.**

**C.I: 1104731193**

**Firma del postulante:**

## **Dedicatoria**

A mi hijo Joaquín, quién es mi motivo, mi fuerza y la razón de mis ganas de superación, a él que con su bendito amor hace que no desista de luchar por mis sueños, quién con su mirada su sonrisa y sus abrazos, me hacen sentir una mujer capaz de poder alcanzar todas las metas que me propongo.

## Índice

Resumen .....	9
Abstract.....	11
Introducción.....	12
Metodología.....	14
Hallazgos .....	17
Discusión .....	29
Conclusiones.....	31
Referencias .....	32

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> .....	14
------------------------	----

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 2.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 3.....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 4.....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 5.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 6.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 7.....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 8.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 9.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 10.....</b>	<b>28</b>

## ESTABILIDAD DEL COLOR DE RESINAS IMPRESAS 3D EXPUESTAS A BEBIDAS PIGMENTANTES: ESTUDIO IN VITRO

**Autor: Mary Castillo.**

Universidad de los Hemisferios

mecastillos@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

### Resumen

Determinar la estabilidad del color de resinas definitivas impresas en 3D, tras su exposición durante 30 días a diferentes bebidas pigmentantes. Se evaluaron 120 especímenes en forma de disco (10 mm de diámetro × 2 mm de espesor), en base a la norma ISO 4049. Se utilizaron tres resinas definitivas impresas en 3D: Ceramic Crown (SprintRay), VarseoSmile TriniQ (BEGO) y Bio Crown Diamond (Prizma). Las muestras se imprimieron con la impresora SprintRay Pro 2 y se post polimerizaron siguiendo las instrucciones de cada fabricante. Los especímenes se distribuyeron aleatoriamente en 12 grupos ( $n = 10$ ), según el tipo de resina y la solución pigmentante: café, vino tinto, Coca-Cola y agua destilada (grupo control). Cada muestra fue sumergida durante 30 días a 37 °C. Las mediciones de color se realizaron al día 0, 2, 7 y 30 mediante un espectrofotómetro calibrado. La diferencia de color se calculó utilizando la fórmula CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ). El análisis estadístico se efectuó mediante pruebas no paramétricas, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ . Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el cambio de color entre las resinas, las soluciones pigmentantes y los tiempos de evaluación ( $p < 0,05$ ). El vino tinto generó los valores más altos de  $\Delta E_{00}$  en todos los materiales, seguido del café, mientras que la Coca-Cola produjo cambios moderados y el agua destilada valores más bajos. Ceramic Crown y TriniQ presentaron valores de diferencia de color clínicamente perceptibles e inaceptables a

los 30 días ( $\Delta E_{00} > 27$ ). Bio Crown Diamond mostró valores significativamente menores de  $\Delta E_{00}$ , especialmente en Coca-Cola y agua destilada, aunque el vino tinto produjo una alteración severa a largo plazo. La estabilidad del color de las resinas impresas en 3D depende significativamente del tipo de material, la bebida pigmentante y el tiempo de exposición. Bio Crown presentó la mayor estabilidad cromática, mientras que Ceramic Crown y TriniQ fueron más susceptibles al cambio del color, particularmente tras la exposición prolongada al vino tinto.

**Palabras clave:** Resinas impresas, estabilidad de color,  $\Delta E_{00}$ , bebidas pigmentantes.

### Abstract

This study aimed to determine the color stability of 3D-printed permanent resins after 30 days of exposure to different staining beverages. One hundred and twenty disc-shaped specimens (10 mm in diameter × 2 mm thick) were used, based on the ISO 4049 standard. Three 3D-printed permanent resins were evaluated: Ceramic Crown (SprintRay), VarseoSmile TriniQ (BEGO), and Bio Crown Diamond (Prizma). The samples were printed with a SprintRay Pro 2 printer and post-cured according to each manufacturer's instructions. The specimens were randomly distributed into 12 groups (n = 10), according to the type of resin and staining solution: coffee, red wine, Coca-Cola, and distilled water (control group). Each sample was immersed for 30 days at 37 °C. Color measurements were performed on days 0, 2, 7, and 30 using a calibrated spectrophotometer. Color difference was calculated using the CIEDE2000 formula ( $\Delta E_{00}$ ). Statistical analysis was performed using non-parametric tests, with a significance level of  $\alpha = 0.05$ . Statistically significant differences in color change were found between the resins, staining solutions, and evaluation times ( $p < 0.05$ ). Red wine generated the highest  $\Delta E_{00}$  values in all materials, followed by coffee, while Coca-Cola produced moderate changes and distilled water the lowest values. Ceramic Crown and TriniQ showed clinically perceptible and unacceptable color difference values at 30 days ( $\Delta E_{00} > 27$ ). Bio Crown Diamond showed significantly lower  $\Delta E_{00}$  values, especially in Coca-Cola and distilled water, although red wine produced severe long-term discoloration. The color stability of 3D-printed resins significantly depends on the type of material, the staining beverage, and the exposure time. Bio Crown exhibited the greatest color stability, while Ceramic Crown and TriniQ were more susceptible to color change, particularly after prolonged exposure to red wine.

**Keywords:** 3D Printed resins, color stability,  $\Delta E_{00}$ , staining beverages.

## Introducción

La odontología convencional ha experimentado una evolución significativa desde la década de los 80, impulsada principalmente por la incorporación del sistema CAD/CAM, a través de procesos de fresado y seguida de las impresiones 3D. Esta última, ofrece amplias ventajas frente a los métodos tradicionales, como la reducción del desperdicio de material, la posibilidad de reproducir detalles finos, mayor rentabilidad y la optimización del tiempo clínico y de laboratorio, lo que la ha llevado a una expansión rápida. (Almejrad et al., 2022) Los avances en resinas fotopolimerizables, en los últimos años, han permitido la introducción de materiales impresos en 3D indicados no solo para restauraciones provisionales, sino también para tratamientos definitivos, ampliando el abanico de opciones para los pacientes y odontólogos. (E.-H. Lee et al., 2022b; Mahran et al., 2025; Prakash et al., 2024)

A pesar de las ventajas antes mencionadas, la estabilidad del color continúa siendo uno de los principales desafíos para las resinas polimerizables utilizadas en odontología restauradora. La alteración cromática de las restauraciones afecta directamente su capacidad para imitar la apariencia natural de los dientes y constituye una de las causas más frecuentes de disconformidad por parte del paciente y de reemplazo clínico. Diversos factores pueden influir en la estabilidad del color, incluyendo la composición química del material, el grado de conversión polimérica, la rugosidad superficial y la absorción de agua. (Mahran et al., 2025) En el caso específico de las resinas impresas en 3D, la polimerización por capas y la presencia de una capa superficial inhibida por oxígeno pueden incrementar su susceptibilidad a la pigmentación extrínseca así como, factores específicos de la impresión. (E.-H. Lee et al., 2022a)

Un factor determinante en la estabilidad del color de los materiales restauradores es la exposición frecuente a agentes pigmentantes, como café, vino tinto, bebidas carbonatadas y

otras soluciones con colorantes. Estudios in vitro han demostrado que estas bebidas pueden generar cambios cromáticos clínicamente perceptibles y, en algunos casos, inaceptables, especialmente tras períodos prolongados de inmersión. (Almejrad et al., 2022; Shishehian et al., 2023) En las resinas impresas en 3D, se ha observado que la magnitud en la alteración del color depende tanto del tipo de solución pigmentante como del tiempo de exposición, siendo el café y el vino tinto los agentes con mayor potencial de tinción y comparados con materiales CAD/CAM son más susceptibles a cambios cromáticos. (Almejrad et al., 2022; Nagai et al., 2025)

Por otra parte, los procedimientos de post curado, la temperatura de polimerización y el control de la inhibición por oxígeno, influyen de manera significativa en la estabilidad cromática de las resinas impresas. (Aktug Karademir et al., 2025) Un correcto grado de conversión polimérica produce menor solubilidad, menor absorción de agua y, por ende, mayor resistencia a la pigmentación. (Aktug Karademir et al., 2025; Costa Lima et al., 2026; Daghery, 2023; Kim et al., 2020; E.-H. Lee et al., 2022a, 2022b) Sin embargo, las investigaciones actuales muestran resultados heterogéneos y, en muchos casos, se limitan a evaluar materiales provisionales o a comparar tecnologías de fabricación, limitando así la evidencia sobre el comportamiento cromático de las resinas impresas en 3D comercializadas como materiales definitivos. Es por esto, que este estudio tiene como objetivo determinar la estabilidad del color de resinas definitivas impresas en 3D, tras su exposición durante 30 días a diferentes bebidas pigmentantes.

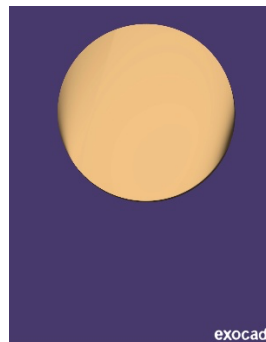
La hipótesis nula propuesta es que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las distintas resinas y las soluciones pigmentantes utilizadas tras su exposición durante 30 días.

## Metodología

Se realizó un estudio experimental in vitro. Se fabricaron 120 especímenes en forma de disco, con dimensiones estandarizadas de 10 mm de diámetro y 2 mm de espesor, conforme a la norma ISO 4049. Estos discos se diseñaron en el sistema Exocad del cual se obtuvo un archivo STL para su impresión (Figura 1). Se emplearon tres resinas impresas en 3D indicadas para uso definitivo: Ceramic Crown (SprintRay, USA), VarseoSmile TriniQ (BEGO, Alemania) y Bio Crown Diamond (Prizma, Brasil), todas en color A2.

### Figura 1

*Archivo STL para la impresión de los especímenes.*



FUENTE: Elaboración propia.

Los especímenes fueron fabricados mediante impresión 3D utilizando una impresora SprintRay Pro 2 (SprintRay, USA), conforme a los parámetros de impresión y orientación establecidos por los respectivos fabricantes de las resinas. El proceso de pos curado se realizó empleando una cámara de curado UV NanoCure (SprintRay, USA), siguiendo estrictamente los protocolos de tiempo y condiciones de curado recomendados por cada fabricante, con el fin de garantizar un grado de conversión adecuado y una polimerización homogénea de los materiales. Posterior a esto, cada muestra fue inspeccionada de manera individual mediante una lupa de 4,5× de aumento EyeMag Pro F (Zeiss, Alemania) para verificar la integridad estructural y la ausencia de defectos superficiales visibles. Las dimensiones finales fueron

corroboradas mediante un calibrador digital tipo pie de rey. Las muestras que no cumplieron los criterios establecidos fueron descartadas y reemplazadas.

Las muestras fueron distribuidas aleatoriamente en 12 grupos experimentales ( $n = 10$ ), combinando el tipo de resina y la solución de inmersión. Las soluciones utilizadas fueron: café, vino tinto, Coca-Cola y agua destilada (grupo control).

- Café: 10 g de café instantáneo disueltos en 200 mL de agua tibia.
- Coca-Cola: bebida carbonatada comercial abierta inmediatamente antes del uso.
- Vino tinto: vino tipo Merlot abierto al momento de la inmersión.
- Agua destilada: utilizada como control.

Cada muestra fue sumergida individualmente en 10 mL de la solución correspondiente y almacenada durante 30 días en una incubadora a 37 °C, en condiciones de oscuridad. Las soluciones fueron renovadas cada 48 horas para garantizar una capacidad pigmentante constante durante todo el período experimental.

Las mediciones de color se realizaron antes de la inmersión (baseline) y tras 2, 7 y 30 días de exposición. Previo a cada medición, las muestras fueron enjuagadas con agua destilada durante 30 segundos y secadas suavemente con papel absorbente, con el fin de eliminar pigmentos superficiales no adheridos.

Se utilizó un espectrofotómetro VITA Easyshade (VITA Zahnfabrik, Alemania), previamente calibrado según las indicaciones del fabricante. Las mediciones se realizaron sobre un fondo gris neutro, registrándose tres lecturas consecutivas por muestra, cuyo valor promedio fue utilizado para el análisis.

Los valores cromáticos se registraron usando el sistema CIELab, y la diferencia de color fue calculada mediante la fórmula CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ), debido a su mayor correlación

con la percepción visual clínica. Los datos obtenidos fueron registrados en hojas de cálculo Microsoft Excel para su posterior análisis estadístico.

En la tabla 1. se observan la organización de los grupos experimentales

**Tabla 1**

*Distribución de los grupos*

<b>GRUPO</b>	<b>RESINA</b>	<b>BEBIDA PIGMENTANTE</b>
<b>1</b>	Ceramic Crown (SprintRay)	Café
<b>2</b>	Ceramic Crown (SprintRay)	Vino tinto
<b>3</b>	Ceramic Crown (SprintRay)	Coca-cola
<b>4</b>	Ceramic Crown (SprintRay)	Agua destilada
<b>5</b>	VarseoSmile TriniQ (BEGO)	Café
<b>6</b>	VarseoSmile TriniQ (BEGO)	Vino tinto
<b>7</b>	VarseoSmile TriniQ (BEGO)	Coca-cola
<b>8</b>	VarseoSmile TriniQ (BEGO)	Agua destilada
<b>9</b>	Bio Crown Diamond (Prizma)	Café
<b>10</b>	Bio Crown Diamond (Prizma)	Vino tinto
<b>11</b>	Bio Crown Diamond (Prizma)	Coca-cola
<b>12</b>	Bio Crown Diamond (Prizma)	Agua destilada

FUENTE: Elaboración propia.

El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS, inicialmente se realizó la prueba de normalidad con la prueba de Shapiro – Wilk, seguido del análisis de Kruskal–Wallis.

## Hallazgos

La prueba de Shapiro–Wilk para la normalidad de la distribución evidenció que los valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  no siguieron una distribución normal en ninguno de los subgrupos analizados, definidos por tipo de resina, solución pigmentante y momento de medición ( $p \leq 0,05$ ). Por tanto, se emplearon pruebas estadísticas no paramétricas para el análisis comparativo de los datos.

Comparando el efecto de las soluciones pigmentantes sobre las variables cromáticas, para cada una de las resinas evaluadas, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las soluciones de inmersión en la mayoría de los tiempos de medición, tanto para los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  ( $p < 0,05$ ).

En el tiempo inicial (día 0), no se evidenciaron diferencias significativas entre soluciones para las resinas TriniQ y BioCrown ( $p=,087$  y  $,097$  respectivamente) para la variable  $L$ , así como para la resina BioCrown y la variable  $b^*$  ( $p=,252$ ), lo que indica una distribución cromática comparable antes del proceso de envejecimiento. Sin embargo, a partir del día 2 y de manera más marcada en los días 7 y 30, las diferencias entre soluciones se volvieron estadísticamente significativas en prácticamente todas las resinas y parámetros evaluados ( $p < 0,001$ ).

El vino tinto y el café mostraron consistentemente los mayores rangos promedio de alteración cromática, mientras que Coca-Cola presentó cambios intermedios. El grupo control (agua destilada) exhibió los menores cambios de color a lo largo del tiempo, manteniendo valores cromáticos más estables en comparación con las soluciones pigmentantes.

**Tabla 2**

*Comparación del efecto de las soluciones pigmentantes sobre la variable cromática L, para cada una de las resinas evaluadas.*

<b>Variable cromática L*</b>						
<b>Tipo de resina</b>	<b>Día de toma</b>	<b>Solución Pigmentante</b>	<b>Rango Promedio</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Sig</b>
CermicCrown	0	Café	9,25	90,7	1,1	Sig, 003
CermicCrown	0	Vino	27,6			
CermicCrown	0	coca Cola	22,7			
CermicCrown	0	Agua destilada	22,45			
CermicCrown	2	Café	12,3	81,9	2,1	Sig, 000
CermicCrown	2	Vino	9			
CermicCrown	2	coca Cola	29,95			
CermicCrown	2	Agua destilada	30,75			
CermicCrown	7	Café	14,35	84,3	2,1	Sig, 000
CermicCrown	7	Vino	6,65			
CermicCrown	7	coca Cola	34,25			
CermicCrown	7	Agua destilada	26,75			
CermicCrown	30	Café	16,1	70,8	12,0	Sig, 000
CermicCrown	30	Vino	5,5			
CermicCrown	30	coca Cola	35,5			
CermicCrown	30	Agua destilada	24,9			
TriniQ	0	Café	20,95	89,1	0,2	Sig, 087
TriniQ	0	Vino	25,95			
TriniQ	0	coca Cola	13,25			
TriniQ	0	Agua destilada	21,85			
TriniQ	2	Café	13,1	80,7	12,4	Sig, 000
TriniQ	2	Vino	11,8			
TriniQ	2	coca Cola	31,3			
TriniQ	2	Agua destilada	25,8			
TriniQ	7	Café	16,25	83	1,5	Sig, 000
TriniQ	7	Vino	5,5			
TriniQ	7	coca Cola	33,15			
TriniQ	7	Agua destilada	27,1			
TriniQ	30	Café	23,6	65	8,2	Sig, 000
TriniQ	30	Vino	5,5			
TriniQ	30	coca Cola	28,9			
TriniQ	30	Agua destilada	24			
BioCrown	0	Café	26,95	71,1	0,3	Sig, 097

<b>BioCrown</b>	0	Vino	22,75			
<b>BioCrown</b>	0	coca Cola	15,85			
<b>BioCrown</b>	0	Agua destilada	16,45			
<b>BioCrown</b>	2	Café	10,7	73	1,5	Sig, 000
<b>BioCrown</b>	2	Vino	10,3			
<b>BioCrown</b>	2	coca Cola	33,6			
<b>BioCrown</b>	2	Agua destilada	27,4			
<b>BioCrown</b>	7	Café	9,75	79,7	3	Sig, 000
<b>BioCrown</b>	7	Vino	11,25			
<b>BioCrown</b>	7	coca Cola	34,75			
<b>BioCrown</b>	7	Agua destilada	26,25			
<b>BioCrown</b>	30	Café	17,5	62,6	10,9	Sig, 000
<b>BioCrown</b>	30	Vino	5,6			
<b>BioCrown</b>	30	coca Cola	28,1			
<b>BioCrown</b>	30	Agua destilada	30,8			

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 3**

*Comparación del efecto de las soluciones pigmentantes sobre la variable cromática a\*, para cada una de las resinas evaluadas.*

Variable cromática a*						
Tipo de resina	Día de toma	Solución Pigmentante	Rango Promedio	Media	DE	Sig
<b>CermicCrown</b>	0	Café	11,95	2	0,2	Sig, 000
<b>CermicCrown</b>	0	Vino	14,15			
<b>CermicCrown</b>	0	coca Cola	25,95			
<b>CermicCrown</b>	0	Agua destilada	29,95			
<b>CermicCrown</b>	2	Café	28,85	0,9	0,9	Sig, 000
<b>CermicCrown</b>	2	Vino	31,6			
<b>CermicCrown</b>	2	coca Cola	10,7			
<b>CermicCrown</b>	2	Agua destilada	10,85			
<b>CermicCrown</b>	7	Café	28,5	1,8	0,9	Sig, 000
<b>CermicCrown</b>	7	Vino	32,5			
<b>CermicCrown</b>	7	coca Cola	7,5			
<b>CermicCrown</b>	7	Agua destilada	13,5			
<b>CermicCrown</b>	30	Café	25,5	3,6	2,0	Sig, 000
<b>CermicCrown</b>	30	Vino	25,5			
<b>CermicCrown</b>	30	coca Cola	5,5			
<b>CermicCrown</b>	30	Agua destilada	15,5			
<b>TriniQ</b>	0	Café	11,05	1,6	0,1	Sig, 013

TriniQ	0	Vino	23			
TriniQ	0	coca Cola	21,8			
TriniQ	0	Agua destilada	26,15			
TriniQ	2	Café	26,5	0,4	0,3	Sig, 000
TriniQ	2	Vino	33,95			
TriniQ	2	coca Cola	9,15			
TriniQ	2	Agua destilada	12,4			
TriniQ	7	Café	25	1,9	0,5	Sig, 000
TriniQ	7	Vino	34			
TriniQ	7	coca Cola	12,65			
TriniQ	7	Agua destilada	10,35			
TriniQ	30	Café	19,65	4,2	1,3	Sig, 000
TriniQ	30	Vino	35,5			
TriniQ	30	coca Cola	13,4			
TriniQ	30	Agua destilada	13,45			
BioCrown	0	Café	16,5	1,3	0,9	Sig, 002
BioCrown	0	Vino	21,3			
BioCrown	0	coca Cola	13,2			
BioCrown	0	Agua destilada	31			
BioCrown	2	Café	10,3	1,5	2,1	Sig, 011
BioCrown	2	Vino	21,25			
BioCrown	2	coca Cola	25			
BioCrown	2	Agua destilada	25,45			
BioCrown	7	Café	32,65	0,7	0,5	Sig, 001
BioCrown	7	Vino	21,5			
BioCrown	7	coca Cola	14,2			
BioCrown	7	Agua destilada	13,65			
BioCrown	30	Café	26,5	3,9	2,9	Sig, 000
BioCrown	30	Vino	32,5			
BioCrown	30	coca Cola	12			
BioCrown	30	Agua destilada	11			

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 4**

*Comparación del efecto de las soluciones pigmentantes sobre la variable cromática b\*, para cada una de las resinas evaluadas.*

Variable cromática b*						
Tipo de resina	Día de toma	Solución Pigmentante	Rango Promedio	Media	DE	Sig
CermicCrown	0	Café	6,25	40,6	5,1	Sig, 000

<b>CermicCrown</b>	0	Vino	17,65			
<b>CermicCrown</b>	0	coca Cola	25,85			
<b>CermicCrown</b>	0	Agua destilada	32,25			
<b>CermicCrown</b>	2	Café	35,5	33,3	2,3	Sig, 000
<b>CermicCrown</b>	2	Vino	16,45			
<b>CermicCrown</b>	2	coca Cola	18,35			
<b>CermicCrown</b>	2	Agua destilada	11,7			
<b>CermicCrown</b>	7	Café	35,5	33,5	2,3	Sig, 000
<b>CermicCrown</b>	7	Vino	21,6			
<b>CermicCrown</b>	7	coca Cola	11,1			
<b>CermicCrown</b>	7	Agua destilada	13,8			
<b>CermicCrown</b>	30	Café	35,35	30	3,3	Sig, 000
<b>CermicCrown</b>	30	Vino	5,5			
<b>CermicCrown</b>	30	coca Cola	15,7			
<b>CermicCrown</b>	30	Agua destilada	25,45			
<b>TriniQ</b>	0	Café	25,85	33,1	0,3	Sig, 007
<b>TriniQ</b>	0	Vino	14,3			
<b>TriniQ</b>	0	coca Cola	27,8			
<b>TriniQ</b>	0	Agua destilada	14,05			
<b>TriniQ</b>	2	Café	35,5	27,4	0,8	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	2	Vino	15,05			
<b>TriniQ</b>	2	coca Cola	7,25			
<b>TriniQ</b>	2	Agua destilada	24,2			
<b>TriniQ</b>	7	Café	33,55	28,5	0,6	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	7	Vino	8,7			
<b>TriniQ</b>	7	coca Cola	23,1			
<b>TriniQ</b>	7	Agua destilada	16,65			
<b>TriniQ</b>	30	Café	34,45	33,2	32,2	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	30	Vino	6,45			
<b>TriniQ</b>	30	coca Cola	20,1			
<b>TriniQ</b>	30	Agua destilada	21			
<b>BioCrown</b>	0	Café	17,55	25	0,5	Sig, 252
<b>BioCrown</b>	0	Vino	23,45			
<b>BioCrown</b>	0	coca Cola	24,75			
<b>BioCrown</b>	0	Agua destilada	16,25			
<b>BioCrown</b>	2	Café	29,6	24,3	2,5	Sig, 011
<b>BioCrown</b>	2	Vino	31,35			
<b>BioCrown</b>	2	coca Cola	10,95			
<b>BioCrown</b>	2	Agua destilada	10,1			
<b>BioCrown</b>	7	Café	30,25	23,5	4,2	Sig, 000

<b>BioCrown</b>	7	Vino	30,75			
<b>BioCrown</b>	7	coca Cola	9,05			
<b>BioCrown</b>	7	Agua destilada	11,95			
<b>BioCrown</b>	30	Café	35,5	23,2	3,1	Sig, 000
<b>BioCrown</b>	30	Vino	25,5			
<b>BioCrown</b>	30	coca Cola	14,85			
<b>BioCrown</b>	30	Agua destilada	6,15			

FUENTE: Elaboración propia.

Por otro lado, cuando se comparó los distintos tipos de resina bajo una misma solución pigmentante y en un mismo momento experimental, la prueba de Kruskal–Wallis reveló diferencias estadísticamente significativas para los parámetros L\*, a\* y b\* en la mayoría de las combinaciones analizadas ( $p < 0,05$ ).

Estas diferencias se hicieron más evidentes conforme aumentó el tiempo de exposición, especialmente a los 30 días, lo que sugiere un comportamiento cromático dependiente del material frente al envejecimiento por soluciones pigmentantes. BioCrown presentó rangos promedios consistentemente más bajos que TriniQ y CercamicCrown para las variables L\*, a\* y b\* independientemente de la solución y del tiempo de evaluación, lo que parece indicar una mayor estabilidad cromática. Mientras que, Ceramic Crown mostró reiteradamente más altos en comparación con las otras dos resinas.

### Tabla 5

*Comparación de los tipos de resina bajo una misma solución pigmentante en un mismo momento experimental sobre la variable cromática L\*.*

Variable Cromática L*						
Tipo de resina	Día de toma	Solución Pigmentante	Rango Promedio	Media	DE	Sig
<b>Cermic Crown</b>	0	Café	23,5	83,4	8,8	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	0	Café	17,5			
<b>BioCrown</b>	0	Café	5,5			
<b>Cermic Crown</b>	0	Vino	25,5	83,8	9,1	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	0	Vino	15,5			
<b>BioCrown</b>	0	Vino	5,5			
<b>Cermic Crown</b>	0	Coca Cola	25,5	83,7	9,2	Sig, 000

<b>TriniQ</b>	0	Coca Cola	15,5			
<b>BioCrown</b>	0	Coca Cola	5,5			
<b>Cermic Crow</b>	0	Agua Destilada	25,5	83,7	9,2	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	0	Agua Destilada	15,5			
<b>BioCrown</b>	0	Agua Destilada	5,5			
<b>Cermic Crow</b>	2	Café	17,8	78,1	4,7	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	2	Café	23,2			
<b>BioCrown</b>	2	Café	5,5			
<b>Cermic Crow</b>	2	Vino	18,35	77,8	5	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	2	Vino	22,65			
<b>BioCrown</b>	2	Vino	5,5			
<b>Cermic Crow</b>	2	Coca Cola	18,4	78,1	14,6	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	2	Coca Cola	21,6			
<b>BioCrown</b>	2	Coca Cola	6,5			
<b>Cermic Crow</b>	2	Agua Destilada	21,8	79,9	4,3	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	2	Agua Destilada	19,2			
<b>BioCrown</b>	2	Agua Destilada	5,5			
<b>Cermic Crow</b>	7	Café	22,2	81,1	3,1	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	7	Café	18,8			
<b>BioCrown</b>	7	Café	5,5			
<b>Cermic Crown</b>	7	Vino	23,25	80	2,4	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	7	Vino	17,75			
<b>BioCrown</b>	7	Vino	5,5			
<b>Cermic Crown</b>	7	Coca Cola	25,5	84,6	1,5	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	7	Coca Cola	15,2			
<b>BioCrown</b>	7	Coca Cola	5,8			
<b>Cermic Crown</b>	7	Agua Destilada	25,5	83,9	1,6	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	7	Agua Destilada	15,5			
<b>BioCrown</b>	7	Agua Destilada	5,5			
<b>Cermic Crown</b>	30	Café	20,85	61,1	2,1	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	30	Café	20,15			
<b>BioCrown</b>	30	Café	5,5			
<b>Cermic Crown</b>	30	Vino	22,55	51	4,8	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	30	Vino	18,4			
<b>BioCrown</b>	30	Vino	5,55			
<b>Cermic Crown</b>	30	Coca Cola	25,5	76,1	10,1	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	30	Coca Cola	9,4			
<b>BioCrown</b>	30	Coca Cola	11,6			
<b>Cermic Crown</b>	30	Agua Destilada	21,3	70,3	2,8	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	30	Agua Destilada	6,3			

<b>BioCrown</b>	30	Agua Destilada	18,9
-----------------	----	----------------	------

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 6**

*Comparación de los tipos de resina bajo una misma solución pigmentante en un mismo momento experimental sobre la variable cromática a\*.*

Variable Cromática a*						
Tipo de resina	Día de toma	Solución Pigmentante	Rango Promedio	Media	DE	Sig
<b>Cermic Crown</b>	0	Café	21,75	1,5	0,3	Sig, 001
<b>TriniQ</b>	0	Café	17,5			
<b>BioCrown</b>	0	Café	7,25			
<b>Cermic Crown</b>	0	Vino	25,5	1,6	0,3	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	0	Vino	15,5			
<b>BioCrown</b>	0	Vino	5,5			
<b>Cermic Crown</b>	0	Coca Cola	25,5	1,6	0,4	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	0	Coca Cola	15,35			
<b>BioCrown</b>	0	Coca Cola	5,65			
<b>Cermic Crow</b>	0	Agua Destilada	25,5	1,7	0,3	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	0	Agua Destilada	14,3			
<b>BioCrown</b>	0	Agua Destilada	6,7			
<b>Cermic Crow</b>	2	Café	24	0,8	0,3	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	2	Café	6,7			
<b>BioCrown</b>	2	Café	15,8			
<b>Cermic Crow</b>	2	Vino	19,45	1,3	1	Sig, 146
<b>TriniQ</b>	2	Vino	11,75			
<b>BioCrown</b>	2	Vino	15,3			
<b>Cermic Crow</b>	2	Coca Cola	12,75	0,6	0,6	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	2	Coca Cola	8,25			
<b>BioCrown</b>	2	Coca Cola	25,5			
<b>Cermic Crow</b>	2	Agua Destilada	11,8	1	2,5	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	2	Agua Destilada	9,2			
<b>BioCrown</b>	2	Agua Destilada	25,5			
<b>Cermic Crow</b>	7	Café	24,55	1,8	0,5	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	7	Café	15,8			
<b>BioCrown</b>	7	Café	6,15			
<b>Cermic Crown</b>	7	Vino	21,2	2,1	1,2	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	7	Vino	19,7			
<b>BioCrown</b>	7	Vino	5,6			
<b>Cermic Crown</b>	7	Coca Cola	15,5	1	0,6	Sig, 000

TriniQ	7	Coca Cola	25,5			
BioCrown	7	Coca Cola	5,5			
Cermic Crown	7	Agua Destilada	15,55	1	0,5	Sig, 000
TriniQ	7	Agua Destilada	25,45			
BioCrown	7	Agua Destilada	5,5			
Cermic Crown	30	Café	25,5	3,8	0,5	Sig, 000
TriniQ	30	Café	14,2			
BioCrown	30	Café	6,8			
Cermic Crown	30	Vino	10,7	7	1,9	Sig, 014
TriniQ	30	Vino	13,95			
BioCrown	30	Vino	21,85			
Cermic Crown	30	Coca Cola	5,5	2,1	1,2	Sig, 000
TriniQ	30	Coca Cola	24,8			
BioCrown	30	Coca Cola	16,2			
Cermic Crown	30	Agua Destilada	15,45	2,9	0,6	Sig, 000
TriniQ	30	Agua Destilada	25,5			
BioCrown	30	Agua Destilada	5,55			

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 7**

*Comparación de los tipos de resina bajo una misma solución pigmentante en un mismo momento experimental sobre la variable cromática b\*.*

Variable Cromática b*						
Tipo de resina	Día de toma	Solución Pigmentante	Rango Promedio	Media	DE	Sig
Cermic Crown	0	Café	24,5	32,2	5,8	Sig, 000
TriniQ	0	Café	16,5			
BioCrown	0	Café	5,5			
Cermic Crown	0	Vino	25,5	32,8	6,2	Sig, 000
TriniQ	0	Vino	15,5			
BioCrown	0	Vino	5,5			
Cermic Crown	0	Coca Cola	25,5	34	9,2	Sig, 000
TriniQ	0	Coca Cola	15,5			
BioCrown	0	Coca Cola	5,5			
Cermic Crow	0	Agua Destilada	25,5	32,7	6,6	Sig, 000
TriniQ	0	Agua Destilada	15,5			
BioCrown	0	Agua Destilada	5,5			
Cermic Crow	2	Café	25,5	30,1	4,2	Sig, 000
TriniQ	2	Café	15,5			
BioCrown	2	Café	5,5			

<b>Cermic Crow</b>	2	Vino	23,5	28,4	3,5	Sig, 002
<b>TriniQ</b>	2	Vino	11			
<b>BioCrown</b>	2	Vino	12			
<b>Cermic Crow</b>	2	Coca Cola	25,5	27,3	4,4	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	2	Coca Cola	15,5			
<b>BioCrown</b>	2	Coca Cola	5,5			
<b>Cermic Crow</b>	2	Agua Destilada	25,5	27,4	4,4	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	2	Agua Destilada	15,5			
<b>BioCrown</b>	2	Agua Destilada	5,5			
<b>Cermic Crow</b>	7	Café	25,5	30,9	3,9	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	7	Café	14,2			
<b>BioCrown</b>	7	Café	6,8			
<b>Cermic Crown</b>	7	Vino	25,4	29,1	2,4	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	7	Vino	10,75			
<b>BioCrown</b>	7	Vino	10,35			
<b>Cermic Crown</b>	7	Coca Cola	25,5	26,5	5	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	7	Coca Cola	15,5			
<b>BioCrown</b>	7	Coca Cola	5,5			
<b>Cermic Crown</b>	7	Agua Destilada	25,5	26,2	5,1	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	7	Agua Destilada	15,5			
<b>BioCrown</b>	7	Agua Destilada	5,5			
<b>Cermic Crown</b>	30	Café	24,5	31,2	3,1	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	30	Café	16,5			
<b>BioCrown</b>	30	Café	5,5			
<b>Cermic Crown</b>	30	Vino	24,7	24,1	1,9	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	30	Vino	6,75			
<b>BioCrown</b>	30	Vino	15,05			
<b>Cermic Crown</b>	30	Coca Cola	17	33	37,5	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	30	Coca Cola	23,65			
<b>BioCrown</b>	30	Coca Cola	5,85			
<b>Cermic Crown</b>	30	Agua Destilada	19,3	26,8	4,8	Sig, 000
<b>TriniQ</b>	30	Agua Destilada	21,7			
<b>BioCrown</b>	30	Agua Destilada	5,5			

FUENTE: Elaboración propia.

Los valores de CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) mostraron diferencias bien notables entre los tipos de resina, tiempos de evaluación y soluciones pigmentantes. Las resinas Ceramic Crown y TriniQ evidenciaron diferencias de color con incrementos progresivos clínicamente perceptibles e inaceptables, especialmente tras 30 días de inmersión en la solución de vino

tinto. Por otro lado, Bio Crown presentó valores de  $\Delta E_{00}$  significativamente menores en la mayoría de las soluciones, manteniéndose bastante cercano al umbral clínico para coca cola y agua destilada, aunque, el vino tinto generó cambios severos a largo plazo. Para todas las resinas, el mayor cambio cromático se observó al día 30, confirmando el efecto acumulativo del envejecimiento.

**Tabla 8**

*CIEDE2000 de la resina Ceramic Crown comparando el día de toma y la solución pigmentante.*

<b>Ceramic Crown</b>		
<b>Día de toma</b>	<b>Solución Pigmentante</b>	<b><math>\Delta E_{00}</math></b>
<b>0 vs 2</b>	Café	5.8
<b>0 vs 7</b>	Café	4.3
<b>0 vs 30</b>	Café	15.1
<b>0 vs 2</b>	Vino Tinto	8
<b>0 vs 7</b>	Vino Tinto	7
<b>0 vs 30</b>	Vino Tinto	27.9
<b>0 vs 2</b>	Coca Cola	6.2
<b>0 vs 7</b>	Coca Cola	5.5
<b>0 vs 30</b>	Coca Cola	5.9
<b>0 vs 2</b>	Agua Destilada	6.2
<b>0 vs 7</b>	Agua Destilada	5
<b>0 vs 30</b>	Agua Destilada	13.7

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 9**

*CIEDE2000 de la resina TriniQ comparando el día de toma y la solución pigmentante.*

<b>TriniQ</b>		
<b>Día de toma</b>	<b>Solución Pigmentante</b>	<b><math>\Delta E_{00}</math></b>
<b>0 vs 2</b>	Café	5.3
<b>0 vs 7</b>	Café	4.3
<b>0 vs 30</b>	Café	14.8
<b>0 vs 2</b>	Vino Tinto	5.3
<b>0 vs 7</b>	Vino Tinto	6.2
<b>0 vs 30</b>	Vino Tinto	29.1
<b>0 vs 2</b>	Coca Cola	9.3
<b>0 vs 7</b>	Coca Cola	3.7
<b>0 vs 30</b>	Coca Cola	13.4

<b>0 vs 2</b>	Agua Destilada	4.9
<b>0 vs 7</b>	Agua Destilada	4
<b>0 vs 30</b>	Agua Destilada	15.3

FUENTE: Elaboración propia.

### Tabla 10

*CIEDE2000 de la resina Bio Crown comparando el día de toma y la solución pigmentante.*

<b>BioCrown</b>		
<b>Día de toma</b>	<b>Solución Pigmentante</b>	<b><math>\Delta E_{00}</math></b>
<b>0 vs 2</b>	Café	0,7
<b>0 vs 7</b>	Café	4,3
<b>0 vs 30</b>	Café	5,6
<b>0 vs 2</b>	Vino Tinto	0,7
<b>0 vs 7</b>	Vino Tinto	4,4
<b>0 vs 30</b>	Vino Tinto	23,8
<b>0 vs 2</b>	Coca Cola	3
<b>0 vs 7</b>	Coca Cola	9
<b>0 vs 30</b>	Coca Cola	3
<b>0 vs 2</b>	Agua Destilada	2,9
<b>0 vs 7</b>	Agua Destilada	8,4
<b>0 vs 30</b>	Agua Destilada	2,4

FUENTE: Elaboración propia.

## Discusión

Tras rechazar la hipótesis nula, se identificó que, si existieron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes resinas tras la exposición a bebidas pigmentantes durante 30 días, concordando así con la literatura disponible sobre este tema. (Almejrad et al., 2022; Alshamrani et al., 2024; Shishehian et al., 2023)

Con relación a la simulación del envejecimiento, para evaluar la estabilidad de color, se han descrito dos métodos, el envejecimiento acelerado y la inmersión en diferentes soluciones. Este último, utilizado en el presente estudio, permitió comparar el desempeño relativo de las resinas bajo condiciones estandarizadas como se describe en varias investigaciones. (Almejrad et al., 2022; Alshamrani et al., 2024; Ozkanoglu & G Akin, 2020) En este marco, nuestros resultados mostraron que el vino tinto fue la bebida con mayor capacidad pigmentante a lo largo del tiempo, reflejando valores de  $\Delta E_{00} > 23$  unidades a los 30 días para todas las resinas analizadas. Mientras que el café fue la segunda bebida más pigmentante, seguida de la Coca-Cola, la cual generó cambios cromáticos moderados. Este patrón es coherente con reportes que atribuyen el efecto del café y del vino tinto a la presencia de colorantes, acidez y compuestos que favorecen la penetración/adsorción a través del material, lo cual acelera la tinción y el deterioro superficial. (Almejrad et al., 2022; Lask et al., 2024; Nagai et al., 2025; Paolone et al., 2023)

Este hallazgo es coherente debido a que varios estudios revelan que la presencia de taninos, polifenoles y pigmentos hidrofílicos, favorecen tanto la adsorción superficial como la absorción dentro de la matriz resinosa, además de que los taninos pueden contribuir al aumento de rugosidad y, con ello, a mayor retención de pigmentos. (Daghery, 2023; Paolone et al., 2023) En nuestro estudio, el predominio del vino sobre el café sugiere un potencial cromogénico más agresivo del primero en este tipo de resinas, lo cual resulta clínicamente relevante para restauraciones estéticas expuestas de manera frecuente a este tipo de bebida.

En cuanto al comportamiento del material, Ceramic Crown y VarseoSmile TriniQ presentaron valores de  $\Delta E_{00}$  bastante más elevados que Bio Crown Diamond, lo que parece mostrar una mejor estabilidad cromática relativa de esta última. Tomando en cuenta que para los materiales de impresión factores como polimerización incompleta, sorción de agua, reactividad química y rugosidad superficial, pueden intervenir en la estabilidad de color y estos varían dependiendo de cada casa comercial. (Alshamrani et al., 2024) Asimismo, la capa inhibida de oxígeno y un post curado deficiente son elementos que influyen sobre esta variable. Por lo que, aun siguiendo las indicaciones del fabricante, bajo estrictos protocolos, diferencias en grado de conversión y microestructura pueden traducirse en una distinta susceptibilidad a pigmentación a mediano y largo plazo.

Con respecto al análisis de coordenadas cromáticas, se pudo identificar que tras una disminución de los valores de  $*L$  y un aumento en los valores de  $*b$ , la alteración de color estuvo caracterizada por una disminución de luminosidad y un amarillamiento de las muestras. Estos resultados son clínicamente consistentes con la percepción visual de restauraciones teñidas por café y vino, en donde estos cambios de color son los más evidentes para el paciente y el clínico.

Dentro de las limitaciones del estudio cabe mencionar que no se realizaron procedimientos de acabado, pulido o glaseado de las muestras. Asimismo, no se evaluaron diferentes métodos de post curado. Varias investigaciones muestran que los tratamientos de las superficies y los métodos de post curado modifican la rugosidad y la adsorción de pigmentos, mejorando la estabilidad cromática (Aktug Karademir et al., 2025; Costa Lima et al., 2026; Daghreery, 2023; Kim et al., 2020; Lask et al., 2025; E.-H. Lee et al., 2022a, 2022b; S.-Y. Lee et al., 2022; Mudhaffer et al., 2024) En consecuencia, estos resultados muestran un comportamiento intrínseco de las resinas impresas, sin tomar en cuenta el efecto que pueda producir el tratamiento de la superficie en estos materiales. Futuras investigaciones deberían

tomar en cuenta estas variables sobre la estabilidad del color, así como integrar métodos de envejecimiento que incluyan termo ciclado.

### **Conclusiones**

Dentro de las limitaciones de este estudio se pudo concluir que:

La estabilidad cromática de las resinas definitivas impresas en 3D se vio significativamente influenciada por el tipo de resina, bebida pigmentante y tiempo de exposición.

La resina Bio Crown Diamond mostró una mejor estabilidad cromática que Ceramic Crown y VarseoSmile TriniQ, independientemente de la solución pigmentante. Sin embargo, todos los materiales mostraron cambios cromáticos drásticos tras la exposición prolongada al vino tinto.

El vino tinto fue la bebida pigmentante que produjo mayores cambios cromáticos en todas las resinas analizadas, seguida del café. La coca cola causó cambios moderados. Estos cambios se intensificaron tras el tiempo de exposición, alcanzando valores de  $\Delta E_{00}$  clínicamente inaceptables.

La alteración del color estuvo principalmente caracterizada por un oscurecimiento ( $L^*$  disminuido) y un amarillamiento ( $b^*$  aumentado) de las muestras.

### Referencias

- Aktug Karademir, S., Atasoy, S., Akarsu, S., & Karaaslan, E. (2025). Effects of post-curing conditions on degree of conversion, microhardness, and stainability of 3D printed permanent resins. *BMC Oral Health*, *25*(1), 304. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05664-5>
- Almejrads, L., Yang, C., Morton, D., & Lin, W. (2022). The Effects of Beverages and Surface Treatments on the Color Stability of 3D-Printed Interim Restorations. *Journal of Prosthodontics*, *31*(2), 165–170. <https://doi.org/10.1111/jopr.13377>
- Alshamrani, S. A., Alobaid, B. F., & Alharkan, H. M. (2024). Comparative Analysis of Color Stability among 3D-Printed Resin-Based, CAD/CAM, and Conventional Interim Fixed Prosthodontic Materials. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, *16*(Suppl 5), S4618–S4622. [https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs\\_1016\\_24](https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1016_24)
- Costa Lima, A. C. do R., Feiten, I. L. de A., Couto Neto, M. P., Magalhães Filho, T. R., Cavalcante, L. M. A., & Schneider, L. F. J. (2026). Post-curing strategies for enhanced polymerization and color stability in 3D-printed composite crowns. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, *173*, 107235. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2025.107235>
- 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>
- Kim, D., Shim, Ji-Suk, Lee, D., Shin, S.-H., Nam, N.-E., Park, K.-H., Shim, June-Sung, & Kim, J.-E. (2020). Effects of Post-Curing Time on the Mechanical and Color Properties of Three-Dimensional Printed Crown and Bridge Materials. *Polymers*, *12*(11), 2762. <https://doi.org/10.3390/polym12112762>

- Lask, M., Mayinger, F., Reymus, M., Meinen, J., & Stawarczyk, B. (2025). Impact of Glazing, Coating, and Polishing on the Color Stability and Surface Properties of a 3D Printed Resin and Two Veneering Composite Resins. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 37(7), 1814–1826.  
<https://doi.org/10.1111/jerd.13462>
- Lask, M., Stawarczyk, B., Reymus, M., Meinen, J., & Mayinger, F. (2024). Impact of varnishing, coating, and polishing on the chemical and mechanical properties of a 3D printed resin and two veneering composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 132(2), 466.e1-466.e9. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.05.006>
- Lee, E.-H., Ahn, J.-S., Lim, Y.-J., Kwon, H.-B., & Kim, M.-J. (2022a). Effect of layer thickness and printing orientation on the color stability and stainability of a 3D-printed resin material. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 127(5), 784.e1-784.e7.  
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.01.024>
- Lee, E.-H., Ahn, J.-S., Lim, Y.-J., Kwon, H.-B., & Kim, M.-J. (2022b). Effect of post-curing time on the color stability and related properties of a tooth-colored 3D-printed resin material. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 126, 104993.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104993>
- Lee, S.-Y., Lim, J.-H., Kim, D., Lee, D.-H., Kim, S. G., & Kim, J.-E. (2022). Evaluation of the color stability of 3D printed resin according to the oxygen inhibition effect and temperature difference in the post-polymerization process. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 136, 105537.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2022.105537>
- Mahran, G. A., El-Banna, A., & El-Korashy, D. I. (2025). Evaluation of a 3D-printed nanohybrid resin composite versus a milled resin composite for flexural strength, wear

and color stability. *BMC Oral Health*, 25(1), 572. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05861-2>

Mudhaffer, S., Althagafi, R., Haider, J., Satterthwaite, J., & Silikas, N. (2024). Effects of printing orientation and artificial ageing on martens hardness and indentation modulus of 3D printed restorative resin materials. *Dental Materials*, 40(7), 1003–1014. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2024.05.005>

Nagai, T., Alfaraj, A., Chu, T. G., Yang, C., & Lin, W. (2025). Color stability of CAD-CAM hybrid ceramic materials following immersion in artificial saliva and wine. *Journal of Prosthodontics*, 34(8), 836–844. <https://doi.org/10.1111/jopr.13868>

Ozkanoglu, S., & G Akin, E. (2020). Evaluation of the effect of various beverages on the color stability and microhardness of restorative materials. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 23(3), 322. [https://doi.org/10.4103/njcp.njcp\\_306\\_19](https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_306_19)

Paolone, G., Mandurino, M., De Palma, F., Mazzitelli, C., Scotti, N., Breschi, L., Gherlone, E., Cantatore, G., & Vichi, A. (2023). Color Stability of Polymer-Based Composite CAD/CAM Blocks: A Systematic Review. *Polymers*, 15(2), 464. <https://doi.org/10.3390/polym15020464>

Prakash, J., Shenoy, M., Alhasmi, A., Al Saleh, A. A., C, S. G., & Shivakumar, S. (2024). Biocompatibility of 3D-Printed Dental Resins: A Systematic Review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.51721>

Shishehian, A., Firouz, F., Khazae, S., Rajabi, H., Farhadian, M., & Niaghiha, F. (2023). Evaluating the color stability of 3D-printed resins against various solutions. *European Journal of Translational Myology*, 33(3). <https://doi.org/10.4081/ejtm.2023.11493>